

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN IKAN SAPU-SAPU (*Hypostomus plecostomus*) UNTUK
MENINGKATKAN KUALITAS AIR LIMBAH PENGOLAHAN IKAN
(Berdasarkan Nilai BOD, COD, TOM)****Arif Aji Nugroho, Siti Rudiyantri *), Haeruddin**

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email : arif_item@gmail.com

ABSTRAK

Menjamurnya industri-industri baik skala rumah tangga atau skala nasional meningkatkan pencemaran yang ditimbulkan dari proses produksi industri tersebut. Meningkatnya pencemaran lingkungan mendorong beberapa penelitian yang membahas mengenai penanganan pencemaran lingkungan. Salah satu nya adalah upaya mengurangi pencemaran dengan menggunakan biota air. Penelitian ini menggunakan ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) untuk mereduksi bahan pencemar organik. Parameter penelitian ini mengacu pada nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Organic Matter* (TOM). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) mereduksi bahan pencemar organik limbah cair industri pengolahan ikan (Konsentrasi BOD5, COD, dan TOM). Selain itu juga untuk mengetahui apakah perbedaan ukuran ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) mempengaruhi besarnya penurunan bahan pencemar organik yang direduksi. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perikanan dan Lingkungan Universitas Diponegoro pada bulan Maret-April 2014. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris, rancangan percobaan yang digunakan adalah RAL (Rancang Acak Lengkap). Perlakuan yang diuji pada penelitian ini adalah memberikan ikan dengan ukuran kecil, sedang, dan besar. Hasil yang dilihat dari penelitian ini adalah membandingkan konsentrasi BOD, COD dan TOM pada awal penelitian dan akhir penelitian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) dapat menurunkan konsentrasi ketiga parameter dan meningkatkan kualitas air limbah tersebut. Konsentrasi BOD turun rata-rata 30,13%, nilai COD turun rata-rata 35,06% dan TOM turun rata-rata 29,09%. Hasil ANOVA one-way hasil menunjukkan bahwa perbedaan ukuran tidak berpengaruh nyata terhadap besarnya nilai penurunan dari ketiga parameter. Ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) dapat menurunkan konsentrasi BOD, COD dan TOM meskipun efektivitasnya kecil.

Kata Kunci: Pencemaran, *Hypostomus plecostomus*, BOD, COD, TOM**ABSTRACT**

The widespread of Industry, whether the household scale or national scale, the effect is very well economically, so as to increase the national income. Not only that the effects of industrial development, the increase in industrial means increases the level of pollution caused by the industrial production process. The increases of environmental pollution has prompted some research that discuss about handling of environmental pollution. One of them is an effort to reduce pollution by using water biota. This research uses Sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) to reduce organic pollutants. Parameters of this study refers to the value of *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), and *Total Organic Matter* (TOM). This study aims to knowing the capability of Sapu-sapu (*H. plecostomus*) in reducing organic pollutants of liquid waste by industrial fish processing (The concentration of BOD5, COD, and TOM). In addition, to determine whether differences in sapu-sapu's size (*H. plecostomus*) affects the magnitude of decrease in organic pollutants reduced. This research was conducted in the Laboratory of Fisheries and Environmental Resource Management, University of Diponegoro in March-April 2014. This research is a laboratory experimental research, experimental design used was CRD (Completely Randomized Design). The treatments tested in this research is by using a fish with small, medium, and large. The results which seen from this study was to compare the concentrations of BOD, COD, and TOM at baseline and end of study. The results of this study indicate that Sapu-sapu (*H. plecostomus*) can reduce the value of these three parameters and increase the quality of the waste water. BOD concentration down an average of 30.13%, COD values down an average of 35.06%, and the average TOM down 29.09%. Having analyzed using one-way ANOVA analysis, the results indicate that the difference in size does not significantly affect the magnitude of the decrease in the value of the three parameters. Sapu-sapu (*H. plecostomus*) can decrease the concentration of BOD, COD, and TOM although a small effectiveness.

