



Available at www.mst.ft.ugm.ac.id
Jurnal Sistem Teknik



PRA-RANCANGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH TAHU STUDI KASUS PABRIK TAHU DESA TEMPEL SARI, KECAMATAN KALIKAJAR, KABUPATEN WONOSOBO

Purnama¹, Aswati Mindaryani², Teguh Pudji Purwanto³

¹Konsentrasi TP2SLP, Minat Studi Magister Sistem Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³Program Diploma Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*Korespondensi : purnamaalfamaly@yahoo.co.id

Abstrak

Pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair industri tahu di sentra industri tahu Desa Tempelsari, Kecamatan Kalikajar, Kabupaten Wonosobo sudah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan oleh Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah, yaitu pH 6,0 sampai dengan 9,0; BOD 150 mg/l; COD 275 mg/l dan TSS 100 mg/l. Data pengujian limbah cair tahu yang dilakukan di BBTCLPPM Yogyakarta dengan sampel limbah cair tahu dari Pabrik Tahu "Sari Barokah" adalah pH 6,7, BOD 1250,1 mg/l, COD 3440 mg/l, TSS 383 mg/l. Dalam rangka menanggulangi masalah di atas, maka diperlukan Instalasi Pengolahan Air Limbah, untuk itu akan dilakukan pra rancangannya. Dengan melihat karakteristik air limbah tersebut di atas serta melihat kondisi geografis daerah Wonosobo maka dipilih pengolahan dengan reaktor UASB (*Upflow Anaerob Sludge Blanket*).

Metoda pelaksanaan Pra-Rancangan IPAL dari Pabrik Tahu "Sari Barokah" ini dimulai dengan mengetahui karakteristik limbahnya, menghitung debit air limbah yang dihasilkan, menentukan desain unit-unit pengolahan limbahnya, menghitung dimensi unit pengolahan limbah serta menghitung anggaran biaya pembuatan IPAL.

Perhitungan neraca massa dari unit-unit pengolahan limbah yang terdiri dari Bak Saringan Kasar, Bak Grit Chamber, Bak Ekualisasi, Reaktor UASB dan Septic Tank diperoleh Enfluent Limbah dengan kadar BOD 129,4 mg/l, COD 240 mg/l dan TSS 36 mg/l, sehingga telah memenuhi baku mutu limbah cair tahu. Dengan dimensi unit-unit pengolahan limbahnya sebagai berikut : Bak saringan kasar panjang 0,6 m, lebar 0,6 m kedalaman 0,6 m. Bak grit chamber, panjang 0,9 m, lebar 0,0,45 m, lebar dasar 0,15m, kedalaman 0,63 m. Bak ekualisasi, panjang 3,8 m, lebar 1,8 m dan kedalaman 2,7 m. Reaktor UASB, tinggi 4,5 m, diameter 1,78 m, luas penampang 2,4 m², luas separator gas 0,6 m². Bak Septic Tank, panjang 4 m, lebar 2 m dan kedalaman 1,4 m. Pembuatan IPAL ini membutuhkan biaya sebesar Rp.17.568.360,00.

Sejarah:

Diterima 10 Mei 2010

Diterima revisi 3 Juni 2010

Disetujui 1 Juni 2010

Tersedia online 1 Agustus 2010

Keywords:

Tahu
Limbah cair
UASB

1. Pendahuluan

Industri tahu merupakan salah satu industri yang penting di Indonesia. Tahu merupakan makanan yang sangat dikenal dan dinikmati oleh masyarakat Indonesia. Keberadaan industri tahu, hampir tidak dapat dipisahkan dengan adanya suatu pemukiman (Pusteklin, 2002). Industri tahu ini pada umumnya dikerjakan secara tradisional dan dimiliki oleh pengusaha kecil dan menengah. Di samping keberadaannya yang sangat penting dilihat dari aspek produknya, industri tahu juga mempunyai dampak yang cukup penting terhadap lingkungan. Penanganan dengan baik limbah yang dihasilkan oleh industri tahu, maka keberadaan industri tahu tersebut tidak saja dapat diterima oleh lingkungannya tetapi juga dapat memberikan nilai tambah yang cukup ekonomis dari pengelolaan limbahnya.

Tahu adalah salah satu hasil dari ekstrak kacang kedelai. Tahu merupakan gumpalan protein yang dipadatkan dan mempunyai warna asli putih. Ditinjau dari segi kesehatan, tahu merupakan makanan yang sangat menyehatkan dan memiliki

kandungan zat yang sangat diperlukan untuk memperbaiki gizi masyarakat, hal ini karena tahu terbuat dari kedelai yang memiliki nilai biologis protein nabati, serta mengandung karbohidrat, lemak esensial (tidak jenuh) dan mineral seperti kalium, fosfor, magnesium serta vitamin.

