

PENERAPAN KOMBINASI SISTEM ANAEROBIK-AIROBIK PADA IPAL PABRIK TAHU DI KECAMATAN BLIMBING KOTA MALANG

Moh Sholichin^{1*}, Tri Budi Prayogo¹, Emma Yuliani¹,
A.S Dwi Saptatai N.H² dan Bambang Ismuyanto²

¹Departemen Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167, Kec. Lowokwaru, Kota Malang 65145

²Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167, Kec. Lowokwaru, Kota Malang 65145

*Email: mochsholichin@ub.ac.id

Abstrak

Industri tahu merupakan industri rumahan, di mana proses produksi pada umumnya menggunakan metode tradisional. Proses produksi pembuatan tahu menghasilkan limbah cair organik biodegradable dalam jumlah cukup besar. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan teknologi sistem anaerobik-aerobik dalam perencanaan IPAL pada pabrik tahu guna menurunkan beban pencemaran yang dihasilkan oleh proses produksi, agar limbah cair yang keluar dari IPAL aman terhadap lingkungan. Metode yang digunakan adalah melakukan estimasi besarnya limbah cair yang dihasilkan dalam proses produksi tahu serta memastikan kecukupan lahan untuk lokasi IPAL. Melakukan pengambilan sample dan analisa laboratorium untuk parameter Ph, BOD, COD dan TSS. Tahapan Proses IPAL pada Pabrik Tahu yang optimal adalah sebagai berikut; bak pemisah minyak, bak ekualisasi, bak anaerobik, bak aerobik yang dilengkapi biofilter, dan bak penjernih. Hasil dari penelitian adalah bahwa penerapan sistem anaerobik-aerobik memberikan hasil yang optimal. Bak pemisah minyak mampu memisahkan lebih 5%, bak ekualisasi mampu menurunkan kadar TSS 15%, bak anaerobik memiliki efisiensi sebesar 75 %, bak aerobik memiliki efisiensi 95 %, serta bak penjernih yang dilengkapi dengan pompa sirkulasi lumpur memberikan hasil yang cukup memuaskan.

Kata kunci: IPAL, Industri Pabrik Tahu, Sistem Anaerob- Aerob.

1. PENDAHULUAN

Proses pembuatan tahu masih menggunakan cara tradisional dengan memakai tenaga manusia dan teknologi yang sederhana. Bahan baku utama untuk membuat tahu adalah kedelai. Pada proses pembuatan tahu membutuhkan air dalam jumlah besar mulai dari tahap pencucian sampai pemasakan kedelai hingga menjadi tahu yang siap untuk dijual. Dari banyaknya air yang dipakai mengakibatkan proses pembuatan tahu menghasilkan limbah cair organik *biodegradable* dalam jumlah cukup besar pula. Industri tahu menghasilkan limbah cair selama proses produksi, limbah cair tersebut dihasilkan dari proses pencucian, perendaman, hasil penggumpalan, pengepresan, tumpahan proses serta dari pembersihan tempat (Disyamto, Elystia, dan Andesgur, 2014). Limbah cair industri tahu dapat menimbulkan pencemaran karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi (Marhadi, 2016). Senyawa organik tersebut antara lain 25-50% karbohidrat, 40-60% protein, 8-12% lemak, dan sisanya berupa kalsium, besi dan fosfor yang menyebabkan limbah cair mengandung Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), dan Total Suspended Solid (TSS) yang tinggi serta keasaman yang rendah (Haerun, Mallongi, dan Natsir, 2018). Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi, suhu mencapai 40°C - 46°C, kadar BOD₅ (6.000 - 8.000 mg/l), COD (7.500 -14.000 mg/l), TSS dan pH yang cukup tinggi pula (Herlambang, 2002:15).

Air limbah dari proses pembuatan tahu yang belum diolah pada umumnya memiliki kadar kadar BOD 5.000-10.000 mg/L, kadar COD 7.000-12.000 mg/L (Sayow et al., 2020). Menurut penelitian Setiawan et al (2021) kadar TSS pada limbah tahu sebesar 1.301 mg/L serta pH antara 5,5-5,6 yang tidak memenuhi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Berdasarkan PerMen LH Nomer 5 tahun 2014 dinyatakan bahwa limbah cair tahu memiliki kadar maksimum parameter Biochemical Oxygen

Demand (BOD) 150 mg/L, Chemical Oxygen Demand (COD) 300 mg/L, Total Suspended Solids (TSS) 200 mg/L dan pH antara 6-9. (Said dkk, 2006)

