

## BAB 2

### KRITERIA DESAIN DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kriteria Desain

Berikut kriteria desain dari beberapa unit yang akan digunakan dalam Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Maju Jaya:

**Tabel 2.1** Kriteria Desain Beberapa Unit Pengolahan IPAL Bagian 1

Unit	Kriteria Desain
<b>Pengolahan</b>	
<b>Biofilter Anaerobik</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Beban BOD per satuan permukaan media (<math>L_a</math>) = 5-30 g BOD/m<sup>2</sup>.hari. (EBIE Kunio., "Eisei Kougaku Enshu", Morikita Shuppan Kabushiki Kaisha, 1992).</li><li>• Beban BOD 0,5-4 Kg BOD per m<sup>2</sup> media. (Nusa Idaman Said, BPPT, 2003).</li><li>• Waktu tinggal total rata = 6-8 jam</li><li>• Tinggi ruang lumpur = 0,5m</li><li>• Tinggi bed media pembiakan mikroba = 0,9-1,5 m</li><li>• Tinggi air di atas bed media = 20 m</li></ul>
<b>Biofilter Aerobik</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Beban BOD per satuan permukaan media (<math>L_a</math>) = 5-30 g BOD/m<sup>2</sup>.hari.</li><li>• Beban BOD 0,5-4 Kg BOD per m<sup>2</sup> media. (Nusa Idaman Said, BPPT, 2003).</li><li>• Waktu tinggal total rata = 6-8 jam</li><li>• Tinggi ruang lumpur = 0,5m</li><li>• Tinggi bed media pembiakan mikroba = 1,2 m</li><li>• Tinggi air di atas bed media = 20 m</li></ul>
<b>Bak Penjernih / Clarifier</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Waktu tinggal standar = 2-4 jam (Nusa Idaman, 1999)</li></ul>

- Standar perencanaan rectangular clarifier dan circular clarifier (Ronald L. Droste, 1997) =
  - H maks = 4,90 m
  - Panjang maks = 75 m
  - Diameter maks = 38 m
  - Overflow Rate = 16 – 29 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Hari
  - Floor Slope = mendekati datar / 1:12

(Sumber: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jendral Upaya Kesehatan, 2011)

**Tabel 2.2** Kriteria Desain Beberapa Unit Pengolahan IPAL Bagian 2

Unit	Kriteria Desain
<b>Anaerobik</b>	Tinggi Keseluruhan 5 - 7 m, Area Permukaan Tertentu Dari Paket Media Plastik : 100 m <sup>2</sup> .m-3, Fraksi kosong 95%, Densitas Media Pendukung: 100 kg.m-3,
<b>Aerobik</b>	Beban BOD Rata-Rata : 1700 mg/l, Beban Rata-Rata SS : 1500 mg/l, pH : 3.7, BOD Removal : 96 %, Waktu Ditensi Maks. : 20 Jam, Effluent : 50 mg/l

(Sumber:U.S. Environmental Protection Agency, 1971)

## 2.2 Karakteristik Limbah

Karakteristik buangan industri tahu meliputi dua hal, yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik Fisika meliputi padatan total, padatan tersuspensi, suhu, warna, dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Suhu air limbah tahu berkisar 37-45°C, kekeruhan 535-585 FTU, warna 2.225-2.250 Pt.Co, amonia 23,3-23,5 mg/l, BOD 6.000-8.000 mg/l dan COD 7.500-14.000 mg/l (Herlambang, 2002).

Suhu buangan industri tahu berasal dari proses pemasakan kedelai. Suhu limbah cair tahu pada umumnya lebih tinggi dari air bakunya, yaitu 40<sup>0</sup>C-46<sup>0</sup> C. Suhu yang meningkat di lingkungan perairan akan mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen dan gas lain, kerapatan air, viskositas, dan tegangan permukaan. Bahan-bahan organik yang terkandung di dalam buangan industri tahu pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein,

karbohidrat, lemak dan minyak. Diantara senyawa-senyawa tersebut, protein dan lemak adalah yang jumlahnya paling besar. Protein mencapai 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10%. Air buangan industri tahu kualitasnya bergantung dari proses yang digunakan. Apabila air prosesnya baik, maka kandungan bahan organik pada air buangannya biasanya rendah. Komponen terbesar dari limbah cair tahu yaitu protein (Ntotal) sebesar 226,06-434,78 mg/l, sehingga masuknya limbah cair tahu ke lingkungan perairan akan meningkatkan total nitrogen di perairan tersebut (Herlambang, 2002).

Gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah tahu adalah gas nitrogen (N). Oksigen (O<sup>2</sup>), hidrogen sulfida (HS), amonia (NH), karbondioksida (CO) dan metana (CH). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan (Herlambang, 2002).

## **2.3 Jenis Limbah**

### **2.3.1 Limbah Padat**

Limbah padat (ampas tahu) merupakan hasil sisa perasan bubur kedelai. Ampas tahu ini jika tidak segera ditangani dengan cepat akan menghasilkan bau yang tidak sedap karena ampas tahu mempunyai sifat cepat basi. Ampas tahu akan mulai menimbulkan bau yang tidak sedap 12 jam setelah dihasilkan. (Lies Suprapti, 2005).

Ampas tahu masih layak dijadikan bahan pangan karena masih mengandung protein sekitar 5%. Oleh karena itu pemanfaatan ampas tahu menjadi produk pangan masih terus dikembangkan, diantaranya adalah pembuatan kecap ampas tahu yang diperoleh melalui proses fermentasi ampas tahu. (Pusbangtepa, 1989).

### **2.3.2 Limbah Cair**

Limbah cair tahu merupakan limbah yang ditimbulkan dalam proses pembuatan tahu dan berbentuk cairan. Limbah cair mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut yang akan mengalami perubahan fisika, kimia dan biologis yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman dimana kuman tersebut dapat berupa kuman penyakit ataupun kuman yang merugikan baik pada tahu sendiri maupun tubuh manusia. Selain itu, limbah cair yang berasal dari industri tahu merupakan masalah serius dalam pencemaran lingkungan, karena menimbulkan bau busuk dan pencemaran

sumber air. Perkiraan jumlah limbah cair = 100 kg kedelai bahan baku akan menimbulkan 1,5 – 2 m<sup>3</sup> limbah cair. (Pramudyanti, 1991).

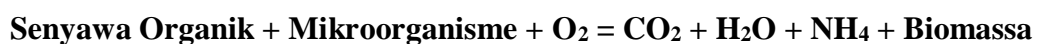
#### **2.4 Proses Pengolahan Anaerob**

Menurut (Nusa Idaman, 2017) dan (Elly Yuniarti, 2006), zat organik terdegradasi secara biologis dalam lingkungan anaerob (tanpa oksigen) oleh mikroorganisme yang dapat menggunakan molekul selain oksigen (O<sub>2</sub>). Mikroorganisme beraktivitas dengan mendekomposisi secara anaerobik dan menghasilkan biogas yang mengandung gas metana (CH<sub>4</sub>), CO<sub>2</sub>, dan sebagian H<sub>2</sub>S. Proses anaerob dapat mendegradasi beban pengolahan yang lebih besar. Secara keseluruhan reaksi dapat dilihat sebagai berikut :



#### **2.5 Proses Pengolahan Aerob**

Menurut (Nusa Idaman, 2017) dan (Elly Yuniarti, 2006), senyawa organik yang terkandung di dalam air limbah akan didegradasi oleh mikroorganisme secara aerob (dengan oksigen). Proses aerob dapat mendegradasi beban pengolahan yang kecil atau rendah. Secara keseluruhan reaksi dapat dilihat sebagai berikut :



Senyawa organik tersebut digunakan oleh mikroorganisme sebagai makanannya. Fungsinya untuk tumbuh dan kembang mikroorganisme demi kelangsungan hidup mikroorganisme tersebut. Pada proses ini menghasilkan lumpur yang biasa disebut lumpur aktif. Sehingga perlu dilakukan pengolahan lumpur.

