

## PENERAPAN SISTEM PRODUKSI BERSIH DAN PERENCANAAN IPAL PADA INDUSTRI TAHU SRAGEN JAWA TENGAH

Rizki Dwi Martia<sup>1\*</sup>, Rois Fatoni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia/Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

<sup>2</sup>Teknik Kimia/Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

\*Email: [D500160149@student.ums.ac.id](mailto:D500160149@student.ums.ac.id)

---

### Abstrak

**Keywords:**

Industri tahu; limbah  
cair; biofilter  
aerobik.

Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang terbuat dari bahan baku kedelai. Di Indonesia, terdapat 84.000 unit industri tahu dengan kapasitas produksi mencapai lebih dari 2.560.000 ton/tahun. Proses produksi tahu cukup sederhana dan mudah, yakni diawali dengan pemilihan kedelai, pencucian kedelai, perendaman kedelai, penggilingan kedelai, penyaringan whey, pemasakan whey, pencetakan tahu, pemotongan tahu, dan pemasaran tahu. Serangkaian proses produksi tahu tersebut menghasilkan limbah cair yang dibuang ke lingkungan sekitar 20.000.000 m<sup>3</sup>/tahun. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif penanganan limbah cair di industri tahu khususnya daerah Sragen, Jawa Tengah. Tahapan penelitian ini diawali dengan mewawancarai pemilik industri tahu, mengidentifikasi masalah lingkungan di sekitar industri tahu, mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian, dan melakukan pengolahan data yang telah dikumpulkan. Hasil analisis laboratorium DLH Sukoharjo menunjukkan limbah cair tahu bahwa kandungan BOD sebesar 9372 mg/L, kandungan COD sebesar 25768 mg/L, dan TSS sebesar 925 mg/L. Jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, standar kadar keluaran limbah cair industri tahu di daerah Sragen masih memiliki kandungan BOD, COD, dan TSS yang melebihi standar baku mutu, yakni secara berurut sebesar 150 mg/L, 300 mg/L, dan 200 mg/L. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh rancangan perhitungan instalasi pengolahan limbah yang disarankan ialah bak pengendapan awal, bak biofilter aerob, dan bak pengendapan akhir. Masing-masing memiliki dimensi sebesar 0,275 m<sup>3</sup>, 0,78 m<sup>3</sup>, dan 0,275 m<sup>3</sup>. Bak pengendapan awal dan bak pengendapan akhir, masing-masing memiliki efisiensi pengurangan zat organik sebesar 40% sampai dengan 70%. Sedangkan bak biofilter aerob memiliki efisiensi pengurangan zat organik sebesar 65%. Perancangan instalasi pengolahan limbah cair industri tahu ini, didapatkan nilai penurunan kandungan BOD, kandungan COD, dan kandungan TSS sebesar 98,406 mg/L, 270. 564 mg/L, dan 4,856 mg/L.

## 1. PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan yang terdiri dari bahan dasar kacang kedelai yang telah dihancurkan dan proteinnya digumpalkan serta dibentuk menjadi bentuk seperti kotak pada umumnya (1). Prinsip pembuatan tahu umumnya merupakan ekstraksi protein kacang kedelai dengan air kemudian digumpalkan dengan bahan penggumpal yang berupa asam dan garam-garam tertentu (2)..

Dengan jumlah industri tahu di Indonesia mencapai 84.000 unit usaha, dengan kapasitas produksi lebih dari 2,56 juta ton per tahun. Air limbah yang dibuang ke lingkungan sekitar 20 juta meter kubik per tahun (3).

Proses produksi pabrik tahu menghasilkan limbah dan berpotensi menjadi sumber pencemaran lingkungan jika limbah padat maupun limbah cair langsung dibuang ke lingkungan tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan, limbah ini umumnya dijual atau diolah kembali menjadi produk olahan seperti tempe, gembus, kerupuk ampas tahu, diolah menjadi tepung ampas tahu yang akan dijadikan bahan dasar pembuatan roti kering dan cake atau dijadikan pakan ternak (4). Sedangkan limbah cair dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu. Limbah cair tersebut mengandung *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang tinggi. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan yang ada didalam perairan yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dan mengurangi perkembangannya serta air berperan sebagai pembawa penyakit (5).