Salah satu industri pembuatan tahu skala kecil di Kota Malang yaitu Pabrik Tahu Duta yang berlokasi di Kelurahan Purwodadi, Kecamatan Blimbing, Kota Malang. Secara geografis Pabrik Tahu DUTA ini terletak pada 7°56'5" LS dan 112°38'39,3" BT. Pabrik Tahu Duta Malang ini berdiri di pinggir Sungai Sumpil yang merupakan cabang sungai dari Sungai Brantas. Sungai Sumpil tersebut mengalir ke daerah Pulosari, Sulfat, hingga ke Muharto dan bersatu kembali dengan Sungai Brantas. Berdasarkan hasil wawancara, Pabrik Tahu Duta Malang yang berkapasitas produksi 900 kg kedelai perhari menghasilkan limbah cair sebesar 17,745 m³ dengan kualitas BOD₅, COD, TSS, dan PH berturut-turut adalah 1.340 mg/L, 1.852 mg/L, 1.520 mg/L, dan 4,09. Industri ini belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sesuai standard. Limbah cair yang langsung dibuang ke perairan dalam jangka panjang tentu dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan terutama di sekitar industri.

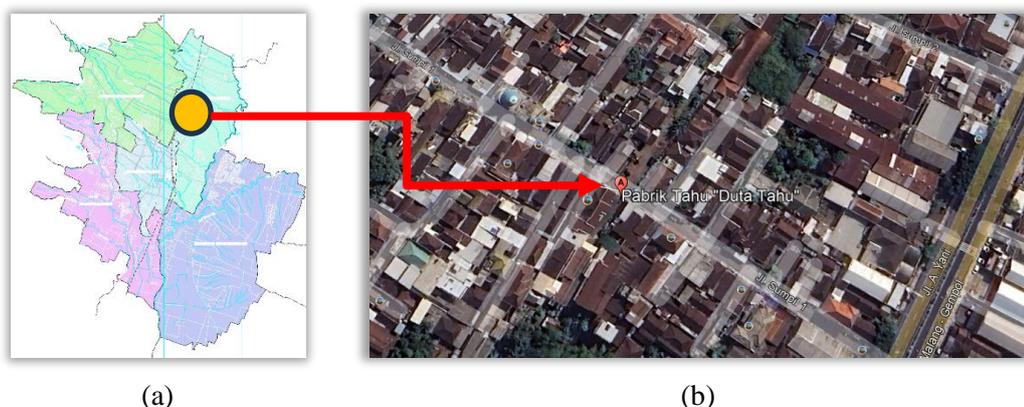
Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu berasal dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, Oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik tahu sangat tinggi. Salah satu pengolahan limbah secara biologis adalah menggunakan kombinasi sistem anaerobic – aerobic dengan tujuan menurunkan kadar BOD₅, COD dan TSS pada limbah buangan Pabrik Tahu Duta. Pengolahan dengan kombinasi anaerobic – aerobic dapat diterapkan pada limbah dengan memiliki beban organik tinggi. Sistem anaerobik yang digunakan dalam studi ini menggunakan biakan melekat aliran turun (*downflow attached growth*), sedangkan pada sistem aerobik menggunakan biakan melekat tercelup aliran turun (Nurhasan, dan Pramudyanto.1991), (Pohan. 2008)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar debit air limbah tahu yang dihasilkan dari proses produksi, menganalisa kandungan BOD, COD, TSS dan pH pada limbah cair, menganalisa efisiensi penerapan sistem anaerobik-aerobik pada IPAL di Pabrik Tahu yang memiliki modal dan luas lahan yang terbatas, sehingga potensi dampak pencemaran oleh limbah cair tahu mampu diatasi secara efektif.

2. METODOLOGI

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Pabrik Tahu Duta Malang pada Jalan Sumpil Gang 1 No.25, RT.01, RW.04, Kelurahan Purwodadi, Kecamatan Blimbing, Kota Malang. Secara geografis Pabrik Tahu DUTA ini terletak pada 7°56'5" LS dan 112°38'39,3" BT. Pabrik Tahu Duta Malang ini berdiri di pinggir Sungai Sumpil yang merupakan cabang sungai dari Sungai Brantas. Sungai Sumpil tersebut mengalir ke daerah Pulosari, Sulfat, hingga ke Muharto dan bersatu kembali dengan Sungai Brantas Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian; (a) Peta Administrasi Kota Malang, (b) Lokasi Pabrik Tahu Duta