Untuk memperbaiki mutu tahu dapat dikaji dari proses pembuatannya. Misalkan cara pemanasan yang baik dan tidak terjadi kerak pada dasar alat pengolahan. Untuk pemanasan yang baik biasanya digunakan pemanasan dengan uap. Semakin baik mutu tahu yang dihasilkan dan semakin tinggi randemen pembuatan tahu maka semakin kecil beban polutan yang dikeluarkan.

Limbah pabrik tahu masih mengandung protein dan bahan organik lainnya oleh karena itu apabila dibuang ke lingkungan cepat menjadi busuk. Limbah cairnya kalau diperhatikan lebih dalam, masih mengandung zat yang bermanfaat dan zat tersebut adalah bagian dari unsur kedelai. Besar kecilnya beban cemaran tergantung pula pada proses

pembuatan tahu. Pada umumnya proses penggumpalan larutan kedelai menjadi tahu hanya dilakukan secara visual saja. Sehingga kemungkinan sebagian protein lolos tidak tergumpal dan terikut ke dalam air limbah sangat besar. Limbah padatnya pada saat sekarang ini tidak menjadikan masalah karena limbah tersebut laku dijual untuk makan ternak atau dibuat tempe.

Limbah cair yang dikeluarkan setiap kwintal kedelai yang dijadikan tahu kurang lebih adalah 2 meter kubik (Pramudyanto, 1991). Kualitas air limbah mempunyai BOD cukup tinggi dan apabila dibiarkan di lingkungan mudah busuk sehingga perlu penanganan yang baik dalam mengatasi limbah industri tahu. Untuk menghindari hal tersebut perlu adanya langkah pencegahan yaitu dengan mengolah air limbah sehingga tidak mencemari lingkungan. Namun oleh karena keberadaan pengrajin tahu biasanya berupa industri rumah tangga dan bermodal kecil maka perlu kiranya diciptakan/ dirancang suatu cara penanganan air limbah industri tahu yang sederhana, murah dan mudah dibuat.

Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Di antara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemak yang jumlahnya paling besar (Pramudyanto, 1991), yang mencapai 40% - 60% protein, 25% - 50% karbohidrat, dan 10% lemak (Sugiarto, 1987). Semakin lama jumlah dan jenis bahan organik ini semakin banyak, dalam hal ini akan menyulitkan pengelolaan limbah, karena beberapa zat sulit diuraikan oleh mikroorganisme di dalam air limbah tahu tersebut.

Menurut Pramudyanto (1991), limbah tahu terdiri dari 2 jenis yaitu : air limbah (limbah cair dari proses tahu) dan limbah padat atau ampas. Limbah padat ini sudah dikenal oleh masyarakat sebagai bahan makanan ternak (sapi dan babi) yang sangat disukai. Sementara air limbah industri tahu juga terdiri dari jenis yang berasal dari pencucian kedelai dan dari proses pembuatan tahu.

Air limbah yang berasal dari proses produksi tahu mengandung bahan organik tinggi yang sangat berpotensi terhadap pencemaran lingkungan. Kandungan organik tinggi ini berasal dari gumpalan tahu yang terpisah dari tahu atau mengambang dalam air tahu. Kandungan ini terdiri dari protein yang cukup tinggi. Sementara itu air tahu mengandung cuka sehingga pH nya rendah.

Industri Tahu di Sentra Industri tahu Di Desa Tempelsari, Kecamatan kalikajar, Kabupaten Wonosobo, belum ada yang mempunyai unit pengolahan limbah. Semua limbah yang dihasilkan oleh masing-masing industri rumah tangga ini, dibuang ke saluran air yang ada, yang sebagian kecil dialirkan ke kolam ikan, namun dari kolam ikan limbah kembali ke sungai dan mengalir ke lingkungan. Sehingga diperlukan suatu instalasi pengolahan limbahnya agar limbah yang dibuang ke lingkungan tidak melampaui batas Baku Mutu yang telah ditetapkan. Untuk itu diperlukan Pra –Rancangan IPAL.

Pra –rancangan IPAL ini akan menggunakan unit-unit pengolahannya antara lain yaitu :

UASB adalah sebuah sistem pengolahan air limbah secara biologis dengan proses anaerob, di mana air limbah dialirkan melalui bawah menuju ke atas melewati granule (*sludge blanket*) yang nantinya akan diurai secara anaerob

oleh mikroorganisme tersebut (Djayadiningrat, 1991).