Keywords: Pollution, *Hypostomus plecostomus*, BOD, COD, TOM

*) Penulis Penanggungjawab

A. PENDAHULUAN

Menjamurnya industri-industri baik skala rumah tangga atau skala nasional sangat baik efeknya secara ekonomis, sehingga dapat meningkatkan pendapatan secara nasional. Bukan hanya itu saja efek yang ditimbulkan dari perkembangan industri, bertambahnya industri berarti bertambah pula tingkat pencemaran yang ditimbulkan dari proses produksi industri tersebut. Pencemaran lingkungan akibat kurang sadarnya pemilik industri akan kelestarian lingkungan menjadi faktor utamanya. Tidak mampunya industri untuk menyediakan instalasi pengolahan limbah menjadikan limbah yang dibuang dapat merusak lingkungan sekitar.

Pembuangan limbah ke daerah aliran sungai khususnya dari industri perikanan dapat menimbulkan menurunnya kualitas perairan di lingkungan. Bau dari limbah yang sangat menyengat sangat mengganggu warga sekitar. Selain itu kandungan minyak yang cukup banyak dari limbah cair perikanan tersebut dapat menghalangi penetrasi sinar matahari yang menjadi sumber energi biota perairan, sehingga tidak akan ada lagi biota dan organisme penyeimbang ekosistem yang mampu hidup di sungai tersebut (Sudarmadji, 2004).

Kualitas limbah sangat ditentukan oleh volume, kandungan bahan pencemar dan frekuensi pembuangan limbah. Volume limbah berkaitan dengan kemampuan alam untuk mendaur ulangnya. Peningkatan volume limbah akan meningkatkan beban siklus alami, terutama peningkatan yang berlangsung secara cepat. Bahan pencemar yang terkandung didalam limbah berpengaruh terhadap kualitas limbah. Bahan pencemar berupa bahan organik relatif tidak berbahaya dibandingkan dengan logam berat (Wulansari, 2011).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*) untuk mereduksi bahan organik dalam limbah cair industri pengolahan ikan. Melihat dari kebiasaan makan ikan tersebut yang memakan sisa-sisa pakan, alga, lumut, dan sisa-sisa dari biota yang mati diperairan. Ikan sapu-sapu atau ikan bandaraya adalah sekelompok ikan air tawar yang berasal dari Amerika tropis yang termasuk dalam famili Loricariidae, namun tidak semua anggota Loricariidae adalah sapu-sapu. Didunia perdagangan ikan internasional ia dikenal sebagai plecostomus atau singkatannya, plecos dan plecs. Sapu-sapu di Indonesia adalah alat yang digunakan untuk membersihkan rumah (sapu) sedangkan di Malaysia orang menyebutnya "ikan bandaraya" karena fungsinya seperti petugas pembersih kota (bandar). Ikan sapu-sapu ini dapat hidup bersama dengan ikan akuarium lainnya. Meskipun demikian, ia bisa tumbuh sepanjang 60 cm dan menjadi kurang aktif dan kurang bersahabat (Hendra, 2012).

Menurut Hart (2004) dalam Wiyaguna (2010) menjelaskan bahwa salah satu jenis ikan yang mampu hidup di perairan tercemar adalah ikan sapu-sapu (*Hypostomus plecostomus*). Spesies ini mempunyai kelimpahan yang tinggi pada sungai-sungai dengan kadar pH 6,2 – 8,3 dan pada sungai-sungai yang tercemar logam berat seperti tembaga (Cu), Kadmium (Cd), dan Timbal (Pb). Makanan utama ikan ini adalah alga dan endapan sungai dengan cara menghisap makanan tersebut, selain itu hasil penelitian Riyanto (2006) mengenai distribusi jenis ikan dan kualitas perairan di sungai bengawan solo menyebutkan bahwa terdapat ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) di perairan daerah Sragen yang merupakan aliran sungai bengawan solo. Kualitas perairan disekitar aliran sungai sragen tergolong buruk, dengan kandungan oksigen 0 – 6 mg/l, karbondioksida tinggi (9,54 – 34,32 mg/l), amonia hingga 21,67 mg/l, COD hingga 172 mg/l, lemak hingga 54,6 mg/l.