Produksi bersih dapat menjadi suatu alternatif dalam strategi pengelolaan limbah cair industri tahu yang bersifat *preventive* (pencegahan) dan terpadu. Produksi bersih diperlukan sebagai cara untuk mengharmonisasikan upaya perlindungan lingkungan (6).

Upaya tersebut dikaitkan dengan kegiatan pembangunan atau pertumbuhan ekonomi, mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, memelihara, dan memperkuat pertumbuhan

ekonomi dalam jangka panjang mendukung prinsip *environmental equality*, mencegah atau memperlambat terjadinya proses degradasi lingkungan dan yang tidak kalah pentingnya adalah pemanfaatan sumber daya alam melalui penerapan daur ulang limbah. Selain itu upaya tersebut dapat dijadikan sebagai suatu cara untuk memperkuat daya saing produk di tingkat pasar internasional (7).

Selain produksi bersih, perencanaan pengolahan limbah cair juga dibutuhkan. Pada penelitian ini digunakan sistem pengolahan limbah cair secara biologis, yaitu biofilter aerobik. Biofilter aerobik dioperasikan dengan tambahan pasokan oksigen melalui injeksi udara menggunakan unit kompresor atau *blower* dari bagian bawah mediafilter dengan tekanan tertentu lewat media porous (unit *diffuser*) atau pipa berlubang (*perforated pipe*), proses ini juga disebut dengan kontak aerasi (8).

Salah satu contoh media yang banyak digunakan yakni media dalam bentuk sarang tawon (*honeycomb tube*) dari bahan PVC dengan kelebihan memiliki luas permukaan spesifik yang besar dan volume rongga yang besar, sehingga dapat melekatkan mikroorganisme dalam jumlah yang besar dengan resiko kebuntuan yang sangat kecil (9).

Tujuan dari penelitian ini untuk memberikan alternatif produksi bersih untuk mengefisiensikan produksi dan mendapatkan desain pengolahan limbah cair dari produksi tahu sehingga aman dibuang ke lingkungan. Diharapkan berguna sebagai pertimbangan pengurangan dan pengolahan limbah produksi tahu.

## 2. METODE

### Lokasi Studi

Objek studi dilakukan di salah satu industri tahu skala rumah tangga di Dusun Kebayan Teguhan, Sragen Wetan, Kecamatan Sragen, Kabupaten Sragen, Jawa Tengah.

### Data-Data yang Dibutuhkan

1. Data jumlah bahan baku dalam proses produksi.
2. Data kualitas limbah cair produksi tahu.

### Metode Analisa

1. Penelitian ini dimulai dengan studi pustaka, kemudian tahap pengumpulan data.
2. Pengumpulan data yang dibutuhkan
  - Data jumlah bahan baku diperoleh berdasarkan survey lapangan dan wawancara dengan pemilik industri tahu.
  - Data kualitas limbah cair dilakukan dengan mengambil sampel pada hari Selasa, 03 Desember 2019. Kemudian sampel limbah cair diuji di laboratorium dengan parameter BOD, COD, dan TSS. Data hasil analisa laboratorium kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu air limbah sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
3. Penentuan dan perhitungan desain instalasi pengolahan air limbah sesuai dengan data-data yang ada.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan proses produksi tahu hasil wawancara dengan pemilik industri :

1. Pemilihan kedelai dipilih dengan kualitas yang baik,
2. Kedelai dicuci dengan tujuan melunakkan struktur sel kedelai sehingga mudah untuk digiling dan menghasilkan