2.2. Tahapan Penelitian

Untuk merencanakan suatu instalasi pengolahan air limbah (IPAL) diperlukan adanya pengumpulan data dan pengukuran terhadap parameter penentu yakni kapasitas kedelai yang diproduksi setiap harinya, besar limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi tersebut serta kadar BOD, COD, pH, dan TSS. Tahapan yang dimaksud adalah sebagai berikut: (Gubernur Jawa Timur. 2013).

a. Identifikasi masalah

Dalam tahap identifikasi masalah didapatkan dua pokok permasalahan, yaitu: Pabrik Tahu DUTA Malang berpotensi menghasilkan kontaminan bagi lingkungan air penerima. Dibutuhkan desain instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang sesuai untuk mengatasi potensi pencemaran.

b. Kajian Pustaka

Kajian pustaka mengenai permasalahan yang timbul dari hasil identifikasi masalah. Kajian pustakan didasarkan pada kebutuhan informasi proses pembuatan tahu dan berbagai jenis instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

c. Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang terdiri dari data perusahaan yang didapatkan dari wawancara dan survei, Data debit limbah cair yang dihasilkan dari pengukuran debit di *outlet* terakhir pabrik. Data pengukuran lahan pabrik secara langsung. Data yang didapatkan dari *sampling* dan analisa sampel limbah cair. Pengambilan sampel limbah cair pabrik tahu dilakukan dengan metode *grab sampling* yaitu mengambil limbah cair dalam waktu acak yang dihasilkan dari setiap tahap pembuatan tahu. Sampel yang diambil dari tiap tahap tersebut diukur menggunakan gelas takar sesuai dengan perbandingan volume yang didapatkan dari perkiraan limbah cair yang dihasilkan untuk 9 kg kedelai.

d. Standar Baku Mutu Limbah

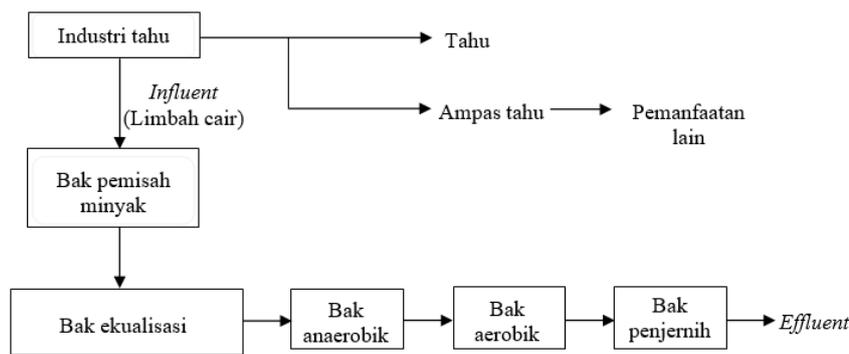
Mutu air limbah dievaluasi dengan membandingkan kuantitas dan kualitas limbah cair dari Pabrik Tahu Malang terhadap Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usahan Lainnya.

2.3. Penentuan Model IPAL

Untuk air limbah yang dihasilkan dari proses produksi tahu diperlukan perencanaan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dengan beberapa kriteria yang telah disesuaikan dengan kebutuhan dari industri tersebut dan kebutuhan lingkungan (Metcalf, dan Eddy. 2003, Pohan, 2008.)

2.4. Analisa Perhitungan Desain IPAL

Tahap yang selanjutnya yaitu perencanaan dan perhitungan desain IPAL secara detail. Perhitungan dimensi IPAL disesuaikan dengan model yang telah dipilih dan luas lahan yang telah tersedia berdasarkan lokasi penempatan IPAL. Dalam perhitungan desain IPAL dengan kombinasi sistem anaerobik dan aerobik akan dihitung desain standar yaitu bak kontrol, bak ekualisasi, bak anaerobik dan bak aerobik. Berikut ini merupakan bagan proses pengolahan limbah sederhana kombinasi sistem anaerobik-aerobik.



Gambar 2. Bagan Proses Pengolahan Limbah Sederhana Kombinasi Sistem Anaerobik – Aerobik

A. Perhitungan Dimensi IPAL mengikuti standar perhitungan yang lazim dipakai sebagai berikut:
 a. Bak Pemisah Lemak

- $Flow\ rate = \frac{Q\ (\frac{m^3}{hari})}{Waktu\ produksi\ limbah\ (jam)}$
- Volume = Flow rate x waktu tinggal

b. Bak Ekualisasi

Syarat dimensi bak ekualisasi adalah,

Dimensi yang menampung tampungan maksimal > dimensi yang menampung debit limbah cair

c. Bak Anaerobik

- Nilai efisiensi sebesar 75%
- $BOD_{out} = 25\% \times BOD_{masuk}$
 $COD_{out} = 25\% \times COD_{masuk}$
- Beban BOD = Q limbah cair (m³/hari) x Kadar BOD
 Beban COD = Q limbah cair (m³/hari) x Kadar COD
- Besar BOD yang dihilangkan = Efisiensi Bak Anaerobik x Beban BOD
 Besar COD yang dihilangkan = Efisiensi Bak Anaerobik x Beban COD
- $Volume\ Media\ biofiler = \frac{Beban\ BOD}{Standar\ beban\ BOD}$
- $Volume\ Bak\ Anaerobik = \frac{100}{60} \times Volume\ Media\ Biofilter$

d. Bak Aerobik

- Nilai efisiensi sebesar 95%
- $BOD_{out} = 5\% \times BOD_{masuk}$
 $COD_{out} = 5\% \times COD_{masuk}$
- Beban BOD = Q limbah cair (m³/hari) x BOD Anaerobik
 Beban COD = Q limbah cair (m³/hari) x COD Anaerobik
- Besar BOD yang dihilangkan = Efisiensi Bak Anaerobik x Beban BOD didalam limbah cair
 Besar COD yang dihilangkan = Efisiensi Bak Anaerobik x Beban COD didalam limbah cair
- $Volume\ Media = \frac{Beban\ BOD\ dalam\ limbah\ cair}{Beban\ per\ volume\ media}$
- $Volume\ reaktor = \frac{100}{55} \times Volume\ Media$

e. Bak Penjernih

- $Volume = \frac{waktu\ tinggal\ (jam)}{24} \times O\ (m^3/hari)$
- Bak yang direncanakan berbentuk silinder
 $Volume\ total = (1/4 \pi \times d^2 \times t) + (1/3 \pi \times d^2 \times t)$

f. Pompa Blower

- Kebutuhan oksigen = FS x Beban BOD
- Massa Jenis Udara = $\frac{\text{Tekanan Atmosfer} \times \text{Mol Udara}}{\text{Konstanta gas universal} \times \text{Suhu rerata}}$
- Kebutuhan Udara Aktual = $\frac{\text{Jumlah kebutuhan udara teoritis}}{\text{Efisiensi Blower (\%)}}$
- Rekomendasi yang sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh Pabrik Tahu Duta adalah Tipe Blower GF – 180

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Estimasi Debit Limbah

Pengukuran debit limbah cair pabrik tahu dilakukan dengan cara menghitung volume air yang dibutuhkan dalam setiap proses pembuatan tahu pada Pabrik Tahu DUTA Malang. Air yang ditambahkan dalam setiap proses tersebut ditakar dengan menggunakan kaleng yang mempunyai volume 5,25 liter. Tabel 1 berikut ini merupakan tabel perkiraan kebutuhan air pada proses pemasakan kedelai hingga menjadi tahu pada pabrik tersebut.

Tabel 1. Perkiraan kebutuhan air untuk 9 Kg kedelai

Proses	Kebutuhan air (liter)	Hasil limbah cair (liter)
Pencucian	22,00	22,00
Perendaman	34,60	34,60
Penggilingan	11,00	-
Pemasakan	65,00	-
Penyaringan	55,50	-
Pengepresan	5,50	10,50
Penggumpalan (cuka)	10,00	80,00
Perendaman	22,00	22,00
Lain-lain	15,00	15,00
Total	240,60	184,10
900 Kg Kedelai	26,73	20,46

3.2. Pengambilan Sample air dan Analisa Laboratorium

Pengambilan sampel limbah cair pabrik tahu dilakukan dengan metode *grab sampling*, yaitu mengambil limbah cair dalam waktu acak yang dihasilkan dari setiap tahap pembuatan tahu. Tabel 2 berikut merupakan besarnya volume limbah cair yang digunakan untuk pengambilan sampel.

Tabel 2. Volume Sampel Limbah Cair Pabrik Tahu

Proses	Limbah cair (liter)	Sampel (liter)
Pencucian	22,00	0,10
Perendaman	34,60	0,30
Sisa penggumpalan (bersifat asam)	80,00	0,60
Pengepresan	10,50	0,10
Perendaman tahu jadi	22,00	0,20
Lain-lain	15,00	0,20
Total	184,10	1,50

Analisa kualitas limbah cair pabrik tahu dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Brawijaya. Terdapat empat parameter yang dinilai yaitu pH, BOD₅, COD, dan TSS. Kualitas limbah cair pada Pabrik Tahu Duta Malang yang diketahui dari hasil analisa laboratorium dibandingkan dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Perbandingan kualitas limbah cair pada Pabrik Tahu Duta Malang yaitu sebagai berikut. (Nuraida. 1985)

Tabel 3. Perbandingan Kualitas Limbah Pabrik Tahu dengan Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Kadar Baku mutu *) (mg/L)	Kadar Limbah Cair Pabrik Tahu ** (mg/l)
pH	6,0 - 9,0	4,09
BOD ₅	150	1440
COD	300	1950
TSS	100	1422
Volume air limbah maksimum (m ³ /ton kedelai)	20	19,60

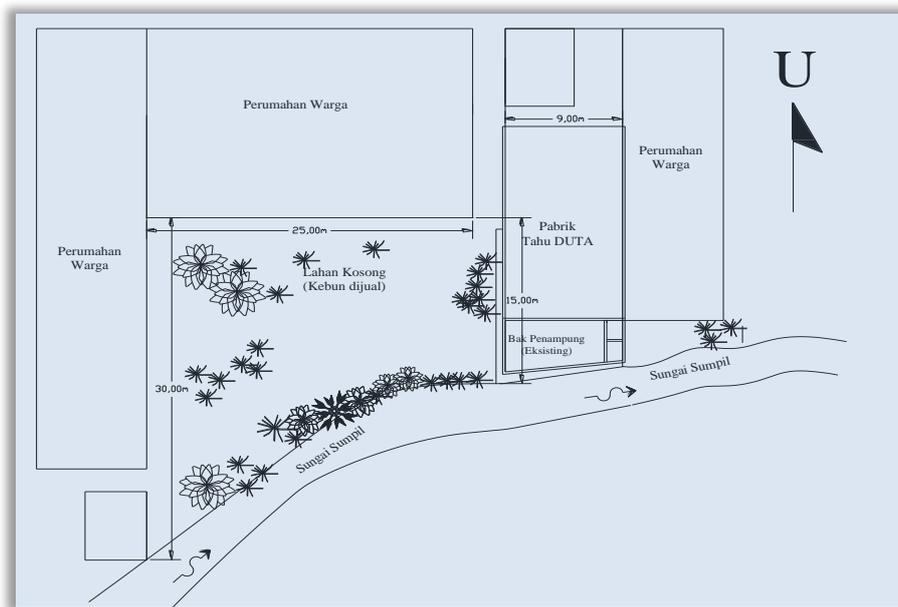
*)Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013

***) hasil analisa laboratorium pada sample limbah

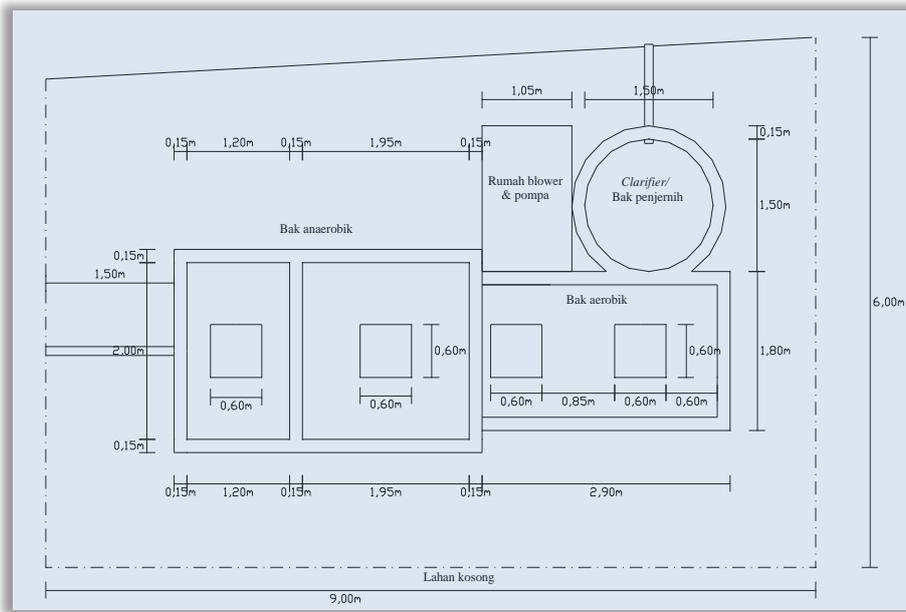
Dari hasil analisa pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa kualitas limbah cair pabrik tahu Duta belum memenuhi baku mutu yang ditentukan dari peraturan Gubernur Jawa Timur no.72 tahun 2013. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terhadap limbah cair tersebut.

3.3. Perencanaan Disain IPAL

Dasar perencanaan IPAL pabrik Tahu mengacu pada kreteria SNI dan menyesuaikan kecukupan lahan yang dimiliki oleh pihak pabrik tahu. Lahan yang tersedia pada belakang pabrik Tahu adalah sisi utara 25 m, sisi timur 13 m, sisi barat 30 m dan sisi selatan 30 meter seperti tampak pada Gambar 2 (a). Dengan demikian maka direncanakan pola penempatan untuk masing-masing Bak Pengolahan dibuat sedemikian hingga dengan luas yang ada masih dapat tercukupi secara optimal seperti terlihat pada Gambar 2 (b).

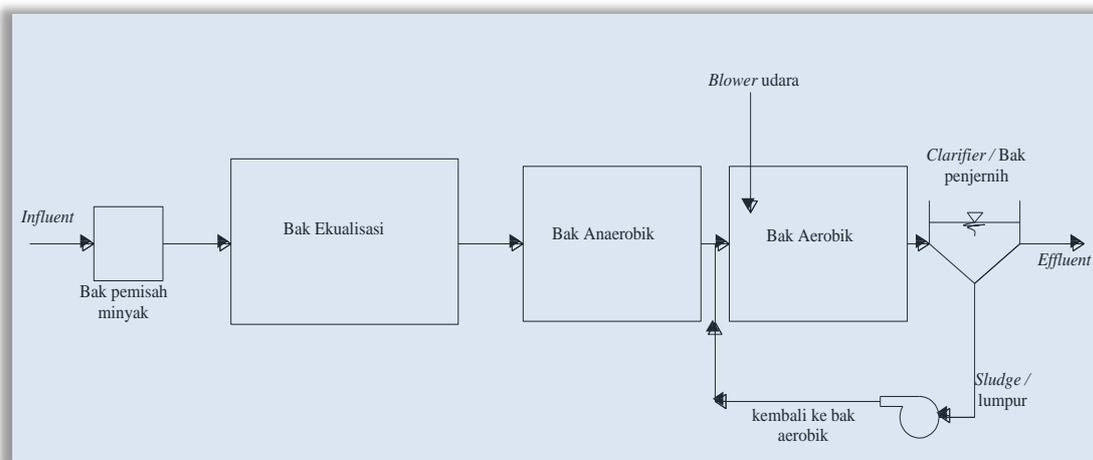


(a)



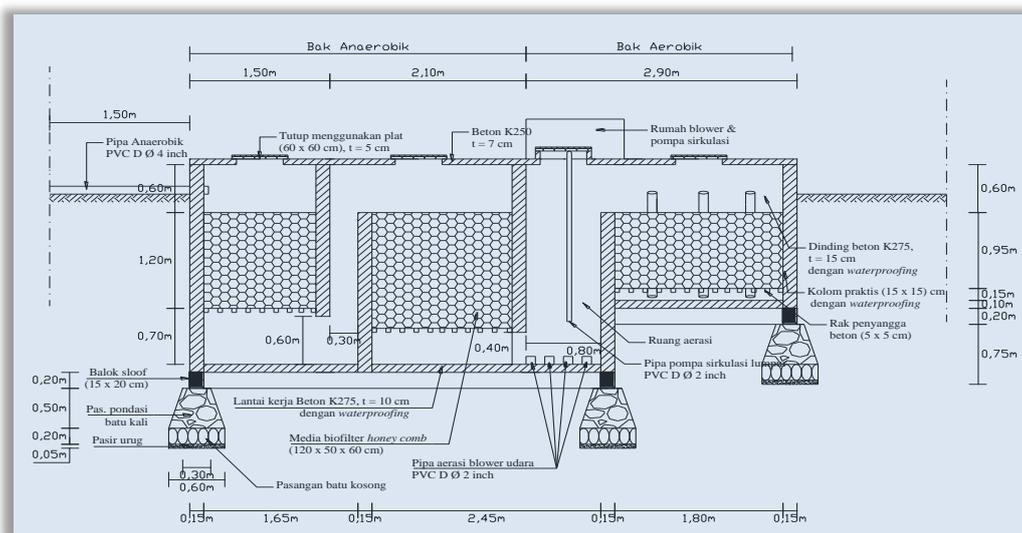
(b)
Gambar 2. Denah Lokasi Pabrik Tahu Duta Malang