Beberapa parameter yang menentukan tingkat kualitas air diantaranya suhu, kandungan oksigen, derajat keasaman, kecerahan, warna, bau, dan lain sebagainya. Kualitas air yang diukur dalam penelitian ini mengacu pada nilai COD, BOD, dan TOM, sesuai dengan KEPMEN LH no. 06 tahun 2007 dengan parameter pengamatan limbah cair industri yaitu: debit limbah cair maksimum (DM) dan debit limbah cair sebenarnya (DA), serta beban pencemaran maksimum (BPM) dan beban pencemaran sebenarnya (BPA) dari parameter pH, TSS, BOD, COD, dan minyak/lemak.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) mereduksi bahan pencemar organik limbah cair industri pengolahan ikan (Konsentrasi BOD5, COD, dan TOM). Mengetahui apakah perbedaan ukuran ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) mempengaruhi besarnya penurunan bahan pencemar organik yang direduksi. Mengetahui efektivitas penggunaan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) dalam upaya menurunkan bahan pencemar limbah cair industri pengolahan ikan.

B. MATERI DAN METODE PENELITIAN

1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah yang diambil dari PT Kelola Mina Laut, Dero, Demak. Ikan sapu-sapu yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai ukuran yang berbeda yaitu ukuran besar, sedang dan ukuran kecil. Air limbah ditempatkan pada akuarium yang berjumlah delapan buah, pada masing-masing akuarium dimasukkan ikan dengan berat yang sama yaitu kurang lebih 10 gram ikan sapu-sapu dengan ukuran yang berbeda. Alat yang digunakan antara lain adalah akuarium, pH meter, Termometer, jergen, DO meter, buret, dan timbangan elektrik.

Bahan yang digunakan selama penelitian ini antara lain adalah air limbah cucian ikan, dan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) dengan berbagai ukuran yang didapatkan dari pasar ikan hias.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental laboratoris, rancangan percobaan yang digunakan adalah RAL (Rancang Acak Lengkap). Rancangan percobaan ini digunakan untuk mengetahui kemampuan ikan uji yang memiliki perbedaan ukuran dalam mereduksi bahan pencemar organik dalam air limbah. Metode ini

dirancang menggunakan 4 (empat) perlakuan yang berbeda-beda yaitu dengan memasukkan ikan ukuran besar, sedang, dan ukuran kecil sementara satu akuarium tidak diberi perlakuan yang digunakan sebagai akuarium kontrol.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan pengukuran secara langsung pada beberapa parameter utama yaitu BOD, COD dan TOM. Selain itu juga ada beberapa parameter pendukung yaitu DO, suhu dan pH. Pengukuran DO, suhu dan pH dilakukan 2 (dua) kali sehari selama 5 (lima) hari, sementara untuk BOD, COD dan TOM dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Hal itu untuk mengetahui penurunan konsentrasi ketiga parameter tersebut setelah diberikan perlakuan. Penelitian ini juga melakukan pengamatan tingkah laku ikan yang digunakan. Selain itu juga dilakukan pengamatan fisik perairan yang meliputi warna dan bau air sampel. Pengamatan tersebut dilakukan setiap hari untuk melihat perubahannya.

Langkah Penelitian

Berikut adalah langkah-langkah pada penelitian ini:

1. Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel air limbah dan persiapan wadah. Sampel diambil dari sebuah penampungan limbah industri pengolahan ikan yang terdapat di desa Dero, Bonang, Demak.
2. Melakukan uji pendahuluan terlebih dahulu, yaitu dengan menguji ketahanan ikan terhadap kadar limbah dari pengolahan ikan tersebut. Pertama adalah konsentrasi 100%, kemudian 50%, 25% dan 12,5%. Penelitian pendahuluan dilakukan hingga ditemukan konsentrasi yang sesuai sehingga ikan tidak mati sebelum waktu penelitian selesai yaitu 5 (lima) hari. Setelah ditemukan kadar yang sesuai baru dilakukan penelitian utama.
3. Menyiapkan 8 (delapan) akuarium yang terdiri dari 3 (tiga) akuarium yang diberikan perlakuan dengan 2 kali ulangan dan 2 (dua) akuarium yang tidak diberikan perlakuan yang digunakan sebagai kontrol.
4. Memasukkan air limbah masing-masing sebanyak 10 liter pada setiap akuarium, setelah itu memasukkan ikan uji yang mempunyai ukuran berbeda yaitu besar, sedang, dan kecil. Jumlah ikan dalam setiap akuarium tergantung pada bobot ikan yang akan digunakan, bobot ikan dalam setiap akuarium adalah pada kisaran 10 gr. Hal ini berdasarkan perbandingan ikan uji dan volume air sampel adalah 0,8 – 1 gr/liter air sampel. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Abdulgani dan Damayanty (2013) bahwa volume media disesuaikan dengan bobot ikan yaitu setiap 1 liter air untuk tiap 0,8 – 1 gr berat ikan, hal ini juga sesuai dengan standar APHA (1976)
5. Mengukur parameter-parameter yang meliputi suhu, pH, DO, BOD, COD, dan TOM sebagai data awal. Setelah ikan dimasukkan ke dalam akuarium, ikan tidak diberi pakan tambahan karena sisa pakan justru akan dapat meningkatkan kandungan bahan organik, selain itu juga tidak diberikan aerasi agar bahan organik dapat mengendap sehingga dapat dimakan oleh ikan. Pengamatan dan pengambilan data dilakukan pada awal dan akhir yaitu pada hari pertama dan hari kelima, dengan asumsi bahwa ikan telah mampu menyerap bahan pencemar organik yang terkandung didalamnya secara signifikan. Menurut Subagja (2013) konsumsi oksigen dapat diketahui dengan mengoksidasi air pada suhu 200C selama 5 hari, dan nilai BOD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi dapat diketahui dengan menghitung selisih konsentrasi oksigen terlarut sebelum dan sesudah inkubasi. Pengukuran selama 5 hari dengan suhu 200C ini hanya menghitung sebanyak 68% bahan organik yang teroksidasi, tetapi suhu dan waktu yang digunakan tersebut merupakan standar uji karena untuk mengoksidasi bahan organik seluruhnya secara sempurna dibutuhkan waktu hingga 20 hari.

Perhitungan Efektivitas Penurunan Nilai BOD, COD, dan TOM

Efektifitas penggunaan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) untuk menurunkan nilai BOD, COD dan TOM dapat diketahui dengan melihat berapa persen penurunan nilai dari parameter tersebut. Perhitungannya dapat diketahui dengan rumus:

$$\frac{a - b}{a} \times 100\%$$

Keterangan: a: Angka pengukuran awal

b: Angka pengukuran akhir

Dengan menggunakan rumus diatas akan dapat diketahui persentase penurunan nilai BOD, COD dan TOM.

Metode Analisis Data

Data yang telah didapat dari hasil pengukuran parameter BOD, COD, dan TOM yang telah dilakukan kemudian dianalisis dengan menggunakan one-way ANOVA. Analisis data ini dilakukan untuk mengetahui apakah perbedaan ukuran ikan uji dapat mempengaruhi banyaknya bahan organik yang terserap. One-way ANOVA termasuk dalam analisis perbandingan. Analisis ini digunakan untuk membandingkan apakah terdapat perbedaan rata-rata dari 2 atau lebih kelompok data untuk suatu kategori tertentu (Bimo, 2010). Sebelum dianalisis terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas dan uji normalitas. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data tersebut normal dan homogen atau tidak. Hal ini karena ANOVA one-way merupakan analisis data yang bersifat parametrik yang mengharuskan datanya homogen dan normal. Analisis ini digunakan untuk menganalisa apakah ada pengaruh perbedaan ukuran ikan terhadap nilai parameter yang didapatkan. Jika hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan ukuran berpengaruh, maka dilanjutkan dengan menggunakan uji lanjutan yaitu dengan uji jarak berganda duncan. Uji tersebut digunakan untuk mengetahui ukuran mana yang paling berpengaruh terhadap hasil yang diperoleh.

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini dengan metode analisis diatas adalah :

H0 : Perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh terhadap nilai BOD, COD dan TOM.

H1 : Perbedaan ukuran ikan berpengaruh terhadap nilai BOD, COD dan TOM.