3. Setelahnya kedelai direndam selama 2-3 jam dengan tujuan mempermudah proses penggilingan sehingga hasil bubur dari penggilingan tersebut dapat kental,
4. Kedelai digiling dengan mesin penggiling,
5. Kemudian kedelai yang telah digiling akan disaring menggunakan kain mori. Ini bertujuan untuk memisahkan ampas kedelai dan cairan berwarna putih susu. Ampas kedelai yang sudah diperas kemudian dipindahkan ke dalam ember penyimpanan. Ini akan dijual sebagai pakan ternak,
6. Setelah disaring, cairan berwarna putih susu dimasak dengan menggunakan uap bertekanan dan ditambahkan dengan asam cuka untuk menggumpalkan protein,
7. Gumpalan protein dipindahkan ke dalam kotak *press* yang telah dilapisi kain mori, setelahnya gumpalan akan ditekan dengan menggunakan batu besar hingga air keluar dan gumpalan menjadi padatan tahu,
8. Padatan tahu akan dipotong-potong lalu setelahnya akan ditempatkan di rak-rak penyimpanan untuk diangin-anginkan,
9. Tahu siap dipasarkan.

Dari proses produksi secara keseluruhan dapat dihitung neraca massa setimbang sebesar 444 kg. Identifikasi neraca massa dari proses produksi tahu menghasilkan limbah padat sebesar 50,5 kg dan limbah cair sebesar 257 kg. Perhitungan neraca massa dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Neraca Massa Pengolahan Tahu di Sragen**

Proses	Input		Output	
	Bahan	Jumlah (kg)	Bahan	Jumlah (kg)
Pencucian	Kedelai	30	-	-
	Air	55	Air Buangan	54,5
Perendaman	Air	55	Air Buangan	52,5
Penggilingan	Air	10	Ceceran Kedelai	0,8
Perebusan	Air	100	-	-
Penyaringan	Air	130	Ampas Tahu	50,5
Penggumpalan	Ekstrak	64	Limbah Cair	70
	-	-	Ekstrak	64
Pencetakan	-	-	Tahu	71,7
Total		444		444

Beberapa industri tahu di Kabupaten Sragen masih menggunakan cara

konvensional dalam proses produksinya. Limbah – limbah padat maupun cair

belum begitu diperhatikan pengolahannya secara serius. Limbah padat oleh pemilik industri tahu diolah menjadi produk samping yakni tempe gembus, lainnya hanya dijual tanpa diolah kepada masyarakat sekitar untuk pakan ternak. Limbah cair dari proses produksi hanya dibuang ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu.

Penerapan produksi bersih perlu disosialisasikan pada industri tahu untuk membantu pencegahan dan penurunan dampak lingkungan melalui siklus hidup produk. Berikut alternatif penerapan produksi bersih yang diperoleh dengan studi pustaka :

**Tabel 2. Alternatif Penerapan Produksi Bersih**

No	Saran Alternatif	Cara Pelaksanaan
1.	Memodifikasi corong mesin penggiling untuk menghindari terjadinya tumpahan	Mengganti corong mesin penggiling dengan ukuran yang lebih besar
2.	<i>Whey</i> bisa dimanfaatkan menjadi <i>nata de soya</i>	Penambahan starter bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>
3.	Abu sisa pembakaran dapat digunakan untuk pengganti kapur sebagai penurun pH tanah yang asam	Menebar abu pada tanah yang asam

Menurut (11), alternatif langkah perbaikan untuk meningkatkan efisiensi di tiap tahapan proses produksi dan mengurangi limbah dilakukan dengan cara menerapkan tindakan produksi bersih dan *good housekeeping* yaitu (12):

1. Membuat standar operasi proses produksi untuk mengontrol jalannya proses produksi sehingga meminimalisir terjadinya kesalahan prosedur,
2. Melengkapi alat pelindung diri untuk kesehatan dan keselamatan pegawai seperti pemakaian masker, sarung tangan, sepatu karet, serta penutup kepala untuk menghindari kecelakaan kerja,
3. Melakukan pemisahan limbah padat dan cair untuk memudahkan dalam proses pemanfaatan atau pembuangannya,
4. Menghindari terjadinya tumpahan atau ceceran bahan dengan memberikan pengarahan dan pelatihan pada karyawan di bagian produksi,
5. Menghindari terjadinya pemborosan penggunaan air dengan menutup kebocoran selang air serta penggunaan spray di ujung selang untuk mengurangi debit air yang keluar,
6. Menjaga kebersihan dan kelembaban ruang produksi,

7. Melaksanakan *material handling* yang baik dalam penyimpanan dan penggunaan bahan, dan

8. Melakukan upaya peningkatan efisiensi energy dengan cara menghemat pemakaian air sehingga menurunkan beban kerja pompa dan menghemat pemakaian listrik, mematikan listrik ketika siang hari, memberikan naungan pada tempat penyimpanan kayu, memodifikasi tungku untuk menghemat penggunaan bahan bakar kayu.

Alternatif lainnya ialah dengan menginjeksikan steam langsung ke bubur kedelai yang ada di dalam tungku. Ada dua keuntungan yang diperoleh dari injeksi steam, yaitu penghematan bahan bakar dan tidak menghasilkan kerak di dasar tungku sebagaimana terjadi di dalam proses pemasakan konvensional (13).

Disarankan juga perencanaan pengolahan limbah. Pengolahan limbah cair sangat dibutuhkan karena hasil analisis laboratorium DLH Sukoharjo menunjukkan limbah cair industri tahu memiliki kualitas limbah cair yang buruk dan belum memenuhi standar baku mutu yang sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

**Tabel 3. Kadar Keluaran Limbah di Pabrik Tahu Sragen**

PARAMETER	SATUAN	KADAR KELUARAN LIMBAH (mg/L)	KADAR MAKSIMUM DIIZINKAN (mg/L)
BOD	mg/L	9372	150
COD	mg/L	25768	300
TSS	mg/L	925	200

= 15460,8 mg/L

Berikut perhitungan perencananaan pengolahan menggunakan biofilter aerob yang ditambahkan suplai udara dan media biofilter sarang tawon (14):

**Perhitungan**

• **Bak Pengendapan Awal**

a) **Data**

Debit (Q) = 2,056 m<sup>3</sup>/hari  
BOD masuk = 9372 mg/L  
COD masuk = 25768 mg/L  
TSS masuk = 925 mg/L

b) **Perhitungan**

**Direncanakan**

Waktu tinggal = 5 jam

**Volume dan dimensi bak**

Volume diperlukan

= Q x t  
= 0,0856 m<sup>3</sup>/jam x 5 jam  
= 0,4283 m<sup>3</sup>

Dimensi bak

= p x l x t  
= 1 m x 0,5 m x 0,5 m  
= 0,275 m<sup>3</sup>

Tinggi jagaan = 0,3 m

**Perhitungan waktu tinggal**

$$t = \frac{\text{volume bak}}{\text{debit limbah cair/jam}}$$

$$= \frac{0,275 \text{ m}^3}{0,0856 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 3,2101 \text{ jam}$$

c) **Penentuan Kualitas Effluent**

Pada bak pengendapan awal direncanakan memiliki efisiensi pengurangan zat organik sebesar 70% TSS dan 40% zat organik (15).

TSS keluar = 30% x TSS masuk  
= 30% x 925 mg/L  
= 277,5 mg/L

BOD keluar = 60% x BOD masuk  
= 60% x 9372 mg/L  
= 5623,3 mg/L

COD keluar = 60% x COD masuk  
= 60% x 25768 mg/L

• **Bak Biofilter Aerob**

a) **Perhitungan**

Perhitungan beban BOD dan COD

Beban BOD = 0,3084 kg/hari

Beban COD = 0,6168 kg/hari

**Volume media yang diperlukan**

Perhitungan volume media didasarkan besar beban BOD. Untuk pengolahan air dengan biofilter, standar beban BOD/volume media adalah 0,5 – 4 kg BOD/m<sup>3</sup> hari. Ditetapkan dalam perhitungan beban BOD yang digunakan yaitu 1 kg BOD/ m<sup>3</sup> hari.

$$\text{Volume media} = \frac{\text{Beban BOD}}{\text{Standar BOD}}$$

$$= \frac{0,3084 \text{ kg/hari}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}/\text{hari}}$$

$$= 0,3084 \text{ m}^3$$

**Volume reaktor yang diperlukan**

Menurut Pd-T-04-2005-C, volume media biofilter sebesar 55% dari volume reaktor, maka :

$$\text{Volume} = (100/55) \times \text{volume media}$$

$$= (100/55) \times 0,3084 \text{ m}^3$$

$$= 0,5607 \text{ m}^3$$

**Waktu tinggal di dalam reaktor**

$$t = \frac{\text{volume bak}}{\text{debit limbah cair/jam}}$$

$$= \frac{0,5607 \text{ m}^3}{0,0856 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 6,5454 \text{ jam}$$

**Dimensi bak biofilter aerob**

Dimensi bak

= p x l x t  
= 1 m x 0,6 m x 1,3 m  
= 0,78 m<sup>3</sup>

Tinggi jagaan = 0,3 m

Waktu tinggal reaktor aerob rata-rata

$$t = \frac{\text{volume bak}}{\text{debit limbah cair/jam}}$$

$$= \frac{0,78 \text{ m}^3}{0,0856 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 9,1050 \text{ jam}$$

Cek beban BOD/volume media biofilter

$$\begin{aligned} \text{Beban BOD} &= \frac{\text{beban BOD}}{\text{volume media}} \\ &= \frac{0,3084 \text{ kg} \frac{\text{BOD}}{\text{m}^3 \text{hari}}}{0,78 \text{ m}^3} \\ &= 0,3953 \text{ kg BOD/hari} \end{aligned}$$

**Jumlah media biofilter aerobik**

Berdasarkan ukuran yang tersedia di pasaran, satu buah media sarang tawon tipe *crossflow* memiliki volume sebesar 0,36 m<sup>3</sup> dengan dimensi standar yaitu 1,2 m x 0,5 m x 0,6 m, maka jumlah yang diperlukan

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{volume media}}{\text{volume satu buah media}} = \frac{0,78 \text{ m}^3}{0,36 \text{ m}^3} \\ &= 2,167 \text{ buah} \approx 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

**b) Blower Udara pada Biofilter Aerob**

Kebutuhan oksigen (beban BOD)

Digunakan faktor keamanan (FS) sebesar 1,6 untuk *packing* berupa *plastic cross flow* (15)..

Kebutuhan oksigen

$$= \text{FS} \times \text{beban BOD}$$

$$= 1,6 \times 0,3084 \text{ kg/hari}$$

$$= 0,4934 \text{ kg/hari}$$

Kebutuhan udara teoritis digunakan untuk menentukan kapasitas *blower* (15)..

$$\text{Presentasi O}_2 \text{ dalam udara} = 23,18\%$$

$$\text{Suhu udara rata-rata} = 30^\circ\text{C}$$

$$\text{Massa jenis udara pada suhu } 30^\circ\text{C}$$

$$P\alpha = \frac{P \times M}{R \times T} \text{ dengan,}$$

$$P = 1,01325 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$M = 28,97 \text{ kg/kg mol}$$

$$R = 8314 \text{ N.m/kg.mol.K}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} P\alpha &= \frac{P \times M}{R \times T} \\ &= \frac{1,01325 \times 10^5 \times 28,97}{8314 \times (273,15 + 30)} \\ &= 1,1646 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Jumlah kebutuhan udara}}{\text{kebutuhan oksigen}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{P\alpha}{0,4934 \text{ kg/hari}} \\ &= \frac{1,1646 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 28,18\%}{0,4934 \text{ kg/hari}} \end{aligned}$$

$$= 1,8277 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Kebutuhan udara aktual, efisiensi udara

$$\frac{2,0\% \text{ Kebutuhan udara aktual}}{\text{jumlah kebutuhan udara teoritis}} =$$

$$\frac{\text{Efisiensi}}{1,8277 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= \frac{1,8277 \text{ m}^3/\text{hari}}{0,02}$$

$$= 91,3888 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 63,4645 \text{ L/menit}$$

