

Pengolahan Limbah Rumah Makan dengan Proses Biofilter Aerobik

Laily Zoraya Zahra, dan Ipung Fitri Purwanti

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: purwanti@enviro.its.ac.id

Abstrak—Berkembangnya rumah makan/restoran yang semakin pesat dapat dipastikan akan turut menambah buangan air limbah domestik dengan kadar organik yang tinggi dalam jumlah yang tidak sedikit yang dibuang ke badan air. Tingginya kadar organik dalam limbah domestik rumah makan akan menyebabkan aroma yang tidak sedap jika tidak ada pengolahan terlebih dahulu, maka pengolahan yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah rumah makan tersebut adalah proses biofilter aerobik. Penelitian dilakukan dengan proses biofilter aerobik dengan aliran *downflow* dan menggunakan sistem *intermitten*. Variabel dalam penelitian ini adalah media biofilter berupa kerikil dan batu alam serta *Hydraulic Retention Time* (HRT) 8 jam. Parameter pencemar yang diukur efisiensinya adalah BOD, COD, dan TSS. Besarnya penyisihan parameter BOD, COD dan TSS dengan menggunakan biofilter aerob berturut-turut mencapai 94,83%, 92,95%, dan 95%. Reaktor paling baik dalam mengolah air limbah adalah reaktor biofilter dengan media kerikil pada HRT 8 jam.

Kata Kunci— *Biofilter Aerobik, Downflow, Intermitten, Limbah Rumah Makan.*

I. PENDAHULUAN

Usaha rumah makan/*restaurant* belakangan ini sangat berkembang pesat di kota besar seiring banyaknya permintaan oleh masyarakat yang menginginkan jasa servis makanan yang cepat, praktis dan bervariasi. Semakin banyaknya usaha rumah makan/*restaurant* maka dipastikan air limbah yang dihasilkan akan semakin bertambah dan akan menjadi suatu permasalahan yang perlu diperhatikan.

Saat ini pencemar paling dominan di badan air adalah air limbah domestik yang persentasinya bisa mencapai 60 – 70%. Air limbah domestik terdiri dari parameter BOD, TSS, pH, minyak dan lemak yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan air, akan mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu sebelum dibuang ke badan air, harus diolah terlebih dahulu sehingga dapat memenuhi standar baku mutu yang berlaku [1]. Sumber utama air limbah rumah makan/*restaurant* tidak jauh berbeda dengan air limbah catering, yaitu berasal dari pencucian peralatan makanan, air buangan sisa makanan, seperti lemak, nasi, sayuran dan lain-lain [2]. Air sabun bekas pencucian peralatan makanan serta sisa makanan yang dibuang berpotensi mengandung fosfor serta bahan organik lainnya. Air limbah yang mengandung bahan organik dapat membusuk atau terdegradasi

oleh mikroorganisme sehingga bila dibuang ke badan air akan meningkatkan populasi mikroorganisme, sehingga akan menaikkan kadar BOD sedangkan sabun yang mengakibatkan naiknya pH air [3].

Kurangnya pengolahan terhadap air limbah yang dihasilkan oleh rumah makan/*restaurant* yang menyebabkan meningkatnya kadar BOD, COD dan fosfor dalam badan air dapat mengindikasikan adanya pencemaran dalam badan air. Menurut PP Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dimana diwajibkan semua air limbah domestik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum.

Melihat kondisi air limbah yang dihasilkan, pengolahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas air buangan pada rumah makan adalah proses biofilter aerobik. Proses biofilter aerobik dipilih karena dapat menyisihkan BOD hingga 31,9% dan COD 50,7%. Sedangkan untuk parameter TSS dapat mencapai efisiensi sebesar 72,5% [4]. Proses ini memiliki beberapa keunggulan yaitu mudah dioperasikan, menghasilkan lumpur yang sedikit, dan tahan terhadap fluktuasi debit dan konsentrasi air limbah [5].

Media yang akan digunakan pada biofilter aerobik adalah media kerikil. Waktu tinggal atau *Hydraulic Retention Time* (HRT) yang digunakan adalah 8 jam. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efisiensi removal *biofilter* aerobik dengan menggunakan variasi media biofilter dalam mereduksi kadar BOD, COD dan TSS pada air limbah rumah makan/*restaurant*.

II. URAIAN PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan proses pengumpulan data berupa data primer dan sekunder. Selanjutnya dilakukan proses persiapan air limbah yang akan diolah, persiapan reaktor penelitian, persiapan media biofilter, proses aklimatisasi, dan pelaksanaan percobaan. Variabel dalam penelitian ini adalah menggunakan media kerikil berdiameter 3cm. Selain itu menggunakan waktu tinggal (HRT) 8 jam.

A. Sumber Air Limbah

Air limbah yang akan diolah berasal dari *effluent* rumah makan cepat saji XYZ Keputih, Surabaya. Air limbah yang akan digunakan telah mengalami pre-treatment terlebih dahulu

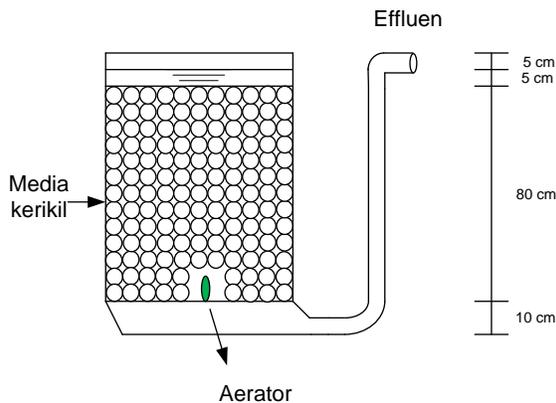
berupa pengendapan minyak dan lemak selama 24 jam. Air yang diolah dalam biofilter aerobik diambil setiap hari untuk dianalisis. Sampel pada *influen* dan *effluent* pada reaktor biofilter dianalisis untuk mengetahui kualitasnya berdasarkan kandungan BOD, COD, dan TSS.

B. Reaktor Uji

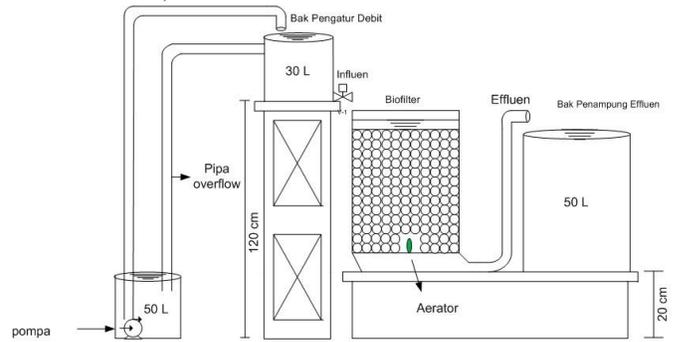
Dalam penelitian ini akan digunakan reaktor biofilter yang terbuat dari kaca 8 mm yang dirancang dengan dimensi 20cm x 20 cm x 100 cm seperti pada Gambar 1. Diameter media yang digunakan yaitu pada kerikil menggunakan diameter 2-3 cm. Perhitungan reaktor dibuat berdasarkan desain rencana volume biofilter dikalikan dengan porositas media sehingga di dapat volume air di dalam biofilter. Setelah mendapatkan volume air di dalam biofilter hasilnya dibagi dengan HRT yang telah di tetapkan maka didapatkan debit air pada setiap reaktor.

Pada bagian bawah 10 cm ke atas dari dasar reaktor terdapat penyangga dari kaca dan di buat berlubang guna sebagai penahan media kerikil dan penyangga aerator yg di pasang pada reaktor. Aerator yang dipasang berfungsi sebagai penjaga agar mikroorganismenya dalam reaktor tetap pada kondisi aerob. Perhitungan kebutuhan oksigen guna pemasangan aerator terdapat pada lampiran. Perangkat lain yang melengkapi reaktor biofilter ini adalah bak penampung limbah, bak pengatur debit dan bak penampung *effluent*.

Bak penampung limbah menggunakan bak plastik 50 L adanya bak penampung limbah ini guna untuk menampung air limbah dan menyamakan karakteristik air limbah yang akan digunakan. Air limbah dalam bak penampung di pompa menuju bak pengatur debit, reaktor dilengkapi dengan pipa *overflow* berguna untuk menjaga kapasitas air dalam bak pengatur debit agar tetap konstan. Bak pengatur debit menggunakan bak plastik berkapasitas 30 L yang berfungsi untuk mengatur debit air limbah yang akan dialirkan pada reaktor biofilter. Begitu pula dengan bak penampung *effluent* menggunakan bak plastik berkapasitas 50 L. Penjelasan diatas terdapat pada gambar 2.



Gambar 1. Desain Reaktor Biofilter Tampak Samping



Gambar 2. Diagram Alir Biofilter Tampak Samping

C. Pelaksanaan Penelitian

Air limbah yang akan diolah pada reaktor diambil dari *effluent* saluran air limbah domestik rumah makan. Air limbah yang akan digunakan telah mengalami *pre-treatment* terlebih dahulu berupa pengendapan minyak dan lemak selama 24 jam. Air limbah yang ada pada bak penampung limbah dipompa dan dialirkan ke dalam bak pengatur debit, bak pengatur debit dilengkapi dengan pipa *overflow* berguna untuk menjaga kapasitas air dalam bak pengatur debit agar tetap konstan. Reaktor dijalankan dengan mengalirkan air limbah dari bak pengatur debit ke reaktor biofilter. Debit yang dialirkan kedalam reaktor sebesar 0,0005 L/detik yang diatur menggunakan kran. Air limbah dialirkan secara terus menerus dengan aliran *downflow*, yakni pola aliran dari atas kebawah dengan sistem *intermitten* pada reaktor biofilter. Terjadi proses aerasi didalam reaktor biofilter.

Selama reaktor dioperasikan, dilakukan pengambilan sampel setiap hari. Pengambilan sampel dilakukan pada titik-titik yang telah ditentukan sebelumnya yaitu pada inlet dan outlet reaktor. Selanjutnya sampel dari reaktor dianalisis untuk mengetahui tingkat efisiensi pada setiap parameter. Air limbah dalam reaktor diolah selama 8 jam, waktu tersebut merupakan waktu tinggal selama 8 jam proses pengolahan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dilakukan dengan mengalirkan air limbah ke media yang sudah berada pada reaktor,biarkan terbuka terkena udara. Untuk menumbuhkan bakteri aerob pembentuk biofilm. Pertumbuhan biofilm diamati setelah kurang lebih 8 sampai 14 hari dengan ditandai permukaan media yang berubah menjadi agak licin bila dipegang .

Aklimatisasi termasuk dalam penelitian pendahuluan atau dapat dikatakan termasuk langkah awal penelitian pengolahan limbah secara biologis. Tahapan ini dilaksanakan dalam upaya untuk menumbuhkan mikroorganismenya yang berperan penting dalam proses penyisihan materi organik secara biologis. Aklimatisasi dilakukan secara alami, yakni mikroorganismenya langsung dibiakkan di dalam reaktor yang telah terisi media

kerikil, dengan cara mengalirkan media dengan air limbah secara terus – menerus selama 8 – 14 hari. Pada penelitian ini tahap aklimatisasi yang berlangsung pada penelitian kali ini selama 2 minggu. Setelah 2 minggu pada permukaan media ditumbuhi dengan lapisan biofilm. Perbedaan yang terjadi antara media yang telah ditumbuhi biofilm dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Permukaan Media yang Ditumbuhi Biofilm

B. Karakteristik Air Limbah Rumah Makan

Efluen air limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah makan diatur oleh Pergub No.72 Tahun 2013. Berdasarkan peraturan tersebut, ada batasan nilai parameter pencemar yang harus dipenuhi agar air limbah yang diolah tidak mencemari lingkungan.

Berdasarkan hasil pemantauan dan pengukuran yang telah dilakukan terhadap kualitas air limbah rumah makan, dapat diketahui bahwa semua parameter pencemar melebihi baku mutu. Kondisi tersebut dapat dilihat dari hasil analisis laboratorium pada bulan November 2014.

Berdasarkan data analisis pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa konsentrasi BOD, COD, dan TSS selama 10 hari pada inlet reaktor melebihi baku mutu. Sehingga dari konsentrasi BOD dan COD tersebut, dapat diketahui bahwa kandungan zat organik yang terkandung pada *effluent* rumah makan sangat tinggi. Kandungan TSS pada air limbah *effluent* rumah makan juga masih melebihi baku mutu. Kondisi tersebut dapat dilihat dari kenampakan fisik air limbah yang masih keruh dan konsentrasinya yang bernilai lebih dari baku mutu. Konsentrasi *effluent* pada inlet reaktor yang fluktuatif mengakibatkan beban yang diterima biofilter aerobik juga berfluktuatif.

Tabel 1. Karakteristik Air Limbah Rumah Makan XYZ

Hari ke-	Konsentrasi COD (mg/L)	Konsentrasi TSS (mg/L)	Konsentrasi BOD (mg/L)
	Inlet	Inlet	Inlet
1	1414	2000	1022
2	1563	1640	1056
3	1265	1200	1005
4	1786	1600	1070
5	1980	1600	1206
6	2980	1600	1890
7	2680	1600	1670

Hari ke-	Konsentrasi COD (mg/L)	Konsentrasi TSS (mg/L)	Konsentrasi BOD (mg/L)
	Inlet	Inlet	Inlet
8	2560	2000	1568
9	1860	1200	1450
10	1860	1200	1257

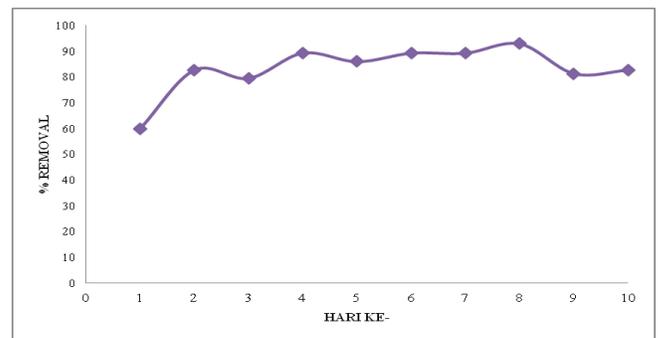
C. Penyisihan COD (Chemical Oxygen Demand) Air Limbah pada Reaktor Biofilter

Nilai penyisihan COD yang terjadi menunjukkan nilai yang cukup besar yaitu antara 50%-90% ketika konsentasi COD yang masuk mencapai 1000mg/L. Berdasarkan hasil analisis, efisiensi tertinggi yang dapat dicapai dalam penyisihan COD sebesar 92,95% . Dari kadar COD pada inlet sebesar 2560 mg/L menjadi 189 mg/L. Kadar perubahan COD pada inlet dan outlet dapat dilihat pada tabel 2.

Dari gambar 4 menunjukkan bahwa persen removal pada hari ke-1 memiliki nilai awal sebesar 59,90% selanjutnya mengalami peningkatan pada hari ke-2 menjadi 82,73%, namun mengalami penurunan menjadi 79,53% pada hari ke-3. Kenaikan inlet pada hari ke-4 menjadi 1786 mg/L turut memberikan efek peningkatan pada persen efisiensi removal pada hari ke-4 menjadi 89,36%. Titik kestabilan kemampuan mendegradasi kadar organik terjadi pada hari ke-6 dan ke-7.

Tabel 2. Analisa COD pada Inlet dan Outlet

Hari ke -	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	1414	567
2	1563	270
3	1265	259
4	1786	190
5	1980	250
6	2980	342
7	2680	286
8	2560	189
9	1860	347
10	1860	321



Gambar 4. Efisiensi Penyisihan COD pada Reaktor Biofilter

Kemampuan maksimum persen removal terjadi pada hari ke-8 dimana persen removal menjadi 92,95%. Akan tetapi penurunan persen removal terjadi pada hari ke-9 dan hari ke-

10 setelah mencapai titik maksimum pada hari ke-8. . Dapat diketahui bahwa konsentrasi COD pada outlet cenderung lebih kecil dibandingkan dengan konsentrasi COD pada inlet yang menunjukkan bahwa telah terjadi proses degradasi bahan organik pada air limbah. Dalam peremovalan, setelah mencapai kemampuan maksimum, efisiensi akan mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan mikroba yang terdapat pada biofilm yang melekat pada media memecah konsentrasi-konsentrasi zat organik pada air limbah. Oleh karena itu, semakin lama waktu tinggal, maka nilai persen removal terhadap COD semakin turun.

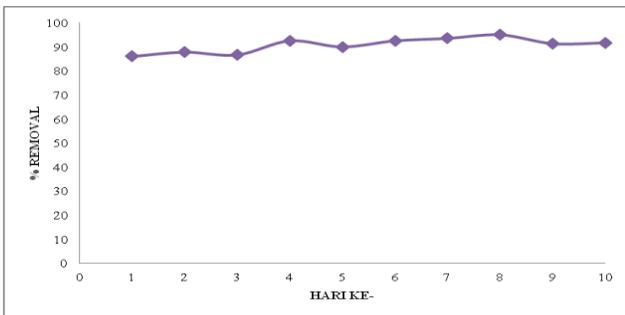
D. Penyisihan TSS (Total Suspended Solid) Air Limbah pada Reaktor Biofilter

Padatan tersuspensi pada air limbah dapat berupa senyawa organik dan anorganik. Dekomposisi padatan tersuspensi dapat meningkatkan nilai BOD dan COD. Faktor yang dapat mempengaruhi besarnya penyisihan TSS pada air limbah menggunakan biofilter adalah adanya filtrasi pada sistem biofilter. Efisiensi removal yang diberikan dapat dicapai hingga 95% meskipun effluent belum memenuhi baku mutu. Hasil pencapaian outlet dan kadar TSS yang masuk pada inlet dijelaskan pada tabel 3.

Dari gambar 5 dapat menjelaskan bahwa kemampuan media dalam mereduksi kadar TSS berkisar antara 86% - 95%. Hasil yang besar mengingat inlet yang masuk pada reaktor cukup bervariasi dan fluktuatif. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam penyisihan TSS adalah ukuran diameter media yang digunakan.

Tabel 3. Analisa TSS pada Inlet dan Outlet

Hari Ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	2000	280
2	1640	200
3	1200	160
4	1600	120
5	1600	160
6	1600	120
7	1600	104
8	2000	100
9	1200	104
10	1200	100



Gambar5. Efisiensi Penyisihan TSS pada Reaktor Biofilter

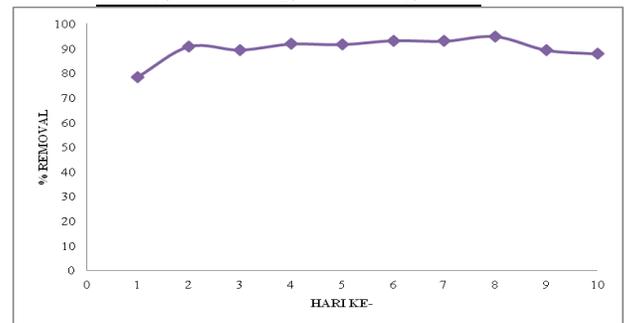
Ukuran diameter pada media memiliki pengaruh dalam penyisihan material organik, karena media pada reaktor biofilter memiliki fungsi sebagai filtrasi. TSS yang mengalir melalui media akan tersaring melalui celah – celah media dan biofilm yang membungkus permukaan media.

E. Penyisihan BOD (Biochemical Oxygen Demand) Air Limbah pada Reaktor Biofilter

Kandungan BOD yang terkandung dalam air limbah menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan mikroorganisme untuk mengurai zat organik dalam kondisi aerob. Pada proses pengolahan air limbah hasil analisis BOD menunjukkan besarnya kandungan senyawa organik yang dapat didegradasi secara biologis. Penyisihan kandungan BOD secara lebih jelas diuraikan pada tabel 4 dan gambar 6.

Tabel 4. Analisa BOD pada Inlet dan Outlet

Hari Ke-	Inlet (mg/L)	Outlet (mg/L)
1	1022	222
2	1056	98
3	1005	107
4	1070	88
5	1206	102
6	1890	129
7	1670	118
8	1568	81
9	1450	156
10	1257	154



Gambar 6. Efisiensi Penyisihan BOD pada Reaktor Biofilter

Berdasarkan hasil analisis, media kerikil memiliki kinerja yang lebih efektif. Namun hasil efisiensi penyisihan terkecil hanya sebesar 78,28%. Pada hari ke-2 mengalami kenaikan efisiensi sebesar 90,72%, namun pada hari ke-3 mengalami penurunan menjadi sebesar 89,35%. Konsentrasi outlet mengalami kestabilan pada hari ke-4 dan ke-5 dengan efisiensi removal sebesar 91,78% dan 91,54%. Selama 10 hari proses analisa dicapai nilai efisiensi sebesar 94,83% yang terjadi pada hari ke-8 yang merupakan waktu optimum dalam efisiensi removal. Permukaan media yang luas memungkinkan terjadi pembentukan biofilm yang lebih banyak dan kandungan BOD yang diolah juga menjadi lebih besar.

F. Rasio BOD/COD

Rasio BOD/COD di analisis untuk mengetahui angka perbandingan untuk mengetahui tingkat biodegradabilitas zat organik yang dikandung air limbah. Semakin tinggi rasio BOD/COD suatu air limbah maka tingkatan biodegradabilitas dari air limbah tersebut semakin rendah [6]. Tabel 5 berisi tentang rasio BOD/COD air limbah baik sebelum pengolahan maupun setelah pengolahan.

Tabel 2. Rasio BOD/COD

Hari Ke -	Inlet	Outlet
1	0,72	0,39
2	0,68	0,36
3	0,79	0,41
4	0,6	0,46
5	0,61	0,41
6	0,63	0,38
7	0,62	0,41
8	0,61	0,43
9	0,78	0,45
10	0,68	0,48

Rasio BOD/COD yang terdegradasi dengan baik berada pada kisaran 0,2-0,4 [7] rentang rasio BOD/COD yang terdegradasi dengan baik berada pada kisaran 0,2-0,4. Meninjau dari hasil rasio BOD/COD pada HRT 6 dengan media batu alam maupun kerikil dapat terdegradasi dengan cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri pada biofilter bekerja aktif sehingga dapat menurunkan kadar BOD/COD.

Meninjau dari hasil rasio BOD/COD dapat terdegradasi dengan cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri pada biofilter bekerja aktif sehingga dapat menurunkan kadar BOD/COD.

IV. KESIMPULAN

Kualitas air limbah rumah makan/*restaurant* yang dihasilkan setelah diolah menggunakan biofilter aerobik masih belum memenuhi baku mutu air limbah domestik menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Efisiensi removal tertinggi yang dicapai biofilter aerobik dalam pengolahan air limbah rumah makan/*restaurant* menggunakan media kerikil dengan HRT 8 jam. Removal COD paling tinggi dengan perlakuan sebesar 92,95%, BOD tertinggi mencapai 94,83% sedangkan untuk TSS mencapai 95%. Kondisi air limbah rumah makan/*restaurant* yang dihasilkan bersifat biodegradabel yang stabil dengan hasil rasio BOD/COD sebesar 0,39-0,48.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Bieby Voijant Tangahu, ST. MT., PhD, Alia Damayanti ST. MT., PhD, dan Alfian Purnomo ST., MT. dalam mengoreksi, mengkritik, dan memberikan masukan untuk kesempurnaan paper.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Filliazati, M., Apriani, I., & Zahara, T. A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura Pontianak
- [2] Suhardjo, D. (2008). Penurunan COD, TSS dan Total Fosfat pada Septic Tank Limbah Mataram Citra Sembada Catering dengan Menggunakan Wastewater Garden. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 15(2), 79-89.
- [3] Andiese, V. W. (2011). Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga dengan Metode Kolam Oksidasi. *Jurnal Infrastruktur* Vol.1 (2), 103-110
- [4] Pohan, N. (2008). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Biofilter Anaerobik. Laporan Tesis Jurusan Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara
- [5] Said, Idaman nusa. (2001). Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Proses Biologis Biakan Melekat Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 2, No.3, September 2001 : 223-240
- [6] Papadopolous, A. (2006). *Variations of COD/BOD Ratio At Different Units Of Wastewater Stabilization Pond Pilot Treatment Facility*. 7th International Conference on Environmental Science and Technology Ermoupolis, Syros Island, Greece.
- [7] Mangkoedihardjo, S., dan Samudro, G. (2010). *Fitoteknologi Terapan*. Yogyakarta : Graha ilmu