Kriteria atau syarat dalam pengambilan kesimpulan adalah dengan membandingkan P-value dengan signifikansi. Tingkat kepercayaan yang diinginkan adalah 95%, maka tingkat signifikasinya adalah 5% atau 0,05, sehingga dalam pengambilan kesimpulan H0 diterima adalah jika nilai P-value < 0,05, maka artinya perlakuan memberikan efek yang signifikan. Kesimpulan H0 ditolak adalah jika nilai P-value > 0,05, maka artinya perlakuan tidak memberikan efek yang signifikan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sejarah dan Gambaran Umum Lokasi Penelitian

PT. Kelola Mina Laut dibangun oleh Muhammad Najikh sejak 1994. Kelompok perusahaan ini sudah melayani permintaan pembeli di empat benua, meliputi Jepang, Taiwan, China, Korea Selatan, Amerika Serikat, Australia, Eropa, dan Timur Tengah. Pengiriman dengan volume rata-rata per bulan mencapai 100-120 kontainer 40 feet. Perusahaan tersebut kini sudah memiliki 175 staf manajemen, 500 tenaga terampil dan 7 ribu tenaga kerja. Bahan baku produksinya disokong oleh 600 UKM (pengepul) dan 125.000 nelayan.

Salah satu cabang PT KML Group berada di desa Dero, Wedung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Lokasi ini merupakan desa yang sebagian besar masyarakatnya bermata pencaharian sebagai nelayan atau petani tambak. Penelitian ini mengambil sampel dari limbah sisa pengolahan di industri tersebut. Limbah diambil langsung dari penampungan limbah yang ada di pabrik tersebut. Limbah cair hanya ditampung dan ketika penuh akan disedot dan dialirkan ke sungai yang ada dibelakang pabrik tersebut. Menurut penjaga pabrik luas dari penampungan tersebut sekitar 500 m². Selain itu lokasi penampungan bersebelahan langsung dengan tambak-tambak milik warga yang dapat berpotensi tercemar jika penampungan luber. Kondisi limbah di penampungan jika dilihat sangatlah buruk, bau yang menyengat, warna air yang cukup pekat mengindikasikan bahwa limbah ini tercemar pada kategori tinggi.

2. Hasil

a. Penelitian Pendahuluan

Tabel 1. Hasil Pengukuran DO, Suhu, dan pH Selama Penelitian Pendahuluan bulan Maret – April 2014 di Laboratorium MSP Perikanan UNDIP

Konsentrasi (%)	Paramater			Waktu (Jam)
	DO (mg/l)	Suhu (⁰ C)	pH	
100	0,5	27	7,5	± 12
50	1,0 – 1,7	26 – 28	6,8 – 7,2	< 96
25	1,4 – 2,2	25 - 27	6,9 – 7,9	> 120
12,5	2,0 – 3,2	25 - 29	6,8 – 7,6	> 120

Berdasarkan hasil dari uji pendahuluan untuk konsentrasi 100% limbah (tanpa pengenceran) ikan uji hanya mampu bertahan dalam waktu kurang dari 24 jam. Ikan uji dalam konsentrasi ini hanya mampu bertahan hanya sekitar 12 jam saja. Kemudian konsentrasi limbah diencerkan menjadi 50%, dalam konsentrasi ini ikan mampu bertahan hingga lima hari, namun untuk ikan dengan ukuran kecil pada hari ke 5 mati, sehingga konsentrasi ini tidak dapat digunakan untuk penelitian inti. Kemudian konsentrasi diturunkan menjadi 25%, pada konsentrasi ini ikan mampu bertahan hingga waktu yang diinginkan dalam penelitian inti yaitu lima hari. Selanjutnya juga dilakukan uji pendahuluan untuk konsentrasi limbah 12,5%, pada konsentrasi ini ikan juga dapat bertahan dalam waktu yang diinginkan. Menurut Sawyer & Mc Carty, 1978 dalam Salmin, (2005) Nilai BOD 5 hari merupakan bagian dari total BOD dan nilai BOD 5 hari merupakan 70 - 80% dari nilai BOD total.

b. Penelitian Utama

Berdasarkan hasil dari uji pendahuluan, penelitian utama menggunakan konsentrasi limbah 25%. Hal ini karena pada saat uji pendahuluan ikan uji mampu bertahan hingga waktu yang dibutuhkan dalam penelitian utama yaitu lima hari. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini disajikan dalam Tabel 2 dibawah ini:

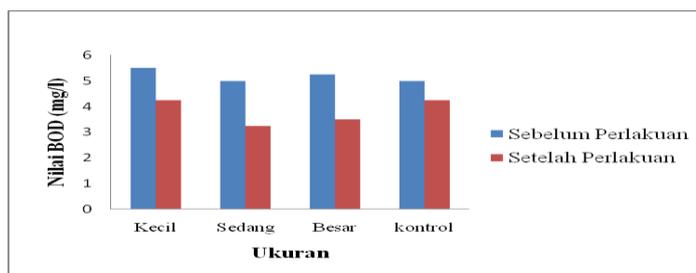
Tabel 2. Nilai Rata-Rata BOD, COD, dan TOM Selama Penelitian bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Perlakuan	Nilai Rata-Rata Parameter Kualitas Air		
	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TOM (mg/l)
Kontrol	I: 5	I: 121,6	I: 127,50
	II: 4,25	II: 104	II: 116,21
Ikan Kecil	I: 5,5	I: 118,4	I: 124,6
	II: 4,25	II: 70,4	II: 89,39
Ikan Sedang	I: 5	I: 128	I: 127,50
	II: 3,25	II: 92,8	II: 98,33
Ikan Besar	I: 5,25	I: 123,2	I: 120,39
	II: 3,5	II: 73,6	II: 83,43

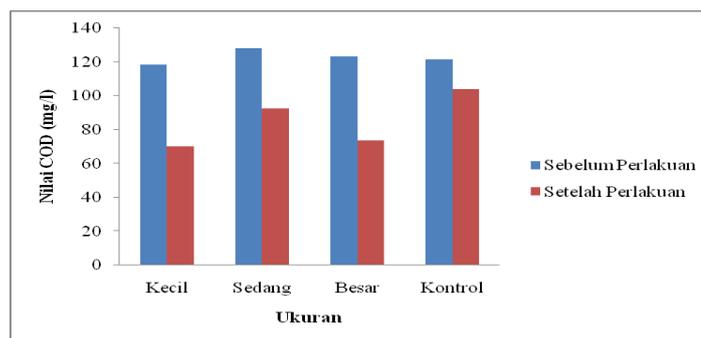
Keterangan : I = Nilai sebelum perlakuan

II = Nilai setelah perlakuan

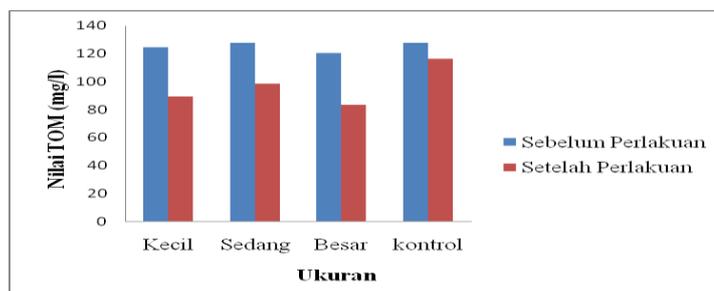
Berdasarkan tabel diatas untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam grafik nilai parameter BOD, COD dan TOM sebelum perlakuan dan setelah perlakuan berikut ini.



Gambar 1. Histogram Nilai BOD bulan Maret – April 2014 PT KML



Gambar 2. Histogram Nilai COD bulan Maret – April 2014 PT KML



Gambar 3. Histogram Nilai TOM bulan Maret – April 2014 PT KML

Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa ketiga parameter menunjukkan penurunan setelah pemberian perlakuan. Nilai yang didapatkan dari ketiga parameter tidak sebanding lurus dengan perbedaan ukuran ikan. Karena pada gambar dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran ikan tidak semakin besar pula konsentrasi TOM yang direduksi.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Penurunan Nilai BOD bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Ulangan	Perlakuan		
	Kecil	Sedang	Besar
1	1,5	1	1,5
2	2	1,5	2
Jumlah	3,5	2,5	3,5
Rata-Rata	1,75	1,25	1,75
Standar Deviasi	0,353553	0,353553	0,353553

Tabel 4. Hasil ANOVA *one-way* bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	0,333333	2	0,166667	1,333333	0,385204	9,552094
Within Groups	0,375	3	0,125			
Total	0,708333	5				