Direncanakan *blower* udara yang diperlukan dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kapasitas = max 190 L/menit

Tekanan = 6 kPa

Jumlah = 1 unit

Dimensi = 16,5 cm x 20,5 cm x 21 cm

Daya = 120 watt

Rekomendasi = Resun GF-120

**c) Penentuan Kualitas Effluent**

Pada bak biofilter aerob direncanakan memiliki efisiensi pengurangan zat organik sebesar 95%.

$$\text{TSS Keluar} = 5\% \times \text{TSS masuk}$$

$$= 5\% \times 277,5 \text{ mg/L}$$

$$= 13,875 \text{ mg/L}$$

$$\text{BOD Keluar} = 5\% \times \text{BOD masuk}$$

$$= 5\% \times 5623,2 \text{ mg/L}$$

$$= 281,16 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD Keluar} = 5\% \times \text{COD masuk}$$

$$= 5\% \times 15560,8 \text{ mg/L}$$

$$= 773,04 \text{ mg/L}$$

**• Bak Pengendapan Akhir**

**a) Perhitungan**

Direncanakan

$$\text{Waktu tinggal} = 5 \text{ jam}$$

**Volume dan dimensi bak**

Volume diperlukan

$$= Q \times t$$

$$= 0,0856 \text{ m}^3/\text{jam} \times 5 \text{ jam}$$

$$= 0,4283 \text{ m}^3$$

Dimensi bak

$$= p \times l \times t$$

$$= 1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 0,55 \text{ m}$$

$$= 0,275 \text{ m}^3$$

$$\text{Tingg jagaan} = 0,3 \text{ m}$$

Perhitungan waktu tinggal

$$t = \frac{\text{volume bak}}{\text{debit limbah cair/jam}}$$

$$= \frac{0,275 \text{ m}^3}{0,0856 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}}$$

$$= 3,2101 \text{ jam}$$

**b) Penentuan Kualitas Effluent**

Pada bak pengendapan akhir direncanakan memiliki efisiensi pengurangan zat organik sebesar 65%.

$$\begin{aligned} \text{TSS keluar} &= 35\% \times \text{TSS masuk} \\ &= 35\% \times 13,875 \text{ mg/L} \\ &= 4,8562 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BOD keluar} &= 35\% \times \text{BOD masuk} \\ &= 35\% \times 281,16 \text{ mg/L} \\ &= 98,406 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{COD keluar} &= 35\% \times \text{COD masuk} \\ &= 35\% \times 270,564 \text{ mg/L} \\ &= 270,564 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

**Tabel 4. Kualitas Effluent Proses Pengolahan Limbah**

Section	Parameter		
	BOD mg/L	COD mg/L	TSS mg/L
Influent	9372	25768	925
Bak Pengendapan Awal	40%	40%	70%
	5623,2	15460,8	277,5
Bak Biofilter Aerob	95%	95%	95%
	281,16	773,04	13,875
Bak Pengendapan Akhir	65%	65%	65%
	98,406	270,564	4,85625

**4. KESIMPULAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan di industri tahu Sragen, Jawa Tengah dapat disimpulkan bahwa :

- Belum adanya penerapan dan penanganan khusus terkait efisiensi produksi dan pengolahan limbah cair produksi,
- Hasil analisis untuk kandungan BOD, kandungan COD, dan kandungan TSS menunjukkan nilai yang tinggi yaitu sebesar sebesar 9375 mg/L, 25768 mg/L, dan 925 mg/L.
- Pada perencanaan IPAL dengan sistem biofilter aerobik dengan media sarang tawon terlihat bahwa kandungan BOD, kandungan COD, dan kandungan TSS menunjukkan penurunan yang signifikan yaitu sebesar 98, 406 mg/L, 270, 564 mg/L, 4,856 mg/L.
- Ukuran dimensi pada bak pengendapan awal sebesar 0,275 m<sup>3</sup>, bak biofilter aerobi sebesar 0,78 m<sup>3</sup>, dan bak pengendapan akhir sebesar 0,275 m<sup>3</sup>.

**REFERENSI**

- Yudhistira B, Andriani M, Utami R. Karakterisasi: Limbah Cair Industri Tahu Dengan Koagulan Yang Berbeda (Asam Asetat Dan Kalsium Sulfat). Caraka Tani J Sustain Agric. 2016;31(2):137–45.
- Nanda L. Pembuatan tahu dari kacang kedelai dengan menggunakan bahan penggumpal ie kuloh sira. J Reaksi (Journal Sci Technol. 2016;14(01):37–42.
- Faisal M, Gani A, Maulana F, Daimon H. Treatment and Utilization of industrial Tofu Waste in Indonesia. Asian J Chem. 2016;28(3):501–7.
- Romansyah E, Muliatiningsih, Putri DS, Alawiyah A. Pengaruh pemberian daun bambu dan arang bambu pada pengelolaan limbah cair tahu. J Agrotek. 2018;5(2):79–86.
- Pradana TD, Suharno, Apriansyah.

- Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD. *J Vokasi Kesehat.* 2018;4(2):56–62.
6. Wickramasinghe A. Gender and health issues in the biomass energy cycle : impediments to sustainable development. *Energy Sustain Dev* [Internet]. 2003;7(3):51–61. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60365-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60365-8)
  7. Rahayu SS, Purwanto, Budiyono. Pengelolaan Lingkungan Industri Kecil Tahu Dengan Menerapkan Produksi Bersih Dalam Upaya Efisiensi Air Dan Energi. In: Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. 2016. p. 956–62.
  8. Faruq M, Lindu M, Yanidar R, Astuti AD. Efisiensi Penyisihan Bod Dan Cod Dalam Pengolahan Air Limbah Kantin Kombinasi Biofilter Aerobik Dan Subsurface Flow Constructed Wetland Multilayers Filtration Dengan Tanaman Akar Wangi Di SMA Negeri 78 , Jakarta Barat. In: Seminar Nasional Cendekiawan 4. Jakarta; 2018. p. 443–8.
  9. Said NI, Ruliasih. Tinjauan Aspek Teknis Pemilihan Media Biofilter Untuk. *J Air Indones.* 2005;1(3):272–81.
  10. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
  11. Ariyanti M, Purwanto P, Suherman S. Analisis Penerapan Produksi Bersih Menuju Industri Nata De Coco Ramah Lingkungan. *J Ris Teknol Pencegah Pencemaran Ind.* 2014;5(2):45–50.
  12. Zulmi A, Meldayanoor, Lestari E. Analisis Kelayakan Penerapan Produksi Bersih pada Industri Tahu UD. Sugih Waras Desa Atu-atu Kecamatan Pelaihari. *Teknol Agro-industri.* 2018;5(1):1–9.
  13. Fatoni R, Septiani T, Mikasasari RP. Kajian Tekno-Ekonomis Pabrik Tahu Di Kabupaten Pemalang Jawa Tengah. In: The 3rd University Research Colloquium. Kudus; 2016. p. 22–8.
  14. Bintang YK, Chandrasasi D, Haribowo R. Studi Efektifitas Dan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah ( Ipal ) Pada Peternakan Sapi Skala Rumah Tangga. *J Tek Pengair.* 2009;10(1):51–8.
  15. Metclaf, Eddy. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse.* Tchobanoglous G, Burton FL, Stensel HD, editors. New York: McGraw-Hill; 2003. 1819 pages.
  16. Pd-T-04-2005-C. Tata cara perencanaan dan pemasangan tangki biofilter pengolahan air limbah rumah tangga dengan tangki biofilter. 2006;1–17.