

PEMANFAATAN ECENG GONDOK (EICHORNIA CRASSIPES) UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN COD(CHEMICAL OXYGEN DEMOND), pH, BAU, DAN WARNA PADA LIMBAH CAIR TAHU

Rita D Ratnani

e-mail : Ratnani_unwahas@yahoo.com

Indah Hartati

e-mail: hartatiprasetyo@gmail.com

Laeli Kurniasari

e-mail: laeli_kurniasari@yahoo.co.id

Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik
Universitas Wahid Hasyim
Semarang
Jl Menoreh Tengah X/22
Semarang

Di Indonesia banyak terdapat industri tahu mulai dari industri kecil sampai ke industri besar. Dari kegiatan industri tersebut, timbul limbah yang mengandung zat organik sangat tinggi. Kandungan zat organik dalam limbah cair tahu berpotensi mencemari lingkungan, sehingga perlu adanya pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan. Oleh karena itu perlu adanya upaya untuk melakukan penanganan terhadap limbah yang timbul tersebut. Salah satu upaya awal untuk menangani hal tersebut adalah melakukan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan eceng gondok untuk menurunkan kandungan COD, meningkatkan/ menormalkan pH, menjernihkan limbah, dan mengurangi bau yang timbul.

Penelitian ini dilakukan di pabrik pengolahan tahu Desa Cangkiran Kota Semarang. Penelitian ini memanfaatkan eceng gondok untuk menyerap limbah organik yang menyebabkan limbah cair menjadi COD tinggi, pH rendah, warna keruh dan berbau sangat menyengat. Proses penanaman dilakukan dalam bak beton dengan ukuran panjang 150 cm, lebar 145 cm, dan tinggi 120 cm. Dalam penelitian ini diamati penurunan kandungan COD, peningkatan pH, perubahan warna, dan perubahan bau yang timbul setiap hari selama 8 hari dengan menggunakan media eceng gondok.

Hasil percobaan Terjadi penurunan COD sampai ambang batas yang diperbolehkan yaitu terjadi penurunan dari 768 ppm menjadi 208 ppm dan pada ulangan yang dilakukan dari 672 ppm menjadi 160 ppm dimana sudah di bawah baku mutu berdasarkan Perda Jateng No. 10 tahu 2004. Terjadi peningkatan nilai pH. Diawal proses, pH dari limbah cair tahu adalah 4.2 dan naik sampai 7.4 demikian juga setelah diulang mulai 4.6 naik menjadi 7.3. Perubahan warna pada penelitian ini kurang memuaskan karena tidak terjadi perubahan warna tetapi hanya berubah tingkat kejernihan di awal, warna limbah cair tahu adalah kuning keruh bahkan ada busanya dan setelah diolah berwarna kuning jernih. Dalam pengamatan perubahan bau, pada hari ke 4 bau sudah berkurang. Akan beda kalau tidak diolah semakin lama maka akan semakin bau

Kata kunci : penyerapan, limbah cair tahu, eceng gondok

PENDAHULUAN

Industri tahu banyak terdapat di Indonesia. Lokasi industri tahu kebanyakan menyatu dengan pemukiman penduduk, sehingga muncul permasalahan dengan warga sekitar. Industri tahu menghasilkan limbah cair yang dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan. Pencemaran akibat limbah cair tahu dapat berupa: oksigen terlarut rendah, air menjadi kotor, dan bau yang menyengat. Menurut Jenie (1995), limbah cair tahu mengandung zat organik yang dapat menyebabkan pesatnya pertumbuhan mikroba dalam air. Hal tersebut akan mengakibatkan kadar oksigen dalam air menurun

tajam. Limbah cair tahu mengandung zat tersuspensi, sehingga mengakibatkan air menjadi kotor/keruh.

Eceng gondok merupakan gulma di air karena pertumbuhannya yang begitu cepat. Karena pertumbuhan yang cepat, maka eceng gondok dapat menutupi permukaan air dan menimbulkan masalah pada lingkungan. Selain merugikan karena cepat menutupi permukaan air, eceng gondok ternyata juga bermanfaat karena mampu menyerap zat organik, anorganik serta logam berat lain yang merupakan bahan pencemar. Lumpur aktif juga dapat digunakan untuk mendegradasi zat organik yang terdapat

dalam limbah cair tahu. Pada sistem ini, mikroorganisme akan menguraikan zat organik, sehingga kandungan zat organik dalam limbah cair tahu dapat dikurangi (Widajanti, 2007).

Dari permasalahan diatas, permasalahan limbah cair tahu perlu untuk segera diselesaikan agar lingkungan tidak tercemar. Lingkungan perairan sangat perlu untuk dilindungi karena air berperan sangat besar dalam kehidupan manusia. Parameter untuk mengamati tingkat pencemaran lingkungan air adalah kandungan COD, pH, Bau, dan Warna dalam air. Apabila COD dalam air tinggi atau lebih dari 300 ppm, maka lingkungan air tersebut dapat dikatakan tercemar. pH atau tingkat keasaman dalam suatu media, jadi apabila bersifat asam atau basa maka lingkungan air juga dapat dikatakan tercemar. Bau dan warna juga merupakan parameter pencemaran, apabila berbau dan berwarna maka air dikatakan tercemar, karena air yang tidak tercemar tidak berbau dan berwarna.

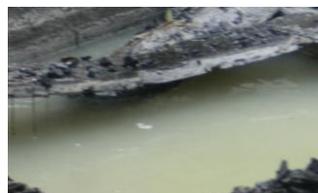
TINJAUAN PUSTAKA

Limbah Cair Industri Tahu

Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang dibuat dari kedelai. Cara membuat tahu dengan jalan memekatkan protein kedelai dan mencetaknya melalui proses pengendapan protein dengan atau tanpa penambahan unsur-unsur lain yang diijinkan. Ditinjau dari segi kesehatan, tahu merupakan makanan yang sangat menyehatkan dan memiliki kandungan zat yang sangat diperlukan untuk memperbaiki gizi masyarakat (Suprpti, 2005; Bahri, 2006).

Limbah cair tahu mengandung senyawa organik yang tinggi dan sedikit mengandung senyawa anorganik. Pada Gambar 1 dapat dilihat Limbah Cair Tahu. Ketika limbah cair tahu dibuang ke sungai, maka akan terjadi peruraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses peruraian bahan organik oleh mikroorganisme aerob memerlukan oksigen dalam jumlah besar untuk memperoleh energi. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi oksigen terlarut di dalam air. Penurunan yang melewati ambang batas akan mengakibatkan kematian biota air lain akibat kekurangan oksigen. Ketika oksigen terlarut tidak tersedia lagi, peruraian zat organik dilakukan oleh mikroorganisme anaerob yang mengeluarkan gas asam sulfida (H_2S) dan gas metana (CH_4) yang berbau seperti telur busuk. Tingginya konsentrasi zat organik dalam limbah cair tahu termasuk kandungan amoniak akan

menyebabkan terjadi penurunan kandungan oksigen dalam air sehingga kebutuhan oksigen biologi dan kebutuhan oksigen kimia dalam perairan tinggi (Khatudin, 2003; Murdjito, 1995).



Gambar 1. Limbah Cair Industri Tahu

Eichornia Crassipes (Eceng Gondok)

Gerbano (2005) menyebutkan, eceng gondok termasuk famili *Pontederiaceae*. Tanaman ini hidup di daerah tropis maupun subtropis. Eceng gondok digolongkan sebagai gulma perairan yang mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan dan berkembang biak secara cepat. Tempat tumbuh yang ideal bagi tanaman eceng gondok adalah perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan suhu berkisar antara 28-30°C dan kondisi pH berkisar 4-12. Di perairan yang dalam dan berair jernih di dataran tinggi, tanaman ini sulit tumbuh. Eceng gondok mampu menghisap air dan menguapkannya ke udara melalui proses evaporasi.

Bunga eceng gondok berwarna ungu muda (lila) dan banyak dimanfaatkan sebagai bunga potong. Pada Gambar 2 dapat dilihat gambar eceng gondok (Hidayat, 1993).



Gambar 2. Eceng gondok

Eceng gondok memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari. Bagian dinding permukaan akar, batang dan daunnya memiliki lapisan yang sangat peka sehingga pada kedalaman yang ekstrem sampai 8 meter di bawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut di bawah permukaan air. Akar, batang, dan daunnya juga memiliki kantung-kantung udara sehingga mampu mengapung di air. Keunggulan lain dari eceng gondok adalah dapat menyerap senyawa

nitrogen dan fosfor dari air yang tercemar, berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga. Karena kemampuannya yang besar, tanaman ini diteliti oleh NASA untuk digunakan sebagai tanaman pembersih air di pesawat ruang angkasa (Little, 1979; Thayagajaran, 1984). Menurut Zimmel (2006) dan Tripathi (1990) eceng gondok juga dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi COD dari air limbah.