Berdasarkan hasil yang didapat pada pengukuran parameter BOD didapatkan hasil bahwa nilai penurunan BOD pada pengulangan 1 ataupun 2 nilai penurunan BOD berkisar antara 1,5 hingga 2 mg/l. Pada Tabel 6 dan 7 dapat dilihat bahwa pada ulangan 1 penurunan terbesar terdapat pada ikan ukuran besar dan pada ulangan 2 penurunan terbesar terjadi pada ikan ukuran kecil dan ikan ukuran besar. Namun setelah dianalisis dengan uji ANOVA hasil yang diperoleh adalah bahwa dengan selang kepercayaan 95% ($P\text{-value} > 0,05$). Artinya perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata terhadap besarnya penurunan nilai BOD. Oleh karena itu tidak perlu dilakukan uji lanjutan dengan Duncan test karena perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil pengukuran.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Penurunan Nilai COD bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Ulangan	Perlakuan		
	Kecil	Sedang	Besar
1	35,2	38,4	70,4
2	70,4	32	28,8
Jumlah	105,6	70,4	99,2
Rata-Rata	52,8	35,2	49,6
Standar Deviasi	24,89016	4,525483	29,41564

Tabel 6. Hasil ANOVA *one-way* bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	351,5733	2	175,7867	0,35034	0,729894	9,55209
Within Groups	1505,28	3	501,76			
Total	1856,853	5				

Berdasarkan hasil yang didapat pada pengukuran parameter COD, penurunan COD pada pengulangan 1 ataupun 2 nilai penurunan berkisar antara 28,8 hingga 70,4 mg/l. Pada tabel dapat dilihat bahwa pada ulangan 1 penurunan terbesar terdapat pada ikan ukuran besar dan pada ulangan 2 penurunan terbesar terjadi pada ikan ukuran kecil. Namun setelah dianalisis dengan uji ANOVA hasil yang diperoleh dengan selang kepercayaan 95% dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, karena nilai $P\text{-value} > 0,05$. Artinya perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata terhadap besarnya penurunan nilai COD. Oleh karena itu tidak perlu dilakukan uji lanjutan dengan Duncan test karena perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil pengukuran.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Penurunan Nilai TOM bulan Maret – April 2014 PT KML

Ulangan	Perlakuan		
	Kecil	Sedang	Besar
1	38,27	32,15	50,03
2	32,15	26,19	43,9
Jumlah	70,42	58,34	93,93
Rata-Rata	35,21	29,17	46,96
Standar Deviasi	4,327494	4,214356	4,334565

Tabel 8. Hasil ANOVA *one-way* bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	327,5491	2	163,7746	8,888481	0,054867	9,552094
Within Groups	55,27645	3	18,42548			
Total	382,8256	5				

Berdasarkan hasil yang didapat pada pengukuran parameter TOM didapatkan hasil bahwa nilai penurunan TOM pada pengulangan 1 ataupun 2 berkisar antara 26,19 hingga 50,03 mg/l. Pada tabel dapat dilihat bahwa pada ulangan 1 penurunan terbesar terdapat pada ikan ukuran besar sementara penurunan paling kecil justru pada ikan ukuran sedang dan pada ulangan 2 juga terjadi demikian. Namun setelah dianalisis dengan uji ANOVA hasil yang diperoleh dengan selang kepercayaan 95% maka dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima, karena nilai $P\text{-value} > 0,05$. Artinya perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata terhadap besarnya penurunan nilai TOM. Oleh karena itu tidak perlu dilakukan uji lanjutan dengan Duncan test karena perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata terhadap hasil pengukuran.

c. Efektifitas Penurunan Nilai BOD, COD, dan TOM

Berdasarkan hasil perhitungan dengan rumus persentase, hasil dapat dilihat pada Tabel 9, 10, 11 dan 12.

