



EFEKTIFITAS PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DENGAN AERASI DALAM MENURUNKAN KADAR COD PADA LIMBAH BIODIESEL

Maris Anindita Fauzi, Setyani Hardiana Sunardi, Indro Sumantri^{*)}

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Abstrak

Pembuangan air limbah ke badan air dengan kandungan beban COD yang tinggi dapat menyebabkan turunnya jumlah oksigen dalam air. Limbah cair proses pembuatan biodiesel yang akan dibuang ke lingkungan mengandung COD tinggi, yaitu 1200 ppm. Pengolahan secara aerob dilakukan dengan nilai COD kurang dari 1500 ppm untuk mempersingkat waktu pengolahan. Selain itu, mikroba & unsur hara dapat digunakan untuk mengefektifkan pengolahan limbah secara aerob sehingga keluaran limbah dapat memenuhi baku mutu lingkungan dan tentunya dalam waktu yang relatif lebih singkat. Dalam penelitian ini ditambahkan bakteri *degrasimba* dan unsur hara mikro untuk penurunan COD pada limbah biodiesel. Variable tetap dalam percobaan ini adalah MLSS 3000 mg/l, pH 7, bakteri dan unsur hara mikro yang digunakan, volume limbah, dan jenis limbah. Variable bebas dalam percobaan ini adalah hidraulic retention time (HRT) dengan variasi (8,12,14, dan 16 jam.). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama Hidraulic Retention Time (HRT) maka semakin tinggi penurunan COD dalam limbah. Dari hasil percobaan didapatkan COD dengan HRT yang paling lama menunjukkan penurunan sebanyak 77,92% dengan penurunan dari 1200 ppm menjadi 265 ppm, dan untuk HRT 8,12,14 jam masing masing adalah 70,75%, 71,75% dan & 72,83%. Nilai COD yang didapatkan adalah 351,339, dan 326 ppm pada HRT masing – masing 8, 12, dan 14 jam. Dengan kadar COD rata – rata mengalami penurunan secara konstan pada hari yang ke 3 dan ke 4.

Kata kunci : Lumpur aktif, limbah biodiesel, aerasi, bakteri *degrasimba*

Abstract

Disposal of wastewater into bodies of water with a high content of COD load can cause a decline in the amount of oxygen in the water. Biodiesel manufacturing process wastewater to be discharged into the environment contains high COD, ie 1200 ppm. Processing carried out aerobically with COD values of less than 1500 ppm to shorten the processing time. In addition, microbial & nutrients can be used to streamline the processing of waste in aerobic waste so that the output can meet environmental quality standards and certainly within a relatively short time. In this study *degrasimba* added bacteria and micro nutrients to the removal of COD in waste biodiesel. Variable fixed in these experiments were MLSS 3000 mg / l, pH 7, the bacteria and micro nutrients that are used, the volume of waste, and waste type. Independent variable in this experiment is hidraulic retention time (HRT) with variations (8,12,14,dan 16 hours.). The results showed that the longer Hidraulic Retention Time (HRT), the higher removal of COD in the effluent. From the experimental results obtained COD with the longest HRT showed a decrease of 77.92% with a decrease from 1200 ppm to 265 ppm, and for HRT 8,12,14 hours respectively were 70.75%, 71.75% and & 72 , 83%. COD value obtained is 351.339, and 326 ppm in HRT each - respectively 8, 12, and 14 hours. With the COD levels of the average - average has decreased constantly on days 3 and 4..

Keywords : Activated sludge; waste biodiesel; aeration; bacteria *degrasimba*



1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri selain memberikan manfaat yang cukup besar bagi masyarakat dan negara juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan perairan, tanah maupun udara. Seperti pertumbuhan industri yang ada di Gresik disamping memberikan dampak positif bagi lingkungannya juga memberikan dampak negatif yaitu pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh air limbahnya yang kurang dikelola dengan baik. Hasil pengolahan limbah di Industri Biodiesel setelah di analisis ternyata masih mengandung COD yang belum memenuhi Baku Mutu untuk dibuang ke badan air, sehingga sebelum limbah tersebut di buang ke badan air memerlukan pengolahan yang lebih lanjut agar tidak merugikan lingkungan sekitar.

Data yang diperoleh dari Perusahaan Biodiesel di Gresik tahun baru baru ini diperoleh bahwa Kadar COD sangat tinggi mencapai 1200 Mg/L, sehingga sangat merugikan lingkungan setelah limbah tersebut dibuang ke badan air. Nilai tersebut tidak memenuhi baku mutu yang diterapkan pemerintah Jawa Timur yaitu 300 Mg/L kadar COD yang harus dibuang ke lingkungan atau badan air.

Dari data perusahaan Biodiesel tersebut dapat dilakukan pengolahan limbah dapat dilakukan secara aerob. Penambahan mikroba dan unsur mikro dalam proses aerob dapat membantu mengefektifkan pengolahan limbah secara aerob. Pengolahan limbah dapat dilakukan secara aerob yaitu pengaturan penyediaan udara pada bak aerasi, dimana bakteri aerob akan memakan bahan organik didalam air limbah dengan pengaturan O_2 . Penyediaan ini bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan lingkungan dan kondisi sehingga bakteri pemakan bahan organik dapat tumbuh dan berbiak dengan baik sehingga kelangsungan hidupnya terjamin. Penambahan mikroba dalam proses aerob dapat membantu mengefektifkan pengolahan limbah secara aerob. Maka pada penelitian ini menggunakan penambahan Bakteri Degrasimba dan unsur mikro untuk menurunkan kadar COD dalam Limbah Biodiesel.

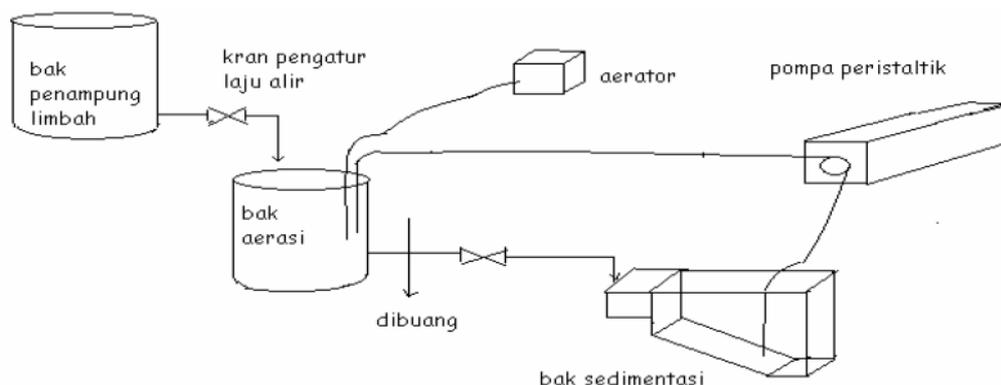
2. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Limbah cair biodiesel, Aquadest, N:P:K sebagai nutrient mikroba, Pupuk Cair Organik, Lumpur aktif, Bakteri Degrasimba, Unsur Mikro hara (metalik). Alat yang digunakan dalam penelitian adalah Rangkaian alat operasi pengolahan limbah dengan aerasi proses kontinyu, Rangkaian alat analisa MLSS, Beaker glass, Erlenmeyer, Oven, Timbangan, Gelas Ukur, Cawan porselin, Stopwatch.

Prosedur Penelitian

Proses penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu analisa pendahuluan, analisa aklimatisasi dan analisa operasional. Analisa pendahuluan dengan mengukur kandungan COD, pH dalam limbah biodiesel. Merupakan tahap penyesuaian mikroorganisme yang akan digunakan untuk mendegradasi air limbah. Aklimatisasi dilakukan dengan cara mengaerasi lumpur aktif dengan MLSS 3000 mg/l selama 4 hari, kemudian adaptasi bakteri dalam lumpur aktif dengan pengkondisian diberi limbah dan nutrien pupuk NPK & penambahan bakteri serta unsur hara mikro (metalik). Kemudian diberi aerasi selama 4 hari sehingga mikroorganisme dalam lumpur aktif siap digunakan untuk mendegradasi bahan-bahan organik dari air limbah. Setelah dilakukan aklimatisasi, air limbah dengan variasi HRT 8,12,16 dimasukkan ke dalam bak aerasi. Keluaran dari bak aerasi ditampung dalam bak sedimentasi dengan pengambilan sampel setiap 12 jam sampai diperoleh nilai COD yang konstan. Air jernih hasil sedimentasi diambil 30 ml untuk dianalisa COD dengan metode refluks terbuka secara titrimetri dan untuk analisa BOD menggunakan metode *Iodometri*. Pada penelitian ini, pengolahan data, pengamatan dan perbandingan hasil analisa dilakukan secara grafis terhadap masing-masing variabel yang berpengaruh.

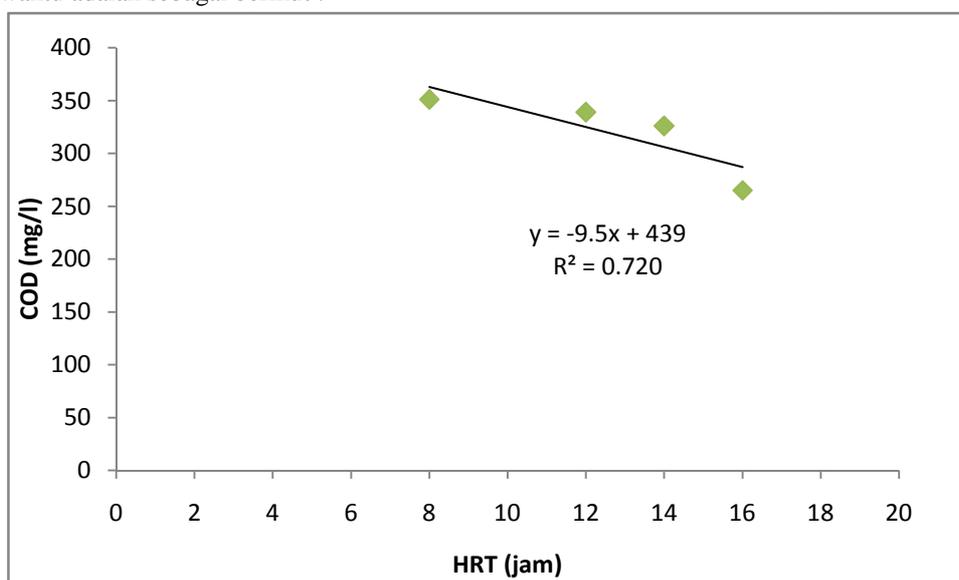


Gambar 1. Rangkaian Alat alat pengolahan limbah biodiesel

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

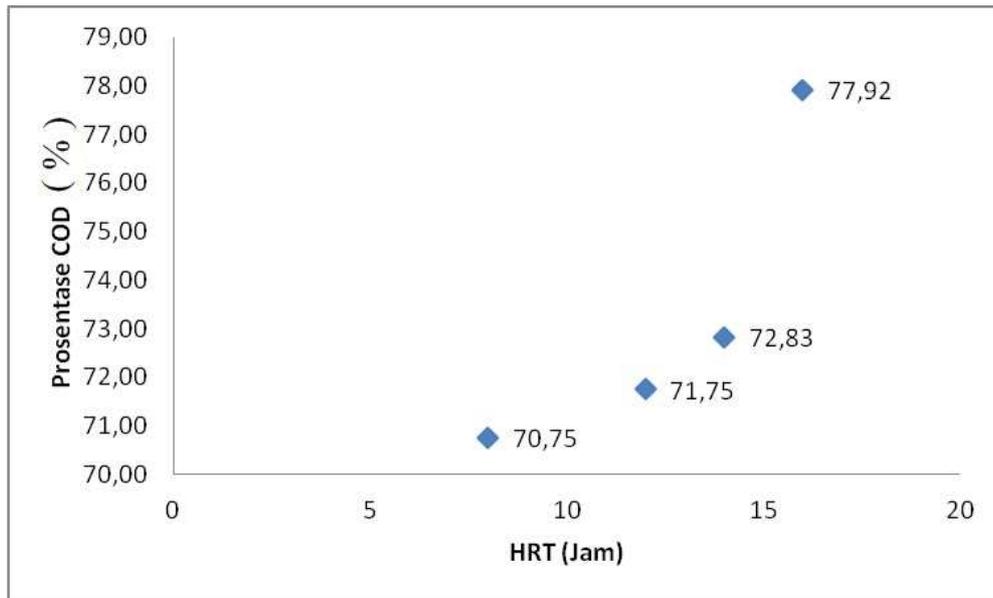
No	COD awal (mg/L)	MLSS (mg/L)	F/M rasio	HRT (jam)	COD(mg/L)	Prosentase (%)
1	1200	2984	0,085	8	351	70,75
2	1200	3010	0,076	12	339	71,75
3	1200	3112	0,08	14	326	72,83
4	1200	3014	0,7	16	265	77,92

Pengamatan penurunan COD berdasarkan HRT di lihat dari nilai konstan dimana COD tidak mengalami penurunan lagi tetapi cenderung mengalami kenaikan atau tetap. Limbah diolah dengan kisaran pH 7 – 8. Warna dari hasil pebgolahan limbah berwarna bening. Berdasarkan data hasil pengamatan bahwa penurunan COD terhadap waktu adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1. Grafik Penurunan COD berdasarkan HRT

Berdasarkan gambar grafik 4.2.1a penurunan COD berdasarkan HRT berbanding terbalik. Dengan makin lamanya waktu tinggal hidraulik maka kadar COD limbah semakin kecil. Kadar COD hasil penelitian sebesar 351 mg/L ; 339 mg/L ; 326 mg/L dan 265 mg/L untuk masing – masing HRT 8 jam, 12 Jam, 14 Jam dan 16 Jam. Prosentase penurunan COD dari 1200 mg/L berdasarkan HRT dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

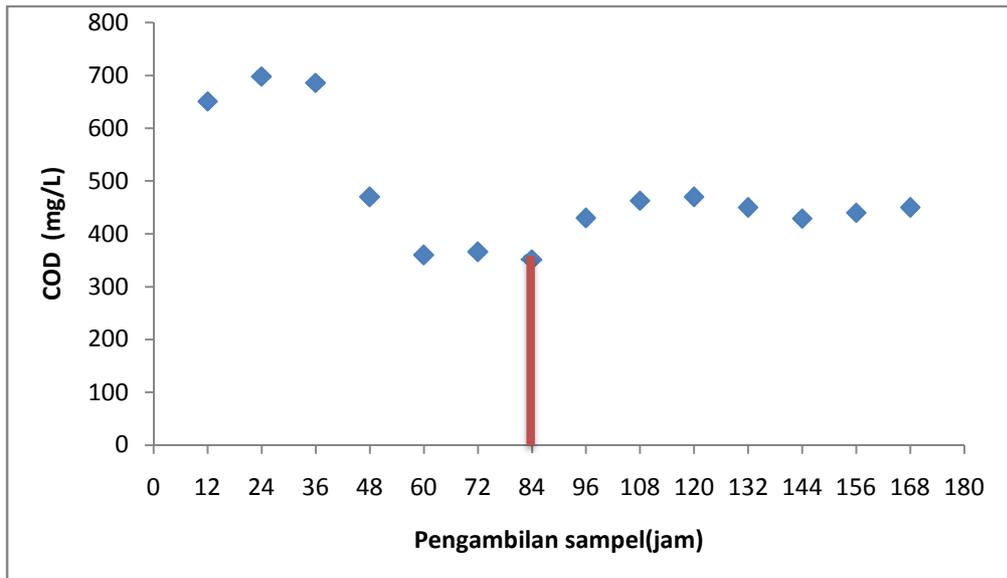


Gambar 3.2. Grafik Prosentase penurunan COD

Dari grafik 4.2.1b dapat dilihat bahwa prosentase antara penurunan COD dan HRT berbanding lurus, dimana semakin tinggi waktu tinggal hidraulik maka semakin tinggi prosentase penurunan COD. Dapat dilihat bahwa penurunan Prosentase COD pada HRT 8 jam, 12 jam, 14 jam, dan 16 jam masing-masing adalah 70,75%; 71,75%; 72,83% dan 77,92%. Selain HRT dan COD parameter F/M rasio juga diukur. Parameter F/M rasio menunjukkan jumlah zat organik (BOD) yang dihilangkan dibagi dengan jumlah massa mikroorganisme di dalam bak aerasi atau reaktor. Besarnya nilai F/M rasio umumnya ditunjukkan dalam kilogram BOD per kilogram MLSS per hari (Curds dan Hawkes, 1983 ; Nathanson, 1986). Dari percobaan ini F/M rasio yang diperoleh sebesar 0,085 ; 0,076; 0,080 dan 0,07 kg BOD₅ per kg MLSS per hari masing-masing untuk HRT 8 jam; 12 Jam; 14 Jam dan 16 jam. F/M rasio berpengaruh pada penurunan dari kadar COD. Menurut Hammer bahwa Rasio F/M rasio menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam tangki aerasi dalam kondisi lapar, sehingga mikroorganisme akan semakin banyak menguraikan limbah yang menyebabkan penurunan kadar COD dalam limbah. Dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin kecil F/M rasio yang dihasilkan maka penurunan CODnya semakin besar yaitu 77,92% pada HRT 16 jam dibandingkan dengan dengan HRT 8 jam; 12 Jam dan 16 jam yang masing – masing penurunan CODnya sebesar 70,75%; 71,75%; 72,83%. Hasil ini menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan HRT 16 jam.

Pengamatan Penuruna COD pada masing – masing HRT

a. Hydraulic Retention Time (HRT) 8 jam

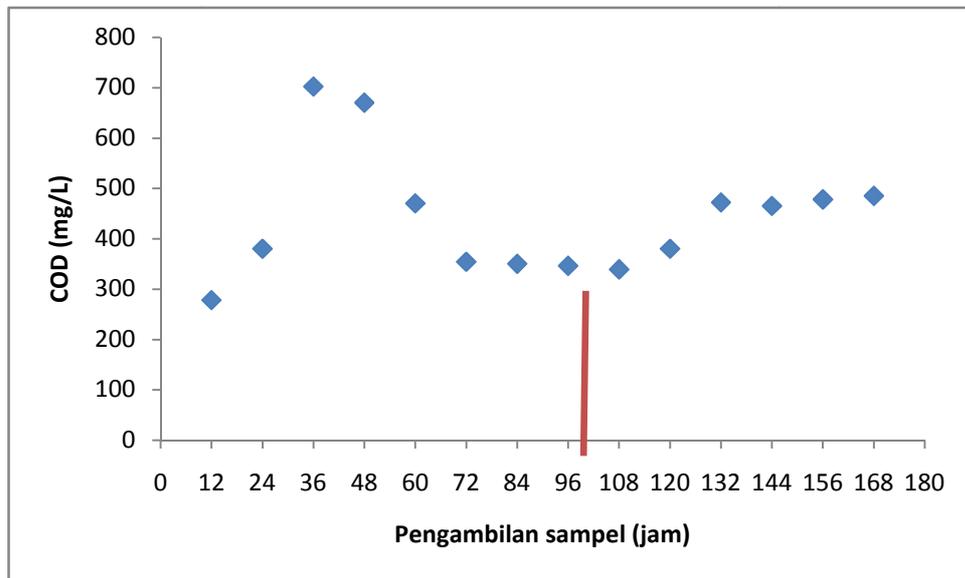


Gambar 3.3. Grafik Kadar COD berdasar pengambilan sampel pada HRT 8 Jam

Dengan MLSS 2984 mg/L dan F/M rasio sebesar 0.08 kg BOD5 per kg MLSS per hari maka hasil penurunan COD pada jam ke 12 sampai jam ke 24 (hari ke 0) mengalami kenaikan kadar COD hal ini disebabkan karena efluen yang keluar pertama kali dari bak aerasi merupakan limbah hasil aklimatisasi secara batch, belum secara kontinyu.

Pada jam ke 48 mulai mengalami penurunan kadar COD sampai nilai konstan pada jam ke 84 (ditandai dengan garis pada grafik). Setelah jam yang ke 84 mengalami kenaikan kadar COD. Pada fase ini COD mulai naik. Kenaikan dari kadar COD tersebut mengindikasikan bahwa Mikroorganisme yang ada dalam bak aerasi sudah tidak layak untuk digunakan.

b. Hidraulic Retention Time (HRT) 12 Jam



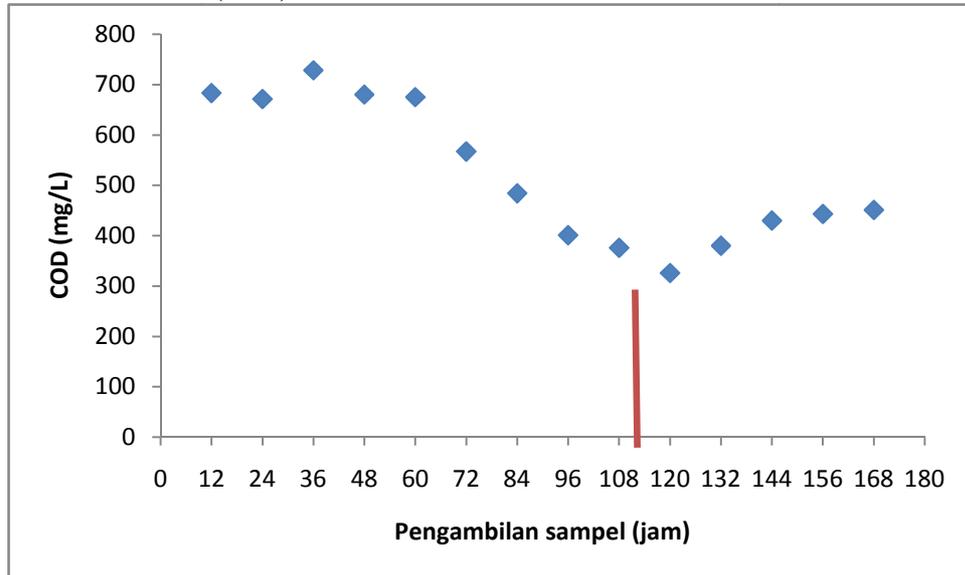
Gambar 3.4. Grafik Kadar COD berdasar pengambilan sampel pada HRT 12 Jam

Dengan MLSS 3075 mg/l dan dan F/M rasio sebesar 0.076 kg BOD5 per kg MLSS per hari dari grafik dapat dilihat penurunan COD yang cukup drastis pada pengambilan sampel jam ke 12, 24. Dibandingkan dengan pengambilan sampel pada jam yang ke 12 dan 24 pada grafik HRT 8 jam pada HRT 12 jam penurunannya sangat drastis hal ini disebabkan karena nilai dri F/M rasio lebih besar dibandingkan dengan F/M rasio pada HRT 8 jam. Menurut Hammer bahwa Rasio F/M yang rendah menunjukkan bahwa mikroorganisme dalam tangki aerasi dalam



kondisi lapar, semakin rendah rasio F/M pengolahan limbah semakin efisien. Pada Percobaan ini rasio F/M dari HRT 12 jam lebih kecil dibandingkan dengan F/M rasio pada HRT 8 jam. COD konstan pada pengambilan sampel ke 108 dengan nilai COD sebesar 339 ppm. Setelah jam ke 108 COD mengalami kenaikan.

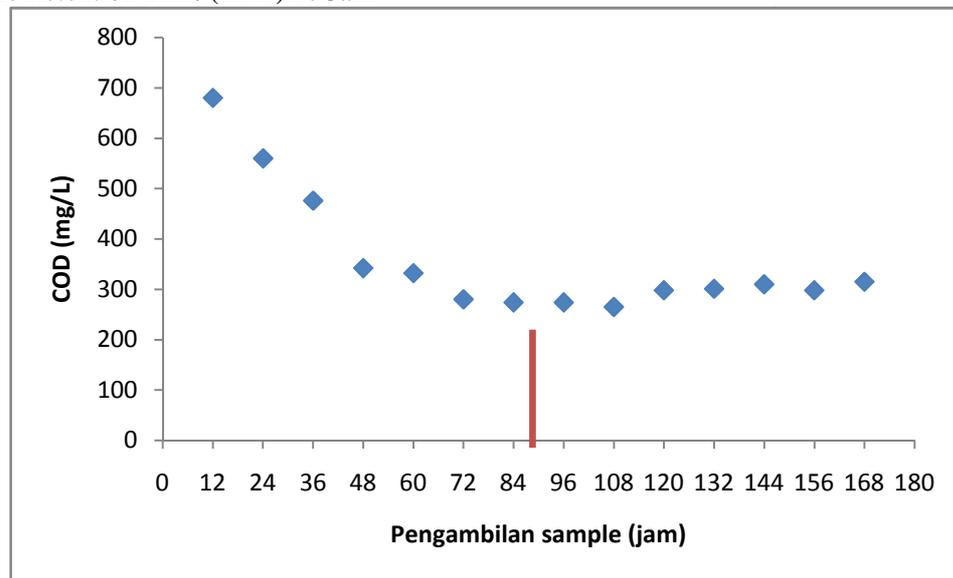
c. Hidarulic Retention Time (HRT) 14 Jam



Gambar 3.5. Grafik Kadar COD berdasar pengambilan sampel pada HRT 14 Jam

Dengan MLSS 3112 mg/l dan dan F/M rasio sebesar 0.085 kg BOD5 per kg MLSS per hari penurunan COD konstan pada 120 yaitu dari 1200 ppm menjadi 326 mg/l .

d. Hidarulic Retention Time (HRT) 16 Jam



Gambar 3.6. Grafik Kadar COD berdasar pengambilan sampel pada HRT 16 Jam

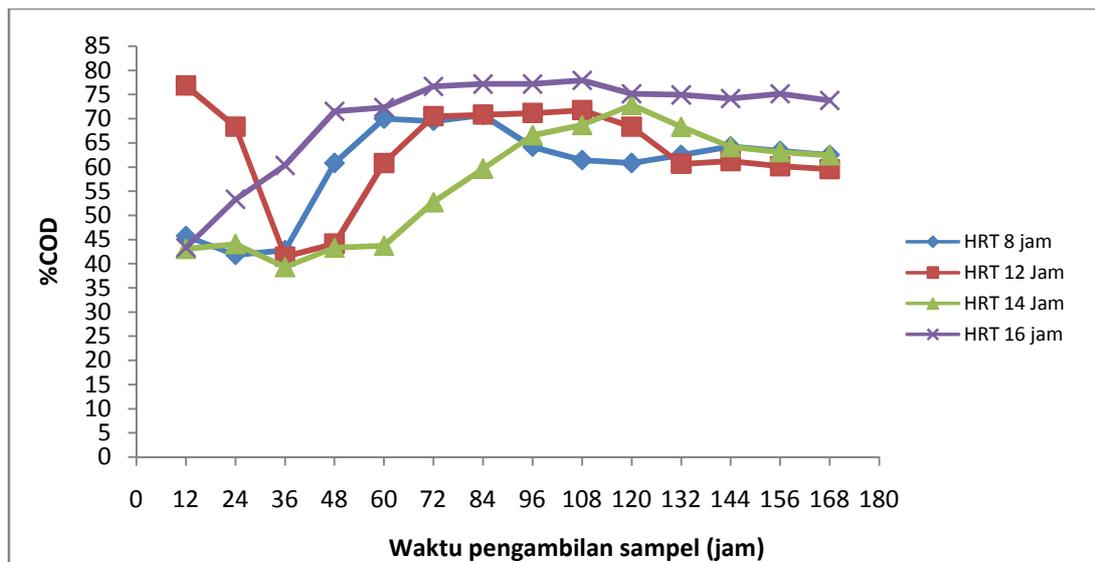
Dengan MLSS 3014 mg/l dan dan F/M rasio sebesar 0.067 kg BOD5 per kg MLSS per hari penurunan COD kontan pada 108 yaitu dari 1200 ppm menjadi 265 mg/l.

Prosentase untuk penurunan COD berdasarkan waktu pengambilan sampel pada HRT 8 jam, 12 Jam, 14 jam dan 16 jam adalah sebagai berikut:



Tabel 4.2. Tabel Prosentase Penurunan COD

Pengambilan sample (jam)	%COD HRT 8 jam	%COD HRT 12 Jam	%COD HRT 14 Jam	%COD HRT 16 Jam
12	45,75	76,83	43,08	43,33
24	41,83	68,33	44,08	53,33
36	42,83	41,5	39,33	60,33
48	60,83	44,17	43,33	71,5
60	70	60,83	43,75	72,33
72	69,5	70,5	52,75	76,67
84	70,75	70,83	59,67	77,17
96	64,17	71,17	66,58	77,17
108	61,42	71,75	68,67	77,92
120	60,83	68,33	72,83	75,17
132	62,5	60,67	68,33	74,92
144	64,25	61,25	64,17	74,17
156	63,33	60,17	63,08	75,17
168	62,5	59,58	62,42	73,75



Gambar 3.7. Grafik Prosentase penurunan Kadar COD berdasarkan waktu pengambilan sampel



Dari grafik penurunan COD pada HRT 8 jam dapat dilihat bahwa pada jam ke 12 sampai 24 mengalami penurunan dari 45,75 % ke 41,83 % sedangkan setelah jam 24 mengalami kenaikan hingga 70,5 % pada nilai konstan yaitu pada jam yang ke 84. Setelah jam ke 84 mengalami penurunan prosentase COD sampai jam ke 168. Pada HRT 12 jam pada jam ke 12 hingga jam ke 24 mengalami kenaikan prosentase penurunan COD dari 76,83% sampe 68,33% kemudian pada jam ke 36 mengalami penurunan Prosentase hingga jam 108, penurunan sudah mulai konstan. Penurunan konstan pada jam 108 sebesar 71,75 %. Pada HRT 14 Jam mula mula prosentase naik sampai pada jam yang ke 24 kemudian menurun hingga nilai konstan pada jam ke 120 menjadi 72,83 % sedangkan pada HRT 16 jam maka penurunan nilai konstan berada pada jam ke 108 yaitu sebesar 77,92 %.

Penurunan COD pada nilai konstan berada kisaran pengambilan sampel antara 84 – 120 jam atau antara 4 – 5 hari. Penurunan COD tertinggi sebesar 77,92 %. Hasil tidak dapat maksimal hingga 90 % karena ada beberapa gangguan diantaranya:

1. Pin point Flocculation
Gejala point flocculation dimana gejala flocculation lumpur aktif pecah menjadi flocculation – flocculation yang halus dan ikut keluar didalam efluen sehingga air olahan menjadi keruh. Karena air olahan menjadi keruh dan tidak mudah mengendap maka hasil analisa COD yang di dapat cenderung tinggi.
2. Lumpur yang mengambang
Lumpur yang mengambang pada bak pengendapan akhir disebabkan karena terjadinya eksese denitrifikasi yang berlebihan yang mengakibatkan suasana anoxic didalam bak pengendapan akhir. Selain itu gas nitrogen yang terjadi akibat proses denitrifikasi akan keluar dari atas dan akan mengikat flocculation lumpur aktif dan lumpur akan mengambang dipermukaan sehingga efluen menjadi keruh sehingga Analisa COD cenderung tinggi.
3. Pembentukan Buih atau Busa
Di dalam permukaan bak aerasi terdapat buih sehingga dapat melampui ruang bebas dan melimpah ke bak pengendapan akhir.

4. KESIMPULAN

Pengolahan Limbah Biodiesel dapat dilakukan dengan pengolahan secara biologi dengan aerasi lumpur aktif, Semakin tinggi HRT (Hydraulic Retention Time) maka semakin tinggi prosentase penurunan COD. Semakin rendah nilai F/M rasio maka nilai COD semakin rendah karena Mikroorganisme lapar sehingga pengolahan limbah lebih efisien. Dari penelitian ini didapatkan bahwa prosentase penurunan COD tertinggi pada HRT 16 jam yaitu sebesar 77,92% dengan penurunan dari 1200 ppm menjadi 265 ppm. Untuk HRT 8, 12, dan 14 jam didapatkan prosentase 70,75; 71,75; dan 72,83 % dengan nilai COD yang didapatkan untuk masing – masing HRT adalah 351 ppm, 339 ppm dan 326 ppm. Penurunan secara konstan kadar COD rata – rata pada hari ke 3 – 4

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan pada Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro yang telah membantu penelitian ini, dan pada Ir. Indro Sumantri, M.Eng selaku dosen pembimbing penelitian dan Laboratorium Teknologi Limbah sebagai tempat penelitian ini serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert, G., diterjemahkan oleh Santika, S., **Metoda Penelitian Air**, Usaha Nasional, Surabaya, 1984.
- B.P.P.T, 2002, Teknologi Pengolahan Limbah Cair, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan B.P.P.T & BAPEDALDA Samarinda.
- Badan Pusat Statistik. 2001. Statistik Industri Besar Sedang Jawa Tengah, Semarang Volume I. Tabel 1
- Harmen, K., 1977. Behavior of Heavy Metals in Soils. Agricultural research reports. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen



Herlambang, arie., *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*, Badan pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT), Jakarta, 2002.

Judi Ginta. 2005. *Unsur Hara Mikro Yang Dibutuhkan Tanaman* .

Ketaren, S., 1986, *Minyak dan Lemak Pangan*, edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).

Othmer, K. 1969. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 2nd edition, vol 4, John Wiley and Son. Inc. New York Underwood , 1986 “ *Analisa Kimia Kuantitas* “ Erlangga : Jakarta

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

Siti Akhirulia, M., Shofiyatul Amal.,2010. *Pengolahan Limbah Cair Pati Secara Aerob Menggunakan Mikroba Degra Simba*. Undip, Semarang

Sugiharto, *Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah*, UI-Press, Jakarta, 1987.

Tchobanoglous George, Franklin, David, **Wastewater Engineering Treatment and Reuse**. McGraw-Hill, New York, 2003