Menurut Ratnani pada tahun 2008 dalam meneliti mengenai kemampuan eceng gondok untuk mengolah limbah cair tahu didapatkan kesimpulan bahwa eceng gondok dapat digunakan untuk mengolah limbah cair tahu. Dalam penelitian tersebut eceng gondok juga dapat meningkatkan pertumbuhan eceng gondok.

Eceng gondok mempunyai daun yang berbentuk bulat telur, ujungnya tumpul dan hampir bulat. Tulang daun membengkok dengan ukuran 7-25 cm dan di permukaan sebelah atas daun banyak dijumpai stomata. Eceng gondok mempunyai akar serabut. Akar eceng gondok dapat mengumpulkan lumpur. Lumpur akan melekat di antara bulu-bulu akar. Di belakang tudung akar (*kaliptra*) akan terbentuk sel-sel baru untuk jaringan akar baru (*meristem*).

METODOLOGI PENELITIAN

Rencananya penelitian ini adalah mencoba merancang dan membuat instalasi pengolahan limbah cair tahu. Hasil pengolahan di harapkan akan dapat langsung di buang ke sungai. Adapun bahan dan perlatan yang dibutuhkan adalah:

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan adalah limbah cair tahu yang diambil dari pabrik tahu “Barokah” di Semarang. Tanaman eceng gondok diambil dari sungai sungai di sekitar kampus Unwahas, kemudian dibersihkan dari kotoran dan tanah yang menempel pada akarnya. Jumlah eceng gondok awal yang digunakan pada masing-masing perlakuan adalah 1.8 kg berat kering tiris. Eceng gondok yang digunakan memiliki spesifikasi jumlah daun antara 6-10 lembar, jumlah batang antara 9-15 batang, panjang daun 10-15 cm, lebar daun 8-10 cm dan tinggi tanaman 40-50 cm. Bahan-bahan kimia untuk analisis COD berupa asam sulfat, kalium dikromat, perak sulfat, mercury sulfat, ferro amonium sulfat, dan

indikator ferroin dibeli dari CV. General Labora Yogyakarta.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ratnani, 2008, karakteristik limbah cair tahu dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Tahu “Barokah” di Semarang.

No	Parameter	Hasil Analisis
1	pH	4,26
2	DO	4,5 ppm
3	COD	11628 ppm
4	Air	99,162 %
5	Abu	0.139 %
6	Karbohidrat	0.294%
7	Protein	0,155 %
8	Lemak	0,058 %
9	Serat kasar	0.191 %
10	Temperatur	45 °C
11	Warna	Kuning keruh
12	Bau	Berbau sangat menyengat

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan bahan organik (COD) dalam limbah tahu sangat tinggi. Konsentrasi limbah cair tahu pada kondisi tersebut sudah berada di atas ambang batas yang diperbolehkan. Hal ini sangat bertentangan dengan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri (Kep/MENLH/10/1995), bahwa parameter COD golongan baku mutu limbah cair golongan I adalah 100 ppm dan golongan baku mutu limbah cair golongan II adalah 300 ppm. Sementara untuk Perda Propinsi Jawa Tengah no.10 tahun 2004 tentang baku mutu air limbah, kandungan COD maksimum dalam air limbah adalah sebesar 275 ppm. Sedangkan menurut PERDA JATENG No. 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah. Pada Tabel 2 dapat dilihat Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu dan Tempe

NO	PARAMETER	INDUSTRI TAHU		INDUSTRI TEMPE	
		KADAR MAKSIMUM (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (kg/ton)	KADAR MAKSIMUM (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (kg/ton)
1.	Temperatur	38 °C	-	38°C	-
2.	BOD ₅	150	3	150	1,5
3.	COD	275	5,5	275	2,75
4.	TSS	100	2	100	1
5.	pH	6,0-9,0	-	6,0-9,0	-
6.	Debit Maksimum	20 m ³ /ton kedelai		10 m ³ /ton kedelai	

Catatan :

- a. Kadar maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam miligram parameter per liter air limbah.
- b. Beban pencemaran maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam kilogram parameter per ton kedelai.

Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah berdasarkan Perda No. 10/ 2004

1. Alat yang digunakan

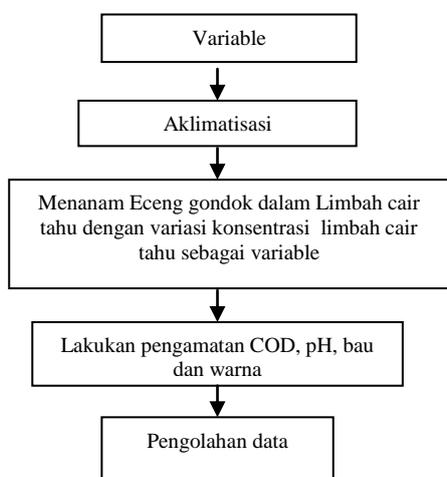
Alat yang digunakan adalah bak yang dibuat dari tembok/batu bata dengan ukuran panjang 150 cm, lebar 145 cm, dan tinggi 120 cm. Bak tersebut dilengkapi pompa pengaduk yang mampu mengaduk seperti yang terlihat pada Gambar 3. Metode yang digunakan untuk pengamatan adalah COD adalah Refluks Terbuka, sedangkan untuk mengamati pH digunakan alat pH meter. Untuk mengamati Bau dan Warna digunakan panca indera Penciuman dan Penglihatan.



Gambar 3. Media penanaman eceng gondok

2. Pelaksanaan Penelitian

Gambar 4 adalah prosedur penelitian proses penyerapan limbah organik dengan menggunakan eceng gondok.

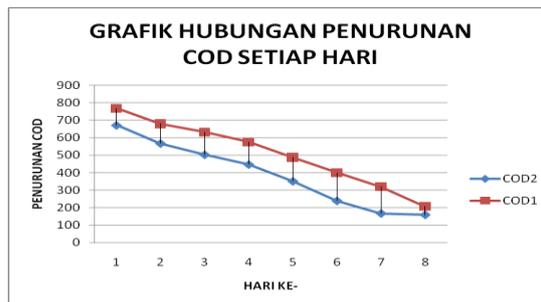


Gambar 4. Prosedur penelitian pada perlakuan dengan eceng gondok

PEMBAHASAN

1. Pengamatan COD

Konsentrasi COD dalam limbah cair tahu yang diolah dengan cara ditanami eceng gondok mengalami penurunan sampai di bawah baku mutu limbah cair sampai 2 kali ulangan, yaitu kurang dari 275 ppm dan pada pengamatan ulangan konsentrasi dapat berkurang hingga 160 ppm. Konsentrasi COD turun artinya kualitas air menjadi lebih baik.



Gambar 5 Grafik Perubahan COD setiap hari

Gambar 5 menunjukkan penurunan konsentrasi zat organik pada perlakuan dengan menggunakan eceng gondok. Hal ini menunjukkan bahwa sudah terjadi perbaikan kualitas limbah cair tahu dengan menggunakan eceng gondok. Penurunan konsentrasi zat organik oleh perlakuan dengan eceng gondok setiap hari menunjukkan bahwa pengolahan limbah cair tahu yang mempunyai konsentrasi COD tinggi bisa diolah dengan eceng gondok. Hal ini membuktikan bahwa eceng gondok adalah merupakan tanaman yang bermanfaat untuk mereduksi limbah (Zimmel, 2000; Tripathi, 1990).

IV. 2. Pengamatan pH

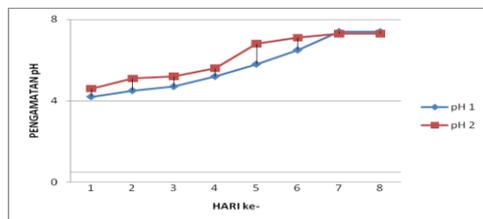
Demikian juga pH, dari hasil pengamatan, pH dari limbah cair tahu sangat rendah yaitu berkisar pada pH 4, hal ini disebabkan penambahan asam pada proses pembuatan tahu. pH pada penelitian ini mengalami kenaikan dari 4,2 menjadi 7,4 sehingga dapat dikatakan bahwa kualitas sudah lebih baik yaitu sesuai standar kehidupan di air bahwa pH berkisar pada 7-7,5. Penelitian untuk mengamati perubahan pH setiap hari selama 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 dibawah ini.

Pada dasarnya, asiditas (keasaman) tidak sama dengan pH. Asiditas melibatkan dua komponen, yaitu jumlah asam, baik asam kuat maupun asam lemah (misalnya asam karbonat dan asam asetat), konsentrasi ion hidrogen, menurut APHA (1976) dalam Effendi 2003. pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Senyawa amonium yang dapat terionisasi banyak ditemukan pada perairan yang memiliki pH rendah. Amonium bersifat tidak toksik, namun pada alkalis (pH tinggi) lebih banyak ditemukan amonia yang terionisasi dan bersifat toksik. Amonia tidak terionisasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibandingkan

dengan amonia (Tebbut, 1992 dalam Effendi, 2003).

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Dalam Effendi, 2003 $pH < 4$ sebagian besar tumbuhan air mati karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah. Proses pengolahan tahu menggunakan bahan asam cuka sehingga pH limbah cair tahu sangat rendah yaitu kurang dari 4. Sehingga pada penelitian ini juga akan digunakan eceng gondok untuk mengolah limbah tahu.

Syarat pertumbuhan yang optimum bagi eceng gondok adalah air yang dangkal, ruang tumbuh luas, air tenang, cukup cahaya matahari, suhu antara 20-30°C, cukup unsur hara, dan pH antara 7-7,5. Eceng gondok merupakan tumbuhan yang sangat toleran terhadap kadar unsur hara yang rendah dalam air, tetapi respon terhadap kadar unsur hara yang tinggi juga sangat besar. Pertumbuhan eceng gondok dipengaruhi oleh pH. Pada pH sekitar 7,0-7,5, eceng gondok mempunyai pertumbuhan yang lebih baik. Pada pH di bawah 4,2 dapat meracuni pertumbuhan eceng gondok, sehingga eceng gondok mati. Pada Gambar 6. Dapat dilihat perubahan/peningkatan pH.



Gambar 6. Perubahan pH setiap Waktu

3. Pengamatan Warna

Tabel 7. Data Hasil Pengamatan Perubahan Warna pada limbah Cair Tahu dibandingkan dengan Warna limbah sebelum diolah dan bukan air limbah

Hari ke-	0	1	2	3	4	Bukan air limbah
Perubahan warna I						
Perubahan warna II						

Hari ke-	5	6	7	8	Bukan air limbah
Perubahan warna I					
Perubahan warna II					

Warna perairan biasanya dikelompokkan menjadi dua, yaitu warna sesungguhnya (*true colour*) dan warna tampak (*apparent colour*). Warna sesungguhnya adalah warna yang hanya disebabkan oleh bahan-bahan kimia terlarut. Pada penentuan warna sesungguhnya, bahan-bahan tersuspensi yang dapat menyebabkan kekeruhan dipisahkan terlebih dahulu. Pada pengolahan limbah cair tahu juga kadang masih terdapat endapan sisa-sisa ampas tahu dan kadang juga masih terkandung kacang kedelai.

Warna limbah ditimbulkan oleh adanya bahan organik dan bahan non organik, karena keberadaan plankton, humus, ion-ion logam (besi & mangan), serta bahan-bahan lain. Warna dapat diamati secara visual (langsung) ataupun diukur berdasarkan skala platinum cobalt (PtCo). Dengan membandingkan dengan warna standart. Air yang memiliki nilai kekeruhan rendah biasanya memiliki nilai warna tampak dan warna sesungguhnya yang sama standart. Intensitas warna cenderung meningkat dengan meningkatnya nilai pH. Pada Tabel 7. Di atas dapat diamati perubahan warna limbah cair tahu mulai dari hari ke- 0.

4. Pengamatan Bau

Perubahan bau dari penelitian ini cukup berhasil karena pada hari ke-4 bau dari limbah tahu tersebut hilang. Pada Tabel 8 dan Tabel 9 dapat dilihat perubahan bau setiap hari.

Tabel 8. Perubahan Bau dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan eceng gondok

No	Hari ke-	Bau di Awal Proses	Bau Setelah Proses	Baku mutu
1	0	Sangat Menyengat		Tidak Berbau
2	1		Menyengat	
3	2		Menyengat	
4	3		Cukup menyengat	
5	4		Sedikit berbau	
6	5		Sedikit berbau	
7	6		Tidak berbau	
8	7		Tidak berbau	

Tabel 9. Perubahan Bau dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan eceng gondok

No	Hari ke-	Bau di Awal Proses	Bau Setelah Proses	Baku mutu
1	0	Sangat Menyengat		Tidak Berbau
2	1		Menyengat	
3	2		Cukup menyengat	
4	3		Sedikit berbau	
5	4		Sedikit berbau	
6	5		Tidak berbau	
7	6		Tidak berbau	
8	7		Tidak berbau	

Limbah cair tahu pada tahap awal- hari kedua sangat berbau. Pada proses yang sesungguhnya di lapangan, perlu banyak bak untuk menerapkan sistem pengolahan dengan menggunakan eceng gondok. Untuk menghemat jumlah bak selama proses pengolahan maka, limbah industri tahu yang berupa cair dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan bio-gas. Bio-gas sendiri adalah gas pembusukan bahan organik oleh bakteri dalam kondisi anaerob. Gas bio tersebut campuran dari berbagai gas antara lain: CH₄ (54-70%), CO₂(27-45%), O₂(1-4%), N₂(0,5-3%), CO(1%) dan H₂S. Campuran gas ini mudah terbakar bila kandungan CH₄ (Methana) melebihi 50%. Air limbah industri tahu ini mempunyai kandungan Methana (CH₄) lebih dari 50% sehingga sangat memungkinkan untuk bahan sumber energi gas Bio-gas. Untuk daerah tropis seperti Indonesia, Kontruksi fixed Domed Digester (Digester Permanen).

Digester permanen bahannya dari pasangan batu bata, pasangan batu kali, atau beton dengan ruangan penyimpanan gas di atasnya. Digester ruangan gasnya sudah tetap sehingga bila produksi gasnya lebih akan terbuang keluar melalui lubang pengeluaran. Saat tekanan gas tinggi maka slurry akan terdorong ke bak pelimpahan selanjutnya akan meluap keluar melalui lubang pengeluaran secara otomatis dan mengalir ke bak an aerobic

sistem. Bila gas digunakan maka tekanan akan berkurang dan slurry masuk kembali ke digester. Digester permanen ini pembangunannya harus teliti karena bila terjadi salah membangunnya atau tidak hati-hati misalnya sampai terjadi lubang sebesar jarum berarti digester tersebut bocor.

Proses terjadinya gas bio, setelah pembangunan selesai, air limbah tahu dimasukkan ke dalam digester. Pengisian ini hingga penuh melimpah ke dasar bak pelimpahan. Kemudian tutup digester dipasang dengan tanah liat sebagai sealnya dan di atasnya diisi dengan air hingga penuh. Air limbah terus dimasukkan. Pada kondisi anaerob, maka bakteri akan menguraikan bahan organik yang mengandung protein, lemak suhu antara 150C-350C, suhu optimal antara 320C- 50C,dan setelah ± 30 hari akan dihasilkan bio gas. Bio gas sangat bermanfaat bagi alat kebutuhan rumah tangga/kebutuhan sehari-hari, misalnya sebagai bahan bakar kompor (untuk memasak), lampu, penghangat ruangan/gasolec, suplai bahan bakar mesin diesel, untuk pengelasan (memotong besi), dan lain-lain. Sedangkan manfaat bagi lingkungan adalah dengan proses fermentasi oleh bakteri anaerob (Bakteri Methan) tingkat pengurangan pencemaran lingkungan dengan parameter BOD dan COD akan berkurang sampai dengan 98% dan air limbah telah memenuhi standard baku mutu pemerintah sehingga layak di buang ke sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Gerbono, A. dan Siregar, A., 2005, "Kerajinan Eceng Gondok", Kanisius, Yogyakarta.
- [2.] Penggemukan dan Pendapatan Pengusaha Tahu di Pedesaan", *Buletin Peternakan* Vol. 19: 31- 38.
- [3.] Sriyana, H.Y., 2006, "Kemampuan Eceng Gondok dalam Menurunkan Kadar Pb(II) dan Cr (VI) Pada Limbah dengan Sistem Air Mengalir dan Sistem Air Menggenang", Tesis S2, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia UGM, Yogyakarta.
- [4.] Soerjani, M.J.V., 1974, "Aquatic Weed Problems and Control in Southeast Asia Tropical Pest Biologi", Seameo – Biotrop, Bogor, Indonesia.
- [5.] Said, N.I., dan Herlambang, A., 2006, "Teknologi Pengolahan Limbah Tahu dan Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob", BPPT , Bandung.

- [6.] Siregar, S.A., 2005, “Instalasi Pengolahan Air Limbah“, Kanisius, Yogyakarta.
- [7.] Sediawan, W.B., dan Prasetya, A., 1997, “Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia”, Andi Offset, Yogyakarta.
- [8.] Widajanti W.; Rizka R.;Melviana, “Studi Pengolahan Air Sirkulasi Proses Painting dengan Menggunakan Lumpur Aktif, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia Kampus Depok.
- [9.] Zimmels, Y., Kirzhner, F.A., and Malkovskaja, 2005, “Application of Eichhornia crassipes and Pistia stratiotes for treatment of urban sewage in Israel”, *Journal of Environmental Management* 81, 420-428.