Tabel 9. Efektivitas Penurunan BOD, COD, dan TOM Ikan Kecil bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Perlakuan	Pengulangan	Persentase Penurunan Parameter Kualitas Air (%)		
		BOD	COD	TOM
Ikan Kecil	1	27,27	25	31,44
	2	36,36	52,38	25,21
	Rata-Rata	31,815	38,69	28,325
	Standar Deviasi	6,427601	19,36058	4,405275

Tabel 10. Efektivitas Penurunan BOD, COD, dan TOM Ikan Sedang bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Perlakuan	Pengulangan	Persentase Penurunan Parameter Kualitas Air (%)		
		BOD	COD	TOM
Ikan Sedang	1	20	30	25,21
	2	30	25	20,54
Rata-Rata		25	27,5	22,875
Standar Deviasi		7,071068	3,535534	3,302189

Tabel 11. Efektivitas Penurunan BOD, COD, dan TOM Ikan Besar bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Perlakuan	Pengulangan	Persentase Penurunan Parameter Kualitas Air (%)		
		BOD	COD	TOM
Ikan Besar	1	27,27	52,38	39,23
	2	40	25,71	32,93
Rata-Rata		33,635	39,045	36,08
Standar Deviasi		9,001469	18,85854	4,454773

Tabel 12. Efektivitas Penurunan BOD, COD, dan TOM Kontrol bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Perlakuan	Pengulangan	Persentase Penurunan Parameter Kualitas Air (%)		
		BOD	COD	TOM
Kontrol	1	10	14,28	11,19
	2	20	14,63	6,51
Rata-Rata		15	14,455	8,85
Standar Deviasi		7,071068	0,247487	3,30926

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa ikan sapu-sapu (*H.plecostomus*) dapat menurunkan nilai BOD, COD, dan TOM pada air limbah industri pengolahan ikan. Penurunan BOD tertinggi terjadi pada ikan dengan ukuran besar pada ulangan kedua yaitu sebesar 40%, COD paling tinggi dengan nilai 52,38%, dan TOM paling tinggi adalah 39,23%. Hasil diatas menunjukkan bahwa perbedaan ukuran ikan dapat dikatakan tidak berpengaruh pada besarnya penurunan karena hasil perhitungan menunjukkan bahwa tidak selalu semakin besar ukuran ikan maka semakin besar pula nilai penurunannya.

Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan ANOVA *one-way*, hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 13, 14 dan 15 dibawah ini:

Tabel 13. Hasil ANOVA Parameter BOD bulan Maret – April 2014 PT KML, Semarang

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	204,3588	3	68,11959	2,703289	0,180427	6,591382
Within Groups	100,7951	4	25,19879			
Total	305,1539	7				

Berdasarkan hasil analisis ANOVA parameter BOD menunjukkan bahwa nilai *P-value* >0,005, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian perlakuan yaitu dengan ikan sapu-sapu (*H.plecostomus*) tidak efektif untuk menurunkan nilai BOD, maka dari itu tidak perlu dilakukan uji lanjutan dengan *Duncan test*.

Tabel 14. Hasil ANOVA Parameter COD bulan Maret – April 2014 PT KML

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	341,9665	3	113,9888	1,719117	0,300418	6,591382
Within Groups	265,2265	4	66,30663			
Total	607,193	7				

Berdasarkan hasil analisis ANOVA parameter COD menunjukkan bahwa nilai *P-value* >0,005, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian perlakuan yaitu dengan ikan sapu-sapu (*H.plecostomus*) tidak efektif untuk menurunkan nilai COD, maka dari itu tidak perlu dilakukan uji lanjutan dengan *Duncan test*.

Tabel 15. Hasil ANOVA Parameter TOM bulan Maret – April 2014 PT KML

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	423,815	3	141,2717	18,03509	0,086791	6,591382
Within Groups	31,33262	4	7,833154			
Total	455,1476	7				

Berdasarkan hasil analisis TOM menunjukkan bahwa nilai P -value $>0,005$, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian perlakuan yaitu dengan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) tidak efektif untuk menurunkan nilai TOM, maka dari itu tidak perlu dilakukan uji lanjutan dengan *Duncan test*.

3. Pembahasan

a. Biological Oxygen Demand (BOD)

Berdasarkan hasil yang didapat, nilai BOD dalam air limbah industri pengolahan ikan dapat menurun setelah diberikan perlakuan. Perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai penurunan. Menurut Sumiharni dan Susilo (2009), faktor-faktor yang mempengaruhi kadar BOD yang terkandung dalam air adalah: jenis air, suhu air, derajat keasaