STUDI PENURUNAN KADAR COD DAN TSS PADA LIMBAH CAIR RUMAH MAKAN DENGAN TEKNOLOGI BIOFILM ANAEROB - AEROB MENGGUNAKAN MEDIA BIORING SUSUNAN RANDOM

(*Studi Kasus : Rumah Makan Bakso Krebo Banyumanik*)

Wuri Ariani *) , Sri Sumiyati, ST, MSi**) , Ir. Irawan Wisnu Wardana, MS**)

Abstract *:*

Generally, Restaurant waste water contain high concentration organic matter such as Chemical Oxygen Demand (COD) dan Total Suspended Solid (TSS) that can continuosly contaminate the water body if not treated. Biofilms one of the waste water treatment alternative that can reduce the number of pollutant effectively. The reseacrh using anaerobic-aerob combination and using bioring with submerged attached growth treatment. In this research, five variations of the residence time are 5,67 hour (340 minute), 11,33 hour (680 minute), 22,67 hour (1.360 minute), 37,77 hour (2.266 minute), dan 56,67 hour (3400 minute). COD removal by the time variation of 13.69 %, 12.04 %, 34.46 %, 44.09 % and 55.52 % , while the removal for TSS are 36.26 %, 53.61 %, 65.88 % ; 73.86 % and 76.83 % . Therefore it can be said that the longer residence time in the biofilter treatment process , the greater the removal efficiency values that occur

Keywords :*, biofilm anaerob-aerob, COD, TSS*

PENDAHULUAN

Kegiatan rumah makan bakso pada umumnya menghasilkan buangan berupa limbah cair. Beberapa sumber pencemar yang terkandung di dalam limbah cair rumah makan bakso ini diantaranya minyak/lemak, detergen, bakteri patogen, padatan organik dan anorganik. Keberadaan limbah cair yang mengandung zat organik yaitu COD dan TSS perlu diantisipasi, karena bila limbah cair ini dibiarkan ke badan air secara terus menerus, akan menimbulkan berbagai dampat negatif yang merugikan manusia yaitu timbulnya bau busuk dan sarang berbagai bakteri sumber penyakit perairan dan kualitas badan air tidak sesuai dengan peruntukkannya (Said,2002:379)

Salah satu alternatif pengolahan limbah cair rumah makan yang efektif yaitu Pengolahan dengan teknologi biofilm. Pengolahan dengan teknologi biofilm yakni proses pengolahan limbah secara biologis dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakan pada suatu media sehingga

mikroorganisme tersebut melekat pada permkaan media (Said,2002:62). Proses biofilm dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang didalamnya diisi media penyangga untukpengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi (Said, 2002:131). Media bioring digunakan sebagai media tumbuhnya mikroorganisme. Media bioring yang disusun secara susunan random, diharapkan mempunyai nilai kerapatan yang tinggi sehingga lebih baik bagi mikroorganisme untuk melekat.

STUDI PUSTAKA

Limbah Cair Rumah Makan

Limbah cair rumah makan adalah limbah yang berasal dari kegiatan operasional suatu rumah makan, yakni mulai dari proses mempersiapkan bahan makanan yang meliputi pemilahan dan pencucian bahan baku, pada proses pengolahan makanan, serta proses pembersihan peralatan memasak dan peralatan makan sesudah selesai makan dan pada akhir kegiatan setiap hari (Said, 2002:380).

Limbah rumah makan tergolong ke dalam limbah cair domestik. Komponen limbah rumah makan terutama berupa bahan-bahan organik dan bahan pencuci (sabun/detergen).

Parameter COD

COD atau Chemichal Oxygen Demand adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat anorganis dan organis. Pengukuran COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak di pecah secara biokimia (Ginting, 2007:50). Menurut Metcalf & Eddy, 2003:93 COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organic yang terkandung dalam air yang sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat, sehingga segala macam bahan organic, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, akan teroksidasi.

Parameter TSS

Total Suspended Solid (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran partikel maksimal 2,0 μm dan dapat mengendap. Bahan bahan organik yang merupakan zat tersuspensi terdiri dari berbagai jenis senyawa seperti

selulosa, lemak, protein yang melayang layang dalam air atau dapat juga berupa mikroorganisme, seperti bakteri, algae, dan sebagainya.

Proses Biofilm

Biofilm adalah kumpulan sel mikroorganisme, khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselimuti oleh pelekat karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri.Proses pengolahan air limbah dengan proses biofilm atau biofilter tercelup dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam reaktor biologis yang didalamnya diisi dengan media penyangga untuk pengembangbiakan mikroorganisme dengan atau tanpa aerasi. Untuk proses anaerobik dilakukan tanpa pemberian udara atau oksigen. Posisi media biofilter tercelup di bawah permukaan air. (Said, 2002:131).

Media Filter

Media filter digunakan sebagai media tumbuh dan berkembang mikroorganisme, media yang akan digunakan dapat terbuat dari bahan organic dan anorganik. Media filter bioring/ keramik ring bersifat inert (tidak mudah bereaksi, sifat kebasahan yang tinggi, dan berpori sehingga dapat digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri didalam maupun di permukaan luarnya.

Proses Anaerob-Aerob

Mekanisme proses pengolahan air limbah secara anaerob (tanpa oksigen) adalah konversi bahan organik atau organik karbon menjadi gas bio atau gas methan dan karbondioksida yang meliputi tahap hidrolisis dan fermentasi, asetogenesis dan metanogenesis. Ketiga tahapan tersebut akan menghasilkan gas hidrogen, karbondioksida, dan methana. Mosey dalam Kelair 2010:3. Proses pengolahan aerob yaitu (dengan oksigen), reaksi penguraian secara aerob adalah sebagai berikut:

Bahan organik+O_2 → CO_2 +H_2O+sel baru+energi untuk sel+produk akhir lainnya (Kelair, 2010: 42).

Mekanisme Pengolahan limbah dengan biofilm pada bioring

Bioring ini mempunyai area permukaan yang luas dan berpori maksimum sehingga cocok untuk media pertumbuhan bakteri yang ampuh di dalam dan diluarnya. Banyaknya pori yang terdapat pada bioring membuat bioring memiliki luas permukaan yang tinggi yang berguna bagi bakteri untuk berkoloni, yang memungkinkan air masuk ke dalam pori dengan mudah Proses pertumbuhan melekat di dalam reaktor yang terjadi adalah bakteri tumbuh dan

berkembang biak diatas suatu media pendukung (bioring) dengan membentuk suatu lapisan lendir atau biofilm. Biofilm akan terbentuk di media pada saat air limbah tersebut melewati reaktor. Mekanisme proses yang terjadi adalah transportasi dan absropsi cairan atau substrat/ mikroorganisme menuju ke fase pembentukan biofilm, reaksi metabolisme mikroorganisme sehingga terjadi mekanisme pertumbuhan, kestabilan dan kematian. (Indriyati, 2003:1).

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai dilakukan pada tanggal 16 Agustus selama 25 hari, pada proses *seeding* dan aklimatisasi selama 17 dan pada proses *running* hari selama 8 hari. Analisis Laboratorium Penelitian ini dimulai pada tanggal 19 Agustus 2013 Pada proses *seeding* dan aklimatisasi waktu pengukuran dan analisis laboratorium setiap satu hari sekali, sedangkan pada proses *running* waktu pengukuran berdasarkan 5 variasi waktu tinggal terhadap penurunan kadar COD dan TSS. Analisis penelitian akan dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Sampel diambil di rumah makan bakso krebo,tepatnya di jalan Sukun Raya No.11 Banyumanik Semarang

Desain Reaktor

A. Biofilter Anaerobik

$BOD_{Masuk\ Biofilter}$ = 260,15 mg/L

Efisiensi = 60 % (Teknologi Peng. Limbah Cair Industri Said, 2002)

$BOD_{Keluar\ Biofilter}$ = 260,15 mg/L-(0,6 x 260,15 mg/L)

= 104,06 mg/L

$Q_{rata\text{-}rata}$ = 50 ml/menit
= 0,072 m^3/hari

Beban BOD per volume media untuk biofilter standar berkisar antara nilai 0,4-4,7 kg BOD/m^3.hari (Ebie kunio, 1995). Ditetapkan beban BOD yang digunakan berdasarkan Nusa Said (2002) yaitu 1,5 kg BOD/m^3.hari.

Beban BOD dalam air buangan

= 0,072 m^3/hari x 260,15 g/m^3= 18,73 gr/hari

= 0,018 kg/hari.

Volume media yang diperlukan

=0,018 kg/hari/1,5kg BOD/m^3.hari=0,012 m^3

Volume media yang diperlukan

= 57 % dari total vol. reaktor (Nusa Said, 2001).

Volume reaktor yang diperlukan

= 100/57 x 0,012 m^3 = 0,021m^3 = 21 L

Waktu tinggal di dalam reaktor =Volume/Q

= (0,021 m^3 x 24 jam/hari)/ 0,072 m^3/hari

= 7 jam

B. Biofilter Aerobik

BOD $_{\text{Masuk Biofilter}}$ = 104,06 mg/L

Efisiensi = 50 % (Teknologi Peng. Limbah Cair Industri. Said, 2002)

BOD $_{\text{Keluar Biofilter}}$ = 104,06 mg/L-(0,5 x 104,06 mg/L)

= 52,03 mg/

$Q_{\text{rata-rata}}$ = 0,072 m^3/hari

Beban BOD dalam air buangan

= 0,072 m^3/hari x 104,06 g/m^3 =7,5 g/hari

= 0,0075 kg/hari

Volume media yang diperlukan

= 0,0075 kg/hari / 1 kg BOD/m^3.hari

= 0,0075 m^3

Volume reaktor yang diperlukan

= 100/57 x 0,0075 m^3 = 0,013 m^3 = 13 L

Waktu tinggal di dalam reaktor = Volume/Q

= (0,013 m^3 x 24 jam/hari)/ 0,072 m^3/hari

= 4,33 jam

Volume Reaktor

Volume Anaerob =21.000 ml =21 liter

Dimensi Reaktor Anaerob

Panjang = 35 cm

Lebar = 20 cm

Tinggi = 30 cm

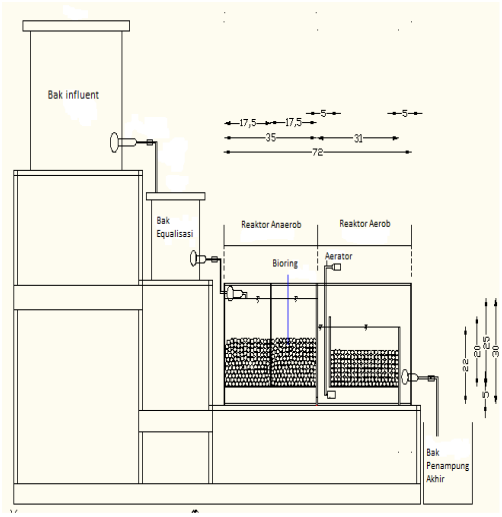
Volume Aerob = 13.000 ml = 13 liter

Dimensi Reaktor Aerob

Panjang = 30 cm

Lebar = 20 cm

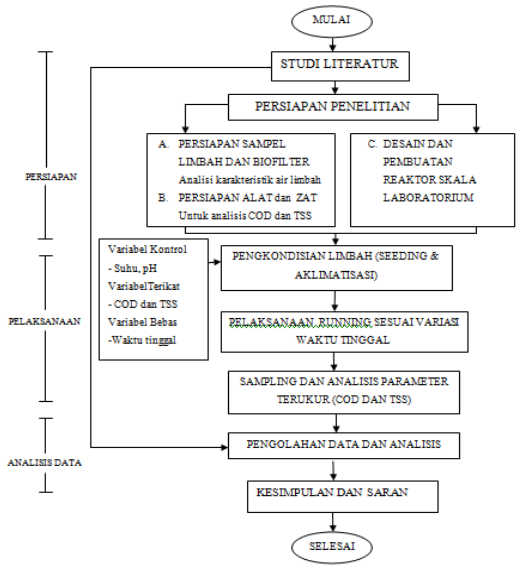
Tinggi = 21,68= 22 cm



Gambar 1 Reaktor

Reaktor pengolahan limbah dalam penelitian ini terdiri dari 5 bagian yaitu bak inlet, bak ekualisasi, reaktor anaerob, reaktor aerob dan bak outlet dengan ukuran volume masing masing 50 mL, 25 mL, 21 mL, 13 mL dan 25 mL

Tahap penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.



Gambar 2 Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah

NO	PARAMETER	HASIL UJI	SATUAN	BAKU MUTU Perda Jateng No 05 2012	KETERANGAN
1	pH	4.91	-	6 - 9	TM
2	Suhu	29	°C	38	M
3	BOD	260,15	mg/L	100	TM
4	COD	1241,44	mg/L	100	TM
5	TDS	483	mg/L	-	TM
6	TSS	405	mg/L	100	TM
7	Phospat	5,87	mg/L	2	TM

Seeding dan Aklimatisasi

Sebelum melakukan proses penelitian berdasarkan variasi waktu tinggal, terlebih dahulu air limbah dioprasikan secara batch selama 2 hari, kemudian dilakukan proses *seeding* pada media *bioring* dilakukan secara alami yaitu dengan mengembangbiakkannya di dalam reactor, dengan cara mengalirkan air limbah rumah makan bakso secara kontinyu ke dalam reactor biologis secara bersamaan aerator dijalankan dengan debit 25 ml/menit selama 17 hari. Dalam tahap ini dilakukan pengukuran 1 hari sekali terhadap konsentrasi COD sampai diperoleh kondisi tunak (steady state). Kondisi tunak ditandai dengan efisiensi penyisihan bahan organik (COD) relatif konstan dengan toleransi 10%. PH dalam uji karakteristik air limbah bakso bersifat asam untuk itu perlunya netralisasi maka sebelum reaktor dioprasikan proses seeding-aklimatisasi harus terlebih dahulu dilakukan netralisasi dengan penambahan NaOH agar bakteri dapat hidup (Pohan, 2008 :37). Netralisasi dengan penambahan NaOH dilakukan menggunakan cara *trial and error*. Air limbah rumah makan bakso merupakan limbah yang kaya akan sumber karbon yang diperlukan mikroorganisme untuk hidup. Namun untuk memicu pertumbuhan awal mikroorganisme diperlukan starter EM4 (Pohan, 2008 :38). Dengan penambahan starter sebanyak 250 ml pada reaktor influent ini, maka diharapkan proses pembiakan bakteri tidak memerlukan waktu yang terlalu lama. Pada penelitian ini proses seeding dan aklimatisasi selama 17 hari dengan besar efisiensi penyisihan COD sebesar 81,08% pada hari ke 17.

No	Hari Ke-	Debit (ml/menit)	Td (jam)	Suhu(°C)		PH		COD (ppm)		Efisiensi (%)
				In	Out	In	Out	In	Out	
1	Hari Ke-1	25	24	29	29	6,51	6,72	2268,84	2097,60	7,55
2	Hari Ke-2	25	24	29	30	6,77	6,71	2011,99	1926,37	4,26
3	Hari Ke-3	25	24	29	30	6,71	6,79	1327,05	1155,82	12,90
4	Hari Ke-4	25	24	29	29	6,56	6,62	1241,44	898,97	27,59
5	Hari Ke-5	25	24	29	30	6,72	6,63	1669,52	1327,05	20,51
6	Hari Ke-6	25	24	29	29,5	6,77	6,51	1498,29	984,59	34,29
7	Hari Ke-7	25	24	29	29,5	6,58	6,65	1840,75	1155,82	37,21
8	Hari Ke-8	25	24	29	29	6,57	6,65	1669,52	898,97	46,15
9	Hari Ke-9	25	24	29	29	6,65	6,72	1241,44	556,51	55,17
10	Hari Ke-10	25	24	29	29	6,81	7,03	2011,99	727,74	63,83
11	Hari Ke-11	25	24	29	30	6,93	7,04	1583,90	642,12	59,46
12	Hari Ke-12	25	24	29	29	7,05	7,12	1840,75	470,89	74,42
13	Hari Ke-13	25	24	29	29	7,14	7,08	1755,14	385,27	78,05
14	Hari Ke-14	25	24	29	29,5	6,98	7,01	1926,37	556,51	71,11
15	Hari Ke-15	25	24	29	29	6,96	6,98	1412,67	299,66	78,79
16	Hari Ke-16	25	24	29	30	7,07	7,1	2183,22	385,27	82,35
17	Hari Ke-17	25	24	29	29	7,04	7,17	1583,90	299,66	81,08

Gambar 3 Data Seeding-Aklimatisai

Pelaksanaan Penelitian

Berdasarkan perhitungan reaktor diatas diperoleh variasi waktu tinggal yaitu

5,67jam, 11,33 jam, 22,67 jam, 37,77 jam, dan 56,67 jam dan variasi debit yaitu: 100ml/menit, 50ml/menit, 25ml menit, 15 ml/menit dan 10ml/menit. waktu tinggal yang bervariasi di masing-masing reaktor :

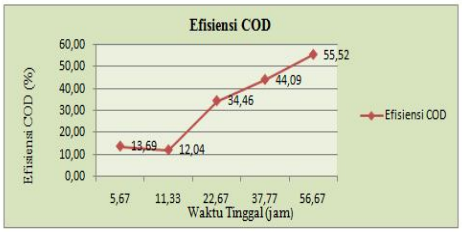
Reaktor anaerob : 3,5 jam, 7 jam, 14 jam, 23,33 jam dan 35 jam

Reaktor aerob : 2,17 jam, 4,33 jam, 8,67 jam, 14,44 jam dan 21,67 jam

a. Parameter COD

Hasil analisis konsentrasi COD pada 5 variasi waktu tinggal di masing masing reactor serta efisiensi pengyisihan COD nya dapat dilihat pada table dan grafik berikut ini.

NO	PARAMETER	Td (jam)	DEBIT (ml/mnt)	KONSENTRASI				EFISIENSI (%)
				R1	R2	R3	R4	
1	COD	5,67	100	1345,56	1345,66	1437,78	1161,42	13,69
		11,33	50	1529,90	1622,02	1253,54	1345,66	12,04
		22,67	25	1069,30	977,18	792,94	700,82	34,46
		37,77	15	1253,54	1437,78	977,18	700,82	44,09
		56,67	10	1161,42	885,06	608,70	516,58	55,52



Ket: R1: Bak Influent, R2: Bak Equalisasi. R3: Reaktor Anaerob, R4: Reaktor Aerob

Gambar 4 Hasil Analisis COD

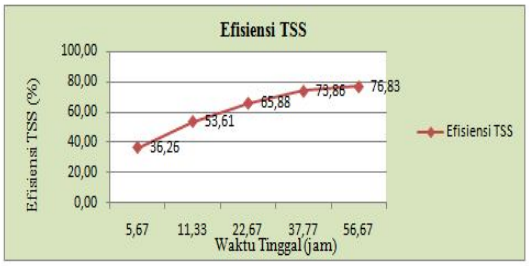
Dari hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa proses degradasi senyawa-senyawa organic yang menghasilkan adanya penurunan COD, sebagian besar terjadi di dalam bioreactor anaerobic, sedangkan dengan proses aerobic tidak terlalu besar. Aliran limbah yang cenderung naik melewati media filter, menyebabkan terjadi kontak dengan media yang diatasnya tumbuh bakteri anaerobic yang tidak dapat lepas ke dalam effluent (Metcalf & Eddy, 2003)

Dapat dilihat bahwa waktu tinggal berpengaruh terhadap efisiensi penyisihan COD. Semakin banyak waktu tinggal, semakin lama pula limbah terkontak dengan biological film bakteri yang terbentuk pada media bioring, maka semakin tinggi pula efisiensi penyisihannya. waktu tinggal di dalam reactor efisiensi pengolahan juga semakin besar. Dari total lima variasi waktu tinggal diatas dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan COD yang paling besar yaitu pada waktu tinggal yang paling lama. Efisiensi penurunan paling tinggi dari kelima penelitian tersebut yaitu pada waktu tinggal 56,67 jam dengan nilai 55,52

b. Parameter TSS

Hasil analisis konsentrasi TSS pada 5 variasi waktu tinggal di masing masing reactor serta efisiensi pengyisihan TSS nya dapat dilihat pada table dan grafik berikut ini.

NO	PARAMETER	Td (jam)	DEBIT (ml/mnt)	KONSENTRASI (mg/l)				EFISIENSI (%)
				R1	R2	R3	R4	
1	TSS	5,67	100	455,00	405,00	345,00	290,00	36,26
		11,33	50	485,00	410,00	275,00	225,00	53,61
		22,67	25	425,00	375,00	220,00	145,00	65,88
		37,77	15	440,00	395,00	195,00	115,00	73,86
		56,67	10	410,00	365,00	140,00	95,00	76,83



Ket: R1: Bak Influent, R2: Bak Equalisasi. R3: Reaktor Anaerob, R4: Reaktor Aerob

Gambar 5 Hasil Analisis TSS

Penurunan efisiensi TSS terjadi disebabkan adanya proses pengolahan zat organic yang terkandung didalam rumah makan bakso seperti karbohidrat, protein, dan lemak oleh mikroorganisme yang tumbuh melekat di media biofilter,

Dapat dilihat bahwa semakin banyak waktu tinggal, maka semakin tinggi pula konsentrasi TSS yang mampu disisihkan.Total kelima variasi waktu tinggal diatas dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan TSS yang paling besar yaitu pada waktu tinggal yang paling lama. Efisiensi penurunan paling tinggi dari kelima penelitian tersebut yaitu pada waktu tinggal 56,67 jam dengan nilai 76,83%.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan,dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan mengoprasikan proes biofilm sesuai variasi waktu tinggal, dapat disimpulkan bahwa dari 5 variasi waktu tinggal, pada kadar COD dan TSS untuk waktu tinggal 5,67 jam (340 menit), 11,33 jam (680 menit), 22,67 jam (1360 menit), 37,77 jam (2266 menit) dan 56,67 jam (3400 menit) dapat menurunkan COD masing-masing 13,69%, 12,04%, 34,46%, 44,09% dan 55,52% dan dapat menurunkan TSS masing-masing 36,26%, 53,61%, 65,88%, 73,86%, dan 76,83%.
2. Hasil variasi 5 waktu tinggal, mempunyai pengaruh terhadap penurunan kadar COD dan TSS. Hasil data penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak antara limbah cair (limbah rumah makan bakso) dengan media, maka efisiensi penyisihan akan semakin besar. Efisiensi penurunan tertinggi pada waktu tinggal 56,67 jam (3400) yaitu kadar COD 55,52% dan TSS 76,83%

SARAN

Beberapa saran yang dapat dilakukan demi perbaikan penelitian dan kemajuan penelitian

mengenai biofilter media terlekat dengan proses anaerob-aeob, yaitu:

1. Melakukan (*pre-treatment)* untuk menyisihkan lemak dan padatan agar tidak menyumbat di saluran debit pada saat reaktor dioprasikan.
2. Melakukan pre-treatment menggunakan kaporit misalnya, untuk menaikkan rasio BOD5/COD pada air limbah rumah makan, supaya dapat diolah menggunakan pengolahan biologis secara maksimal.
3. Menggunakan media terlekat lain dengan luas permukaan dan jumlah pori yang lebih besar, supaya bakteri yang hidup dapat lebih banyak. Misalnya dengan menggunakan *bioball*, potongan pipa PVC, dll.
4. Melanjutkan penelitian ini dengan pengolahan lanjutan seperti *constructed wetland*, supaya efluen yang dihasilkan dapat memenuhi baku mutu Perda Jateng No. 5 Tahun 2012.

DAFTAR PUSTAKA

Ginting, Perdana. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan Dan Limbah Industri*. Yrama Widya. Bandung

Herlambang, Arie dan Nusa Idaman Sahid. 2010. *Penurunan Kadar Zat Organik dalam Air Sungai Biofilter Tercelup Struktur Sarang Tawon***.** Jurnal. Jakarta : Pusat Teknologi Lingkungan BPPT

Idaman, Nusa Said, dan Wahjono, Heru.1999.*Teknologi Pengolahan Air Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*

Idaman, Nusa Said, dan Herlambang.2002. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. BBPT.Jakarta

Idaman, Nusa Said. 2005. *Aplikasi Bio Ball Untuk Media Biofilter Studi kasus Pengolahan Air Limbah Pencucian Jean*. JA Vol : 1 (2005)

Idaman, Nusa Said. 2010. *Jurnal Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilter Tercelup*

Indriyati. 2003. *Jurnal Proses Pembenihan (Seeding) dan Aklimatisasi pada Reaktor Tipe Fixed Bed*

Indriyati. 2005. *Jurnal Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Biologis Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam*

Kelair, 2010. *Pengolahan Air Limbah Domestik DKI*. Bppt press:Jakarta

Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment And Reuse*. 4th edition. New York: Mc Graw Hill.

Modul Praktikum Laboratorium Lingkungan Teknik. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro. 2009.

Nurhasmawati, Pohan. 2008. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Aerobik.* Laporan thesis. Medan : Program Studi Teknik Kimia USU

Nusye, Bernadette Parasmita. 2012. *Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter BOD5, COD dan TSS Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-Aerob (Studi Kasus: TPA Ngronggo, Kota Salatiga, Jawa Tengah)* Semarang: Teknik Lingkungan UNDIP

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012

Parwaningtyas, Erdina.2012.*Teknologi Fito-Biofilm dalam Penurunan Kadar Nitrogen dan Posfat pada Limbah Domestik dengan Agen FitotreatmentnTeratai (Nymphaea, sp) dan Media Biofilter Bioball (Studi Kasus: Perumahan Graha Mukti, Tlogosari, Semarang)* Semarang: Teknik Lingkungan UNDIP

Putri, Arifani Rakhma. 2012. *Penentuan Rasio BOD/COD Optimal pada Reaktor Aerob, Fakultatif dan Anaerob*. Semarang: Teknik Lingkungan UNDIP

Rosa, Intan Katrina P. 2012. *Jurnal Performa Reaktor Down-Flow Hangimg Sponge (DHS) dalam Mengolah Air Limbah Domestik Di Jakarta*

Siregar, Sakti A.2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Kanisius. Yogyakarta

SNI 6989.72:2009

Sudarno 2010. *Jurnal Perkembangan biofilm nitifikasi di fixed bed reactor pada salinitas tinggi*

Widyaningsih,Vini. 2011. *Pengolahan limbah cair Kantin Yongma FISIP Universitas Indonesia*