Saringan digunakan untuk menahan bahan-bahan kasar seperti kulit kedelai dan pecahan kedelai yang terbawa dalam air buangan tahu. Tujuan dari penyaringan ini adalah untuk menghindari rusaknya atau tersumbatnya peralatan yang digunakan dalam pengolahan selanjutnya.

Grit chamber bertujuan untuk menghilangkan kerikil, pasir, dan partikel-partikel lain yang dapat mengendap di dalam saluran dan pipa-pipa serta melindungi pompa-pompa dan peralatan lain dari penyumbatan, abrasi, dan over loading (Siregar, 2005).

Equalisasi sebenarnya bukan suatu proses pengolahan melainkan cara atau teknik untuk membagi dan meratakan volume air limbah yang masuk meratakan pH dan meratakan kandungan padatan untuk meningkatkan efektifitas proses pengolahan selanjutnya

2. Metodologi

Secara umum kegiatan penelitian dan perancangan adalah melakukan uji karakteristik limbah cair tahu untuk mengetahui kadar BOD, COD, TSS dan pH serta mengukur debit limbah yang dihasilkan tiap harinya, kemudian memilih dan menghitung dimensi dari unit-unit pengolah limbahnya.

Alat Penelitian

- Jerigen plastik ukuran 2 liter
Dipakai untuk membawa sample limbah cair tahu yang akan dibawa ke Laboratorium.
- Ember plastik ukuran 20 liter sebanyak 2 buah.
Untuk menampung limbah cair buangan dalam periodik dan satuan waktu yang telah ditentukan kemudian diukur volumenya.
- Stop Watch
Untuk menentukan batas waktu perhitungan debit limbah dalam tiap periodik perhitungan.
- Gelas kimia 1000ml dan 500 ml masing-masing satu buah.
Untuk mengukur volume sampel limbah cair tahu.
- Peralatan Lab Pengujian Limbah cair.

Bahan Penelitian

Sebagai bahan penelitiannya adalah :

- Sampel Limbah cair industri tahu, yang merupakan campuran dari air buangan beberapa proses pembuatan tahu yaitu pencucian, perendaman, penggilingan dan Penggumpalan, yang mengalir dan langsung dibuang ke sungai.
- Debit Air Limbah.
Debit air limbah diambil dengan mengukur air limbah yang dialirkan ke sungai selama masa produksi dalam satu hari.

Jalan Penelitian

- Survei lapangan, penentuan lokasi penelitian dan perijinan.
- Pengambilan Sampel.
Pengambilan sampel limbah cair sebanyak 2 liter, kemudian di bawa ke Laboratorium BBTCLPPM Yogyakarta, yaitu untuk diuji karakteristik limbahnya yaitu BOD₅, COD, TSS dan pH.

- c) Menghitung Debit Air Limbah
 Debit air limbah diambil dengan mengukur air limbah yang dialirkan ke sungai dengan cara mengambil debit air per satuan waktu (0,5 menit) pada waktu tertentu secara periodik selama 12 jam masa kerja. Yaitu pada jam 06.00, 07.00, 08.00, 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 13.00,14.00, 15.00, 16.00, 17.00.

3. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

- a. Hasil penelitian karakteristik limbah yang dilakukan di Balai Besar Kesehatan Lingkungan Dan Pemberantasan Penyakit Menular (BBTKLPPM) Yogyakarta, diperoleh hasil uji karakteristik sebagai berikut :

Tabel 1 Karakteristik Limbah Tahu

NO	Parameter	Satuan	Hasil Uji
1	pH	-	6,7
2	BOD	mg/l	1250,1
3	COD	mg/l	3440
4	TSS	mg/l	383

Peraturan Daerah propinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah:

Tabel 2 Baku Mutu Air Limbah Sesuai Perda No. 10 Tahun 2004

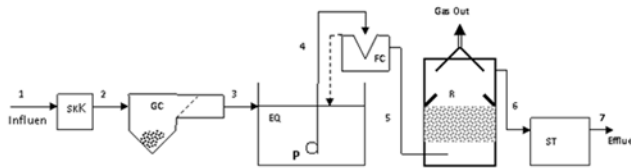
No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/l)	Beban Pencemaran Maks (Kg/ton)
1	Temperatur	35 °C	-
2	BOD5	150	3
3	COD	275	5,5
4	TSS	100	2
5	pH	6,0 – 9,0	
6	Debit Maksimum	20 m ³ /ton kedelai	

- b. Dari penelitian dan pengukuran debit limbah tahu yang dihasilkan selama proses produksi dari jam 06.00 sampai dengan jam 17.00 .

Tabel 3 Hasil Pengukuran Debit Limbah Tahu

No	JAM	Hasil Pengukuran		
		Liter / 30 Detik	m ³ / jam	Akumulatif
1	06.00	1,2	0,144	0,114
2	07.00	4,9	0,588	0,732
3	08.00	20,8	2,496	3,228
4	09.00	30,7	3,684	6,912
5	10.00	15,56	1,8672	8,7792
6	11.00	14,75	1,770	10,5492
7	12.00	33,3	3,996	14,5452
8	13.00	32,55	3,906	18,4512
9	14.00	18,88	2,2656	20,7168
10	15.00	32,46	3,8952	24,612
11	16.00	20,05	2,406	27,018
12	17.00	8,2	0,484	28,002
Jumlah			28,002	

Dari data hasil pengukuran diatas dapat di disimpulkan bahwa debit limbah tahu dari Pabrik Tahu “Sari Barokah “ Desa Tempelsari, Kecamatan Kalikajar, Kabupaten Wonosobo adalah 28,002 m³ per hari. Angka ini akan dipakai sebagai dasar perhitungan dalam pra-rancangan ini.



Gambar 1 : Skema Desain IPAL

Keterangan :

- SK : Saringan/screen
- GC : Bak Grit Chamber
- EQ : Bak Equalisasi
- FC : Flow Control

Gambar 1 Skema Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Spesifikasi Alat

- a. Bak Saringan Kasar
 - i. Fungsi : Untuk Memisahkan benda-benda yang terapung yang terbawa aliran limbah.
 - ii. Bentuk Bak : Bujur sangkar
 - iii. Keadaan operasi: Tidak dilakukan perlakuan apapun, hanya perlu dibersihkan dari barang-barang yang tersaring.
 - iv. Spesifikasi dimensi : Panjang= 0,6 m, Lebar = 0,6 m, Tinggi=0,6 m.
 - v. Bahan : Semen, batu bata,pasir.
- b. Grit Chamber
 - i. Fungsi : untuk menangkap padatan anorganik seperti pasir dan buih.
 - ii. Bentuk Bak : berbentuk segi panjang dilengkapi dengan tempat pengendap berbentuk trapesium.
 - iii. Keadaan operasi : Tidak dilakukan apapun, namun yang paling penting adalah menjaga agar aliran berjalan lancar, dengan membersihkan bak dari bahan-bahan anorganik.
 - iv. Spesifikasi dimensi : Panjang = 0,90 m, Lebar = 0,45m, Lebar dasar = 0,15 m, Kedalaman = 0,63 m, sudut kemiringan= 60°.
 - v. Bahan : Batu kali, besi, batu kerikil, batubata dan semen.
- c. Ekualisasi
 - i. Fungsi : Untuk membagi dan meratakan beban limbah, juga untuk menaikkan pH (jika diperlukan).
 - ii. Bentuk Bak : Segi empat
 - iii. Keadaan operasi : ada perlakuan di bak yaitu penambahan NaOH (Jika pH masih dibawah kebutuhan)
 - iv. Spesifikasi dimensi : Panjang = 3,8 m, Lebar = 1,9 m, Tinggi = 2,7 m.
 - v. Bahan : bahan yang dipakai untuk membuat alat ini adalah semen, pasir, kerikil, besi, batu bata dan batu kali.

- d. Reaktor UASB
- Fungsi : UASB adalah alat pengolahan primer yang dipakai, yaitu mengolah limbah tahu secara biologi anaerobic. Dimana diharapkan dapat menurunkan BOD, COD, TSS yang ada pada limbah tahu tersebut.
 - Bentuk Bak : Berbentuk silinder dengan ketinggian bisa mencapai 8 meter yang , yang terdiri dari 3 ruang didalamnya yaitu ruang inlet, ruang sludge blanket dan ruang separasi antar padatan, cairan dan gas.
 - Keadaan operasi : Limbah cair tahu dimasukkan melalui inlet dari bawah reaktor, kemudian naik ke atas ke ruang sludge blanket, kemudian menuju ruang separasi untuk pemisahan padatan tersuspensi, cairan dan gas.
 - Spesifikasi dimensi : Tinggi reaktor = 4,5 m, luas Penampang = 2,4 m², Diameter = 1,78 m, Luas Separator = 0,6 m², Effisiensi BOD 85 %, COD 90 %, TSS 81 %.
 - Bahan : Plat baja galvanis ketebalan 2 mm
- e. Septic Tank
- Fungsi : Septic tank disini sebagai pengolahan lanjutan (sekunder). Ini diperlukan karena hasil daripengolahanprimernya masih diatas baku mutu yang ditetapkan. Dengan septic tank ini diharapkan hasil pengolahannya telah dibawah baku mutu yang ditetapkan.
 - Bentuk Bak _ Persegi panjang, terdiri dari 2 bagian.
 - Keadaan Operasi : Tidak ada operasi apapun kecaulai penguran sesuai dengan yang direncanakan yaitu 6 bulan sekali.
 - Spesifikasi dimensi : Panjang I = 2,8 m, Panjang II = 1,2m, Lebar = 2 m, Tinggi = 1,4 m dan Effisiensi BOD 31 %, COD 29 %.
 - Bahan : Batu kali, bati bata, besi pasir, kerikil, semen

UASB : Tinggi Reaktor 4,5 m , Luas Penampang = 2,4 m², Diameter = 1,78 m , Luas Separator gas = 0,6 m², Septic Tank PI = 2,8 m, PII = 1,2 m, L = 2 m, T = 1,4 m. Serta biaya pembuatan IPAL ini sebesar Rp.17.568.360,00.

Daftar Pustaka

- Djayadiningrat A, 1991, "Studi Pendahuluan Mengenahi Pengolahan Biologi Secara Anaerobic", ITB, Bandung
- Lettinga.G.Hulshoff Pol, 1991, "Use of The Upflow Sludge Blanket (UASB) Reaktor Concept for Biological Waste Water Treatment", London England
- Metcalf and Eddy. 1979, " Waste Water Enginerering Treatment Disposal Reuse". Second Edition, Mc.Graw-Hill Publishing Co.Ltd, New York
- PUSTEKLIN, 2002, "Pelatihan Dasar Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah Cair" , Yogyakarta
- Pramudyanto,Nurhasan Bb.1991,"Penangan Limbah Pabrik Tahu", Yayasan Bina lestari, Semarang
- Padu, Kosmas,2005,"Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri tahu Sistem Rabic-Pro dan Dry Bio-Filter di Desa tuksono Kabupaten Kulonprogo Yogyakarta" Skripsi STTL, Yogyakarta
- Peavy H.S, Rowe , Tchobanoglous G, 1979, "Environmental Engineering", Mc Graw-Hill, New York
- Said, Nusa Idaman, 2006,"Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob", BPPT, Bandung
- Sasongko, Djoko, 1986,"Teknik Sumber Daya Air " Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta
- Siregar, Sakti A.2005,"Instalasi Pengolahan Air Limbah ", Kanisius, Yogyakarta
- Syamsiah, Siti, 1995," Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)", UGM, Yogyakarta
- SNI, 2006,"Analisa Biaya Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan (Swakelola)", Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Wonosobo.
- Sugiharto, 1987,"Dasar dasar Pengelolaan Air Limbah" UI Press, Jakarta

4. Kesimpulan

- Karakteristik Limbah cair tahu dari Pabrik Tahu " Sari Barokah " Desa Tempelsari, Kecamatan Kalikajar, Kabupaten Wonosobo adalah pH 6,7, BOD 1250,1 mg/l, COD 3440 mg/l dan TSS 383 mg/l.
- Karakteristik limbah cair tahu diatas dapat diolah dengan rangkaian IPAL yang terdiri dari Bak Saringan Kasar, Bak Gritt Chamber, Bak Ekualisasi, Reaktor UASB dan Septic Tank dengan hasil akhir pengolahan adalah BOD 129,4 mg/l , COD 240 mg/l dan TSS 36 mg/l.
- Dengan mengolah limbah cair tahu dengan rancangan IPAL ini, limbah tahu dari Pabrik Tahu "Sari Barokah" ini diharapkan limbah yang dibuang ke sungai atau lingkungan telah memenuhi syarat Baku Mutu Air Limbah sesuai dengan peraturan yang ada yaitu Peraturan Daerah Prpoinisi Jawa Tengah Nomor : 10 Tahun 2004.
- Dari hasil perhitungan dimensi unit-unit pengolahan air limbahnya diperoleh daa sebagai berikut : Bak Saringan kasar P = L= T = 0,6 meter. Bak Grir Cahamber P = 0,9 m , L = 0,45 m , L_{alias} = 0,15 m , T = 0,63 m , $\alpha = 60^\circ$. Bak Ekualisasi : P = 3,8 m , L = 1,9 m , T = 2,7 m. Reaktor