Segala jenis cairan yang masuk ke dalam bak equalisasi menjadi homogen (tercampur) menjadi satu. Bak ke-3 adalah Bak Anaerobik yang dilengkapi dengan filter penyaring mampu menurunkan kadar COD dan TSS cukup efektif. Bak ke -4 adalah Bak Aerobik dengan lumpur aktif dengan biofilter mampu menurunkan beban BOD dan TSS dengan efisiensi sekitar 80%. Bak Ke-5 adalah Bak Penjerni/ Clarifier tank yang berfungsi untuk mengurangi kandungan TSS (total suspended solid) dalam air. Dengan menggunakan clarifier ini dapat menghasilkan air dengan tingkat kejernihan dan turbiditas yang baik. Bak terakhir ini ada dua (2) lubang yang mengalirkan buangan hasil pengolahan dan endapan lumpur yang bisa di buang keluar atau di masukkan lagi ke bak Aerobik dengan cara pemompaan. Secara lengkap disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Pengolahan Limbah Cair Pabrik Tahu

Berdasarkan kriteria perencanaan, maka untuk mengolah limbah cair pabrik tahu dapat digunakan model IPAL dengan teknologi kombinasi proses biologis anaerobik - aerobik menggunakan biofilter. Sistem yang digunakan pada reaktor/kolam anaerobik adalah biakan melekat aliran turun (*downflow attached growth*) dan pada reaktor/kolam aerobik digunakan biakan melekat tercelup aliran turun (*downflow submerged attached growth processes*) seperti pada Gambar 4. Pertimbangan pemilihan metode *downflow attached growth processes* sesuai digunakan untuk beban COD di range 5 – 10 kg/m³.hari dengan karakteristik air limbah yang mudah untuk didegradasi. Manfaat utama proses ini adalah tidak ada permasalahan dalam pengisian kedalam reaktor dan pengoperasian yang mudah. Sedangkan pemilihan metode *downflow submerged attached growth processes* adalah membutuhkan sedikit lahan, mempunyai kemampuan yang efektif dalam menguraikan limbah dan tidak ada pengendapan lumpur pada proses lumpur aktif.



Gambar 4. Detail Desain Potongan Biofilter Anaerobik dan Aerobik

3.4. Analisa Perhitungan Dimensi IPAL

3.4.1. Perhitungan Dimensi

A. Bak Pemisah Lemak

Debit limbah cair = 20,46 m³/hari dan Waktu produksi limbah (t) = 10 jam

$Flow\ rate = Q\ (m^3/hari) / t\ (jam) = 20,46 / 10 = 2,046\ m^3/jam;$

$Volume\ bak = Flow\ rate \times waktu\ tinggal = 2,046\ m^3/jam \times 2\ jam = 3,5\ m^3$

B. Bak Ekuilisasi

Dimensi : Panjang = 7,5 m ; Lebar = 4,5 m, Tinggi = 1,5 m

Volume tampungan maksimum = 7,5 x 4,5 x 1,5 = 50,62 m³ ; Syarat:

Syarat Vol. tampungan > Q limbah, dimana 50,62 m³ > 20,46 m³, sehingga memenuhi persyaratan.

C. Bak Anaerobik

Diasumsikan efisiensi sebesar 75%, sehingga: BOD_{out} = 25 % x BOD_{in} = 335 mg/l serta COD_{out} = 25 % x COD_{in} = 463 mg/l.

Volume media biofilter adalah 60% dari jumlah volume efektif, sehingga volume bak yang diperlukan adalah: Vol. = 100/60 x vol.media biofilter = 100/60 x 7,13 m³ = 11,89 m³ ~ 12,00 m³

D. Bak Aerobik

Jumlah BOD dan COD yang dihilangkan, $BOD = 95\% \times \text{beban BOD dalam limbah cair (kg/hari)}$; $= 95\% \times 5,94 \text{ kg/hari} = 5,64 \text{ kg/hari}$.

Sedangkan $COD = 95\% \times \text{beban COD dalam limbah cair (kg/hari)}$
 $= 95\% \times 8,22 \text{ kg/hari} = 7,81 \text{ kg/hari}$

Total volume efektif bak aerobik adalah = Vol. efektif media + Vol. efektif aerasi
 $= 3,24 + 2,40 = 5,64 \text{ m}^3$.

E. Bak Penjernih

Direncanakan waktu tinggal bak penjernih adalah 3,5 jam

$= \text{waktu tinggal} \times Q \text{ (m}^3/\text{hari)} = 3,524 \times 17,745 = 2,59 \text{ m}^3$, Dimensi bak penjernih: Diameter = 1,50 m; Tinggi Silinder = 1,20 m Tinggi kerucut = 0,30 m Tinggi jagaan = 0,50 m

F. Pompa blower

Direncanakan *blower* udara yang diperlukan yaitu dengan spesifikasi:

Kapasitas = 200 – 250 ltr/menit; Head = 2 m; Jumlah = 2 unit

Rekomendasi = Blower GF – 180; *Output* = 300 ltr/menit; Daya = 180 watt

4.4.2. Analisa hasil proses IPAL

Tabel 4 Berikut ini adalah estimasi hasil proses IPAL yang diterapkan pada Pabrik Tahu Kota Malang yang memperlihatkan nilai parameter-parameter pada masing-masing proses pada tiap Bak Pengolahan.

Tabel 4. Perkiraan Kualitas *Effluent* dari Proses Pengolahan IPAL

Section	Parameter (mg/L)			Keterangan
	BOD ₅	COD	TSS	
<i>Influent</i>	1.340	1.852	1.520	Nilai awal
<i>Skimmer</i>	1.330,0	1.862,0	1.434,0	Hasil proses
	0%	0%	5%	effektitas
Bak Ekualisasi	1.330	1.842	1.236	Hasil proses
	0%	0%	15%	effektitas
Bak Anaerobik	345,0	453,0	306,0	Hasil proses
	75%	75%	75%	effektitas
Bak Aerobik	17,12	24,21	16,32	Hasil proses
	95%	95%	95%	effektitas
Bak Penjernih	16,02	21,91	1,45	Hasil proses
	5%	5%	90%	effektitas
<i>Effluent</i>	16,1	21,9	1,45	Nilai awal

Berdasarkan tabel 4 tersebut diatas, memperlihatkan bahwa aplikasikan perencanaan IPAL pada Pabrik Tahu Kota Malang akan memberikan hasil yang dapat menurunkan kadar BOD, COD dan TSS yang sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013.

4. KESIMPULAN

Besar debit limbah cair pabrik tahu DUTA Malang adalah 20,46 m³/hari dengan kandungan BOD₅, COD, TSS dan pH belum memenuhi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Luas lahan yang diperlukan adalah sebesar 9 m x 6 meter (56 m²). Tahapan proses pada IPAL dimulai dari Bak Pemisah Minyak, Bak Ekualisasi, Bak Anaerobik-Aerobi dan Bak Penjernih. Berdasarkan hasil perbandingan kualitas *effluent*, maka diketahui bahwa *effluent* tersebut telah memenuhi baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 yaitu kadar BOD₅ menjadi 16.1 mg/L, kadar COD 21,9 mg/L, kadar TSS 1,45 mg/L

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. Tata cara perencanaan dan pemasangan tangki biofilter pengolahan air limbah rumah tangga dengan tangki biofilter. Pd-T-04-2005-C. Jakarta : Badan Litbang PU.
- Disyamto, D. A., Elystia, S., & Andesgur, I. (2020). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Typha latifolia dengan Proses Fitoremediasi. *Jom Fteknik*. 1 (2), 2
- Gubernur Jawa Timur. 2013. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan Kegiatan Industri Lainnya. Surabaya : Gubernur Jawa Timur.
- Herlambang, A. 2002. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. Cetakan Pertama. Jakarta Pusat: BPPT.
- Haerun, R., Mallongi, A., & Natsir, M. F. (2018). Efisiensi Pengolahan Limbah cair Industri Tahu menggunakan Biofilter Sistem Upflow dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK) LP2M Unhas*. 1 (2), 2.
- Metcalf, dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. Fourth Edition. International edition. New York: McGraw-Hill.
- Nuraida. 1985. Analisa Kebutuhan Air Pada Industri Pengolahan Tahu dan Kedelai, dalam Amir Husin 2008. Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed- Bed. Tesis dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Nurhasan, dan Pramudyanto.1991. Penanganan Air Limbah Tahu, dalam Amir Husin 2008. Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Biofiltrasi Anaerob dalam Reaktor Fixed- Bed. Tesis dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Pohan, Nurhasmawaty. 2008. Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Biofilter Aerobik. Tesis dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Said, Nusa Idaman; Haryoto; Nugro; dan Arie. 2006. Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob.
- Sayow Febian; Bobby Vian Jhon Polii; Wenny Tilaar; Kojoh Deanne Augustine, 2020. Analisa Kandungan Limbah Industri Tahu dan Tempe Rahayu di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Agri-Sosio Ekonomi Unsrat*, Volume 16 Nomor 2, Mei 2020: 245-252