

## **PENURUNAN *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* (BOD) DAN *TOTAL SUSPENDED SOLIDS* (TSS) PADA PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK DENGAN PROSES ANAEROBIK BIOFILTER**

**Ayu Pramita<sup>1\*</sup> dan Eka Dyah Puspita<sup>2</sup>**

Program Studi D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan<sup>1</sup>

Program Studi D3 Teknik Informatika<sup>2</sup>

Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia

\*e-mail: ayupramita2013@gmail.com

### **Abstract**

Domestic wastewater in the culinary area is waste water produced from several restaurants. The problem of liquid waste needs to get serious attention, because it has complex characteristics and the remaining results of these activities can cause the volume of wastewater with a high contaminant load that flows continuously over a long period of time. One way to manage the environment is through physical processing, namely by pre-treatment of sedimentation and biological treatment by biofilter anaerobic processes. Anaerobic biofilter is a biological treatment, which uses media as a place to grow and develop microorganisms, with no oxygen in the reactor. The parameters in liquid waste processing consist of three, namely physical parameters, chemical parameters and biological parameters. In the method of combating liquid waste here uses chemical parameters, namely BOD and TSS. Where BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) is the number of milligrams of oxygen needed by aerobic microbes to decompose karon organic matter in 1 L of water for 5 days at a temperature of 20°C ± 1°C. Whereas for TSS (*Total Suspended Solid*) as the residue from total solids held by a filter with a particle size of maximum 2µm or greater than the size of colloidal particles, which include TSS are mud, clay, metal oxides, sulfides, algae, bacteria, and fungi . The aim of this research is that the liquid waste from the activity can be reused as clean water by anaerobic biofilter method using BOD and TSS parameters. The variables used are operational time. Reactor I and reactor II contain media arranged from the bottom up, namely rock fragments, gravel, shells and gauze. The operational time variations used are 0 hours as t0 or the first time the waste exits the reactor, and the time is 2 hours, 4 hours, 6 hours, and 8 hours is a periodic observation of operational time. The results showed that anaerobic biofilter has the ability to reduce the concentration of BOD (*Biological Oxygen Demand*) and TSS (*Total Suspended Solid*). Based on the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number P.68 / Menlhk / Setjen / Kum.1 / 8/2016 concerning Domestic Waste Water Quality Standards, the characteristics of wastewater are obtained before treatment (pre treatment) which is 28- 31 ° C; pH 9,3-10; BOD 30 mg / L; and TSS 29 mg / L. Decreasing the initial state in reactor I for BOD is 25 mg / L. Whereas for the decrease in TSS is 16 mg / L. The results showed that anaerobic biofilter with pumice, gravel and clam shell media had the ability to reduce BOD and TSS concentrations significantly. The percentage decrease in concentration in reactor I was greater than that of reactor II,

with an operational time of 6 hours for BOD allowance of 73,54%. While the operational time of 8 hours for TSS is 81,39%.

**Keywords:** Impurities, *Biofilter Anaerobic, BOD, Domestic Waste and TSS.*

### **Abstrak**

*Limbah cair domestik kawasan kuliner merupakan air buangan yang dihasilkan dari beberapa rumah makan. Permasalahan limbah cair ini perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena memiliki karakteristik yang kompleks dan sisa hasil kegiatan tersebut dapat menimbulkan volume air limbah dengan beban kontaminan yang cukup tinggi yang mengalir secara terus menerus dalam jangka waktu panjang. Salah satu cara untuk mengelola lingkungan tersebut dengan rangkaian pengolahan fisik, yaitu dengan pre treatment sedimentasi dan pengolahan biologis dengan proses anaerobik biofilter. Anaerobik biofilter merupakan pengolahan biologis, yang menggunakan media sebagai tempat tumbuh dan berkembang mikroorganisme, dengan tanpa adanya oksigen dalam reaktor. Parameter dalam pengolahan limbah cair terdiri dari tiga yaitu parameter fisika, parameter kimia dan parameter biologi. Dalam metode pengoalahan limbah cair di sini menggunakan parameter kimia yaitu BOD dan TSS. Dimana BOD (Biochemical Oxygen Demand) adalah merupakan jumlah miligram oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerobik untuk menguraikan bahan organik karon dalam 1 L air selama 5 hari pada suhu  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan untuk TSS (Total Suspended Solid) sebagai residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal  $2\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid, yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri, dan jamur. Penelitian ini bertujuan agar limbah cair hasil kegiatan tersebut dapat digunakan kembali sebagai air bersih dengan metode anaerobik biofilter menggunakan parameter BOD dan TSS. Variabel yang digunakan yaitu waktu operasional. Reaktor I dan reaktor II berisi media yang tersusun dari bawah ke atas yaitu pecahan batu, kerikil, cangkang kerang dan kain kassa. Variasi waktu operasional yang digunakan yaitu 0 jam sebagai  $t_0$  atau waktu pertama kali limbah keluar dari reaktor, dan waktu 2 jam, 4 jam, 6 jam, dan 8 jam merupakan pengamatan waktu operasional secara berkala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa anaerobik biofilter memiliki kemampuan dalam menurunkan konsentrasi BOD (Biological Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, maka diperoleh karakteristik dari air limbah sebelum dilakukan treatment (pre treatment) yaitu memiliki suhu  $28-31^{\circ}\text{C}$ ; pH 9,3-10; BOD 30 mg/L; dan TSS 29 mg/L. Penurunan keadaan awal pada reaktor I untuk BOD sebesar 25 mg/L. Sedangkan untuk penurunan TSS sebesar 16 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa anaerobik biofilter dengan media batu apung, kerikil dan cangkang kerang memiliki kemampuan dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS signifikan. Persentase penurunan konsentrasi pada reaktor I lebih besar daripada reaktor II, dengan waktu operasional 6 jam untuk penyisihan BOD sebesar 73,54 %. Sedangkan waktu operasional 8 jam untuk TSS sebesar 81,39%.*

**Kata kunci:** Anaerobik Biofilter, BOD, Limbah Domestik, dan TSS.

## 1. PENDAHULUAN

Limbah cair merupakan air buangan hasil aktifitas manusia baik itu dari kegiatan industri rumah tangga maupun perdagangan. Salah satu aktifitas yang berkembang cukup pesat yaitu kawasan kuliner, dimana limbah cair yang dihasilkan berasal dari beberapa rumah makan. Air buangan tersebut bersumber dari proses persiapan bahan makanan, pengolahan makanan, pencucian peralatan memasak, dan juga berasal dari toilet dan tempat cuci. Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada limbah cair kawasan kuliner, yakni karakteristik fisika, kimia dan biologis. Karakteristik fisika meliputi padatan total, temperatur, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Sedangkan karakteristik biologis meliputi mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah tersebut. Karakteristik limbah cair kawasan kuliner umumnya sama seperti pada rumah makan lainnya, namun beban parameternya lebih besar karena limbah cair tersebut merupakan akumulasi dari beberapa rumah makan dengan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 463,205 mg/L dan *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 266,67 mg/l (Mega, dkk., 2014), dimana material-material tersebut dapat mengganggu kehidupan biota dan juga dapat mengganggu kesehatan manusia, sehingga perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air agar tidak mencemari badan air dan menurunkan kualitas lingkungan.

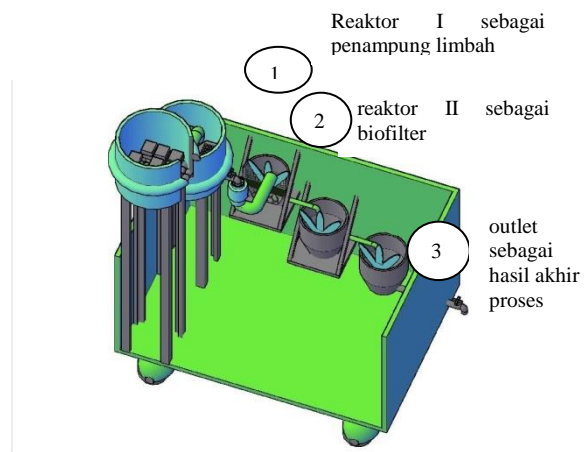
Pada penelitian ini digunakan unit pengolahan fisik dan biologis. Unit pengolahan fisik dengan *pretreatment* sedimentasi untuk menyisihkan TSS dan BOD. Pada penelitian ini diharapkan

dapat dihasilkan penyisihan parameter yang lebih besar dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada anaerobik biofilter.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengolahan limbah domestik antara lain:

- Reaktor anaerobik biofilter yang terbuat dari gallon 5 liter, terdiri 2 buah dengan masing-masing diberikan sekat untuk media filter.
- Media batu apung, kerikil, dan cangkang kerang.
- Aquabides*.
- Buffer* fosfat.
- CaCl<sub>2</sub>.
- FeCl<sub>2</sub>.
- Amilum.
- Natrium tiosulfat.
- Kertas saring (*Glass-fiber filter*).
- Air suling.



**Gambar 1.** Rangkaian Alat Penelitian

Sedangkan alat yang dipergunakan untuk melakukan pengujian BOD dan TSS, sebagai berikut:

- Botol DO (..).
- Lemari inkubasi.
- Botol dari gelas.

- d. Pipet volumetrik.
- e. Labu ukur.
- f. pH meter.
- g. DO meter yang terkalibrasi.
- h. Shaker.
- i. Blender.
- j. Oven.
- k. Timbangan analitik.
- l. Desikator yang berisi silika gel.
- m. Pengaduk magnetik.
- n. Cawan aluminium.
- o. Cawan porselin.
- p. Penjepit.
- q. Kaca arloji.
- r. Pompa *vacuum*.

Prosedur pengoperasian ini dilakukan setelah reaktor dalam kondisi *steady state*, yaitu tahap *seeding* dan aklimatisasi selesai. Cara pengoperasian reaktor sebagai berikut:

- a) Limbah cair domestik Rumah makan di Alun-alun Cilacap dimasukkan dan ditampung dalam bak penampung limbah, kemudian di atur pH limbah cair (pH kontrol 6,5 – 7,5).
- b) Dilakukan analisis awal untuk mendapatkan gambaran mengenai kondisi limbah cair domestik Kawasan Kuliner Kabupaten Cilacap.
- c) Atur debit limbah cair, kemudian limbah cair dialirkan ke reaktor *pretreatment sedimentasi*.
- d) Effluen yang keluar dari reaktor *pretreatment sedimentasi* diambil dan dianalisis sesuai dengan parameter uji, yaitu TSS
- e) Limbah dari proses *pretreatment sedimentasi* dialirkan ke reaktor anaerobik biofilter, kemudian dilakukan *seeding* (pembenihan).
- f) Setelah limbah melewati media filter, perlu dilakukan penyesuaian diri oleh

mikroorganisme terhadap lingkungan barunya (proses aklimatisasi) yang terjadi selama 14 hari. Selama proses aklimatisasi, reaktor diusahakan terhindar dari segala macam gangguan dari luar agar tidak mengganggu proses aklimatisasi.

- g) Selama proses aklimatisasi, harus dilakukan analisis terhadap bahan organik melalui pengukuran *Permanganat Value* (PV). Berakhirnya proses aklimatisasi ini ditandai dengan selisih penurunan bahan organik selama tiga hari berturut-turut relatif stabil dengan perbedaan tidak lebih dari 10% dapat dikatakan bahwa kondisi stabil (*steady state*).
- h) Effluen yang keluar dari anaerobik biofilter diambil dan dianalisis sesuai dengan parameter uji, yaitu BOD dan TSS dari masing-masing *outlet* pada reaktor dengan waktu pengambilan sampel jam kemudian jam ke-1 ( $T_1 = 2$  jam), jam ke-2 ( $T_2 = 4$  jam), jam ke-3 ( $T_3 = 6$  jam) dan jam ke-4 ( $T_4 = 8$  jam). Untuk mengetahui bahan organik digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Penyisihan Bahan Organik} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{Konsentrasi Akhir}}{\text{Konsentrasi Awal}} \times 100\%$$

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Air limbah domestik dapat dibagi dalam dua kategori. Pertama adalah air limbah dari kaskus atau WC yang diistilahkan sebagai air buangan tinja atau “*black water*” dengan kandungan organik tinggi. Kategori air limbah domestik kedua adalah air limbah rumah tangga bekas mandi, cuci, dan air limbah dapur non kakus (*grey water*), selain terdapat kandungan organik yang cukup tinggi dan biasanya juga tercampur dengan deterjen

bekas air cucian. Dalam penelitian ini, bahan baku yang digunakan yaitu sisa hasil kegiatan yang termasuk dalam kategori *grey water* tepatnya di daerah Kawasan Kuliner Alun-Alun Kabupaten Cilacap.

Kualitas limbah cair di Kawasan Kuliner Alun-Alun Kabupaten Cilacap dapat ditentukan dengan parameter BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk mendegradasi bahan-bahan pencemar yang ada di dalam air. nilai BOD digunakan untuk mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi atau mendegradasi bahan-bahan pencemar yang ada di dalam air. Apabila konsumsi oksigen semakin tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya jumlah sisa oksigen terlarut, maka kandungan bahan-bahan pencemar di dalam air membutuhkan jumlah oksigen yang tinggi (Tamyiz, 2015). Sedangkan untuk TSS diartikan sebagai residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2µm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid, yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri, dan jamur. Zat yang tersuspensi biasanya

terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena disamping dapat menyebabkan pendangkalan juga dapat menghalangi sinar matahari masuk ke dalam dasar air sehingga proses fotosintesis mikroorganisme tidak dapat berlangsung (Wulandari, 2011).

Tahap awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan analisis pendahuluan pada limbah cair domestik. Kajian awal dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal sebelum dilakukan proses pengolahan sebagai (C<sub>0</sub>). Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, limbah kawasan kuliner Pulosari memiliki karakteristik yang kompleks, air limbah berwarna keruh kekuningan, sedikit berbuih, terdapat banyak minyak yang mengapung dipermukaan air limbah. Berdasarkan analisis parameter yang dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah, Kabupaten Cilacap, diperoleh data karakteristik limbah cair kawasan sebelum proses pengolahan.

**Tabel 1.** Karakteristik Limbah Cair Kawasan Kuliner Alun-alun Kabupaten Cilacap

No	Parameter	Konsentrasi Awal (mg/l)	PermenLH No.P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016
1	BOD <sub>5</sub>	30	25
2	TSS	29	16
3	Minyak lemak	5	-
4	Deterjen	10	-
5	pH	6,8	7,1
6	Temperatur	27°C	26°C

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

### 1. Pengaruh Waktu Operasional terhadap Penurunan Konsentrasi BOD

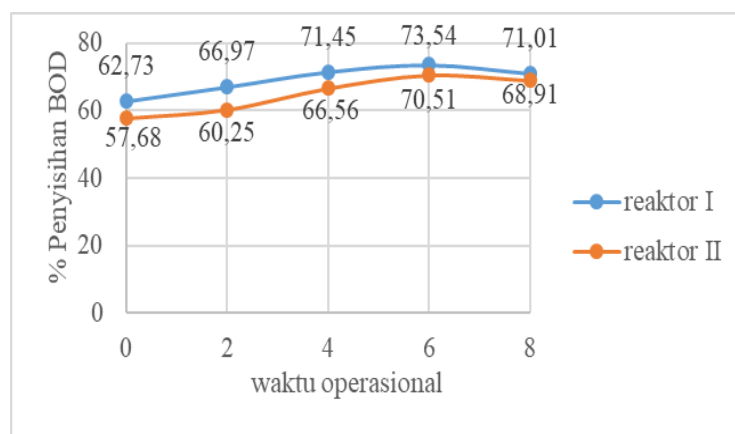
Data hasil penelitian yang diperoleh, konsentrasi akhir BOD menunjukkan bahwa reaktor Anaerobik Biofilter memiliki kemampuan untuk menurunkan

konsentrasi BOD. Prosentase penyisihan BOD ditunjukkan pada Tabel 2 dan diperoleh hasil plot dari penurunan konsentrasi BOD menjadi sebuah grafik prosentase penyisihan BOD, yang terdapat pada Gambar 1.

**Tabel 2.** Prosentase Penyisihan BOD

Reaktor	Waktu Operasional (jam)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Presentase Penyisihan (%)
I	0	100,05	49,77	62,73
	2	100,05	47,32	66,97
	4	100,05	42,21	71,45
	6	100,05	35,42	73,54
	8	100,05	44,86	71,01
II	0	100,05	55,78	57,68
	2	100,05	53,67	60,25
	4	100,05	47,56	66,56
	6	100,05	40,75	70,51
	8	100,05	46,45	68,91

Sumber: Hasil Penelitian 2017



**Gambar 2.** Grafik Prosentase Penyisihan BOD

Teknik pengolahan Anaerobik Biofilter dengan mengalirkan limbah cair domestik ke dalam reaktor anaerobik. Di dalam tangki pengurai anaerob tersebut, polutan organik yang terdapat di dalam limbah

cair domestik akan diuraikan oleh mikroorganisme secara anerob. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa reaktor anaerobik biofilter memiliki kemampuan menurunkan konsentrasi BOD dengan

tingkat penurunan yang berbeda. Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa prosentase penyisihan BOD tertinggi sebesar 73,54% yaitu pada reaktor I dengan waktu operasional 6 jam, sedangkan prosentase penyisihan BOD terendah sebesar 57,68% yaitu pada reaktor II dengan waktu operasional 0 jam. Waktu operasional adalah waktu yang menunjukkan usia atau lamanya reaktor beroperasi. Lamanya waktu operasional akan mempengaruhi penyisihan BOD. Ditunjukkan pada hasil data korelasi bahwa hubungan antara prosentase penyisihan konsentrasi BOD dengan perbandingan waktu operasional adalah 0,795. Hal ini menunjukkan bahwa

hubungan antara waktu operasional dengan persentase penyisihan konsentrasi BOD kuat, karena nilai koefisien korelasinya mendekati 1 (satu).

## 2. Pengaruh waktu operasional terhadap Penurunan Konsentrasi TSS

Data hasil penelitian yang diperoleh, untuk konsentrasi akhir TSS menunjukkan bahwa reaktor Anaerobik Biofilter memiliki kemampuan untuk menurunkan konsentrasi TSS. Penurunan konsentrasi TSS dan prosentase penyisihan TSS dapat ditunjukkan pada Tabel 3.

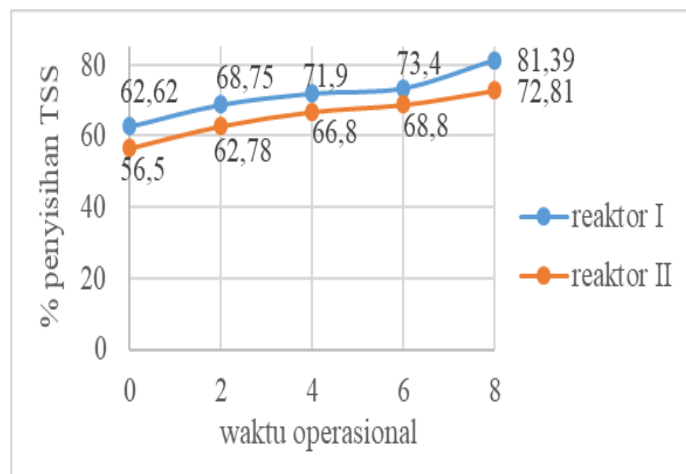
**Tabel 3.** Prosentase Penyisihan TSS

Reaktor	Waktu Operasional (jam)	Konsentrasi Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir (mg/l)	Prosentase Penyisihan (%)
I	0	110,01	51,21	62,62
	2	110,01	50,43	68,75
	4	110,01	48,12	71,90
	6	110,01	46,23	73,40
	8	110,01	43,59	81,39
II	0	110,01	60,56	56,50
	2	110,01	58,67	62,78
	4	110,01	55,43	66,80
	6	110,01	52,54	68,80
	8	110,01	48,34	72,81

Sumber: Hasil Penelitian, 2017

Dari hasil pengamatan yang dilakukan, partikel-partikel solid yang terdapat di dalam air olahan dari reaktor *pre treatment* sedimentasi dapat disisihkan dengan baik dalam *anaerobic biofilter* dengan variasi waktu operasional terbukti dapat menurunkan konsentrasi TSS. Berdasarkan Gambar 3 prosentase penyisihan TSS terendah pada reaktor I sebesar 62,62% dengan waktu operasional

jam ke-0. Penyisihan TSS tertinggi sebesar 81,39% dengan waktu operasional jam ke-8, sedangkan reaktor II mampu menyisihkan konsentrasi TSS terendah pada jam ke-0 sebesar 56,50%. Prosentase penyisihan parameter TSS tertinggi terjadi pada waktu ke-8 sebesar 72,81% dan diperoleh hasil plot dari penurunan konsentrasi TSS menjadi sebuah grafik prosentase penyisihan TSS (Gambar 3).



**Gambar 2.** Grafik Prosentase Penyisihan TSS

Penurunan konsentrasi TSS semakin meningkat seiring dengan waktu operasional pada masing-masing reaktor. Apabila waktu operasional ditambah, maka prosentase penyisihan parameter TSS bisa meningkat karena nilai persen penyisihan parameter TSS dari jam ke-0 sampai jam ke-8 terus mengalami peningkatan.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, sebagai berikut:

- Penyisihan BOD terbesar dicapai pada waktu operasional 6 jam, sedangkan untuk parameter TSS prosentase penyisihan terbesar dicapai pada waktu operasional 8 jam.
- Media batu apung, kerikil, dan cangkang kerang yang digunakan pada reaktor anaerobik biofilter mampu menurunkan konsentrasi BOD dan TSS.

#### DAFTAR PUSTAKA

Eddy and Metcalf. 1991. Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, Revised by Geo Tchobanoglous. Tata Mc Graw-Hil Publising Company LTD. New Delhi.  
Filliazati, Mega dkk. 2014. Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang.

Fakultas MIPA Program Studi Kimia. Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Hadiwidodo, M. 2009 'Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob Dan Wetland', Pp. 84–95. <https://Ejournal.Undip.Ac.Id/Index.Php/Presipitasi/Article/Download/4931/44> 68. 2 Januari 2019

Lestari, Wahyu. 2013. Penggunaan Ipomoea aquatica Forsk. untuk Fitoremediasi Limbah Rumah Tangga. Prosiding Semirata FMIPA. Universitas Lampung.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.I/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Pujiastuti, Peni. 2014. Perbandingan Efisiensi Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Aerasi; Floklasi; Biofilter Anaerob dan Biofilter Anaerob-Aerob Ditinjau Dari Parameter BOD<sub>5</sub> dan COD. Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi Surakarta



- SNI 6989.72, 2012. Air dan Air Limbah – Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia. Badan Standardisasi Nasional
- Sugiharto. 2010. Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Tantya. 2010. Pemilihan Media Biofilter. <http://www.kelair.bppt.go.id>. 25 Februari 2014 (20:15)
- Wondo Sinambela, Syahputra. 2011. Pemanfaatan Media Batu Apung, Bata Merah Dan Kerikil Untuk Menurunkan Kandungan BOD, COD Dan TSS Pada Lindi (*Leachate*). Universitas Indonesia, Jakarta
- Zahra, Z.Laily. 2015. Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik. Jurnal Teknik Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Vol.4.No.1.p.2301-9271
- Utami, R.Anggia. Juni 2013. Pengolahan Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan *Biosand Filter* dan *Activated Carbon*. Jurnal Teknik Sipil. Untan. Vol.13.No.1.