#### **2.6 Activated Sludge (Lumpur Aktif)**

Lumpur aktif (*Activated Sludge*) terbentuk dari proses aerob (menggunakan oksigen (O<sub>2</sub>)). Pada proses aerob mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara berkoloni. Mikroorganisme yang membentuk koloni tersebut berbentuk menyerupai gumpalan padatan kecil yang mudah mengendap. Koloni ini disebut lumpur aktif (R.D. Ratnani, 2011).

## 2.7 Proses Pengolahan Biofilter Anaerobik – Aerobik

Proses pengolahan limbah dengan proses biofilter anaerobik-aerobik terdiri dari beberapa bagian yakni bak pengendap awal, biofilter anaerobik, biofilter aerobik, bak pengendap akhir, dan jika perlu dilengkapi dengan bak klorinasi. Limbah yang berasal dari proses penguraian anaerobik (pengolahan tahap pertama) dialirkan ke bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir dan kotoran lainnya. Selain sebagai bak pengendapan, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran, serta bak pengurai senyawa organik yang berbentuk padatan, pengurai lumpur dan penampung lumpur (Herlambang, 2002).

Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak anaerobik dengan arah aliran dari atas ke bawah (down flow) dan dari bawah ke atas (up flow). Di dalam bak anaerobik tersebut diisi dengan media dari bahan plastik atau kerikil dan batu pecah. Jumlah bak anaerobik ini bisa dibuat lebih dari satu sesuai dengan kualitas dan jumlah air baku yang akan diolah. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam limbah dilakukan oleh bakteri anaerobik. Setelah beberapa hari, pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang belum sempat terurai pada bak pengendap awal. Air limpasan dari bak anaerobik dialirkan ke bak aerobik. Di dalam bak aerobik ini dapat diisi dengan media dari bahan kerikil atau plastik atau batu apung atau bahan serat sesuai dengan kebutuhan atau dana yang tersedia, sambil diaerasi atau dihembus dengan udara, sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Dengan demikian limbah akan kontak dengan mikroorganisme yang tersuspensi dalam air maupun yang menempel pada permukaan media (Herlambang, 2002).

Dari proses tersebut efisiensi penguraian zat organik dan deterjen dapat ditingkatkan serta mempercepat proses nitrifikasi, sehingga efisiensi penghilangan amonia menjadi lebih besar. Proses ini sering dinamakan aerasi kontak (contact aeration). Dari bak aerasi, limbah dialirkan ke bak pengendap akhir. Di dalam bak ini kembali ke bagian awal bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan dialirkan ke bak klorinasi (Herlambang, 2002).

Dengan kombinasi proses anaerobik-aerobik tersebut selain dapat menurunkan zat organik (BOD, COD) juga menurunkan amonia, deterjen, muatan padat tersuspensi (MPT)

fosfat dan lainnya. Dengan adanya proses pengolahan lanjut tersebut, nilai COD dalam air olahan yang dihasilkan akan relatif rendah (Herlambang, 2002).

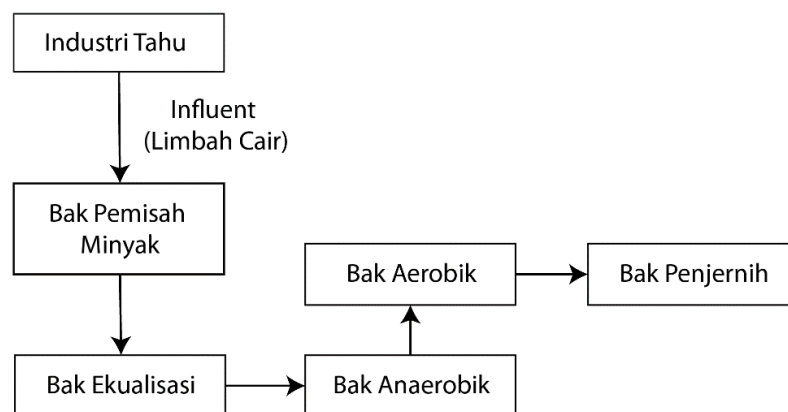
## 2.8 Landasan Dasar Referensi

Kriteria yang digunakan untuk menentukan model Perencanaan Instalasi Air Limbah (IPAL) untuk pabrik tahu Maju Jaya adalah sebagai berikut :

- a) Pengoperasian yang mudah
- b) Efisiensi removal pengolahan air limbah dapat meminimalisasi kandungan dalam air limbah yang sesuai dengan baku mutu yang ditentukan.
- c) Lahan yang digunakan untuk perencanaan IPAL tidak terlalu besar atau tidak memakan lahan yang banyak.
- d) Biaya pembangunan IPAL dan biaya operasional sesuai dengan industry skala kecil atau rumahan.

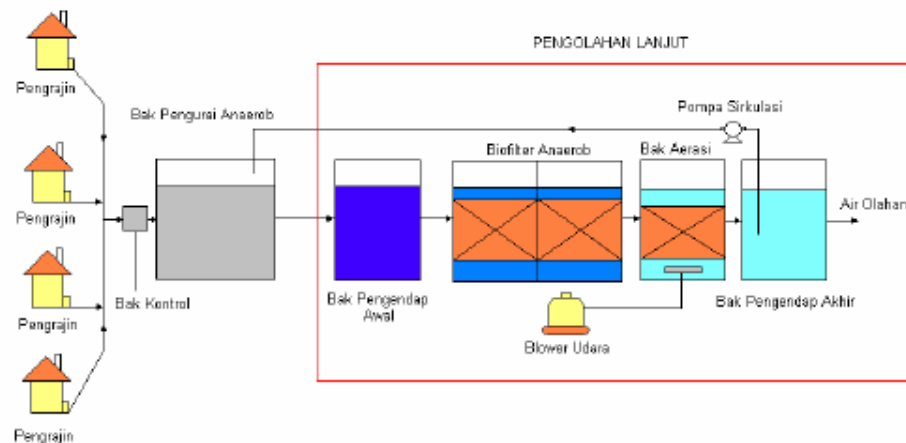
Berikut model Perencanaan Instalasi Air Limbah (IPAL) berdasarkan literatur yang ada dan sudah diterapkan:

1. Jurnal Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik-aerobik Pada Pabrik Tahu “DUTA” Malang - Diana Khusna Mufida, Moh. Sholichin Dan Chandrawati Cahyani :



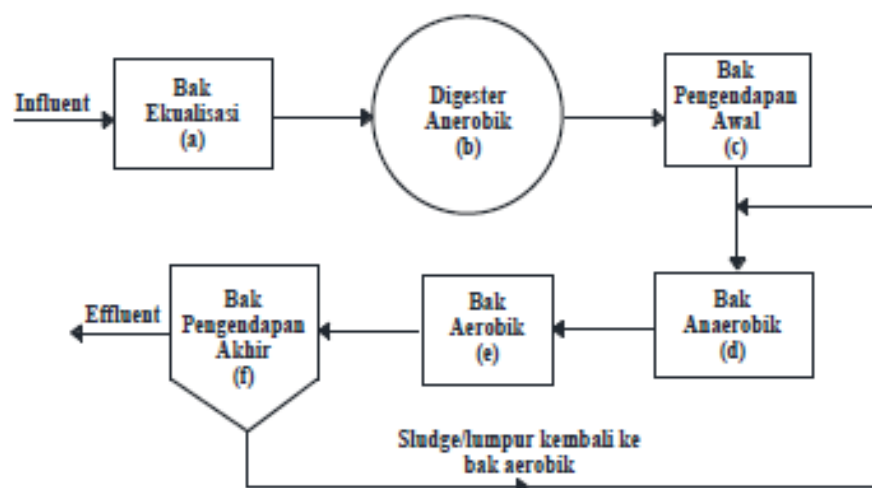
**Gambar 2.1** Skema Instalasi Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu “DUTA”  
Malang

2. Jurnal Teknologi Pengolahan Limbah Tahu – Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob – Ir. Nusa Idaman Said dan Heru Dwi Wahjono, B.Eng :



**Gambar 2.2** Skema Instalasi Air Limbah (IPAL) Tahu – Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob

3. Jurnal Studi Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik-Aerobik – Shafiya Sausan Hidayati, Donny Herisuseno, Rini Wahyu Sayekti :



**Gambar 2.3** Skema Instalasi Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Fit Malang Dengan Digester Anaerobik Dan Biofilter Anaerobik-Aerobik

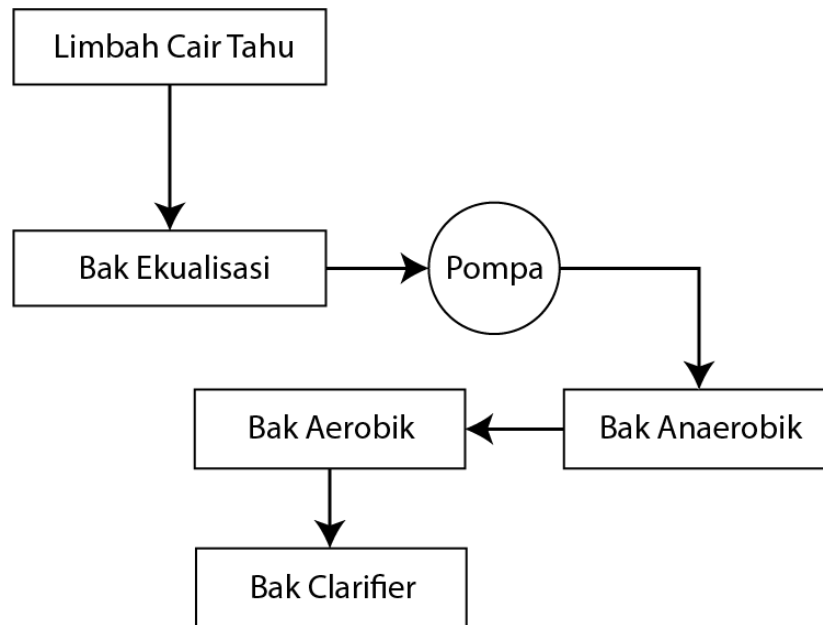
**Tabel 2.2** Hasil Review Masing – Masing Jurnal

No	Referensi	Input				Output					
		BOD <sub>5</sub> (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	Q (Liter)	pH	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	PH	Suhu (°C)
1	Diana Khusna Mufida, Moh. Sholichin Dan Chandrawati Cahyani (2014)	1.340	1.852	1.520	17.245	4.09	15.90	21.99	18.05	6.50	27-28
2	Ir. Nusa Idaman Said dan Heru Dwi Wahjono, B.Eng (1999)	5201	63300	3663	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Q maks: (36.246)</li> <li>• Q<sub>r</sub>: (20.753)</li> </ul>	4.4	128.19	10.53	3.96	8.2	27-28
3	Shafiya Sausan Hidayati, Donny Herisuseno, Rini Wahyu Sayekti (2017)	585	1252	429	10000 - 16000	7.4	62	148	26	8.2	27-28



Berdasarkan dari literature review di atas, terpilih beberapa alternative skema Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) yang digunakan dalam proposal tugas akhir ini adalah:

Alternatif Skema Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) secara umum :



**Gambar 2.4** Skema Alternatif Instalasi Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Maju Jaya

Skema model yang digunakan tanpa menggunakan bak pemisah minyak dan bak ekualisasi. Hal itu dikarenakan dalam proses pembuatan tahu pada Pabrik Tahu Maju Jaya tidak menggunakan bahan campuran yang mengandung minyak sehingga tidak memerlukan bak pemisah minyak.

Disamping itu, karena luas lahan yang begitu luas serta biaya yang terbatas pada skala kecil, maka model yang di gunakan tidak terlalu banyak dan menyesuaikan lahan yang tersedia, maka bak ekualisasi tidak digunakan dalam model Perencanaan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Pabrik Tahu Maju Jaya dan diganti dengan bak penampung yang bertujuan untuk menampung air limbah pertama kali sehingga debit nya dapat disesuaikan terlebih dahulu sebelum masuk ke unit selanjutnya.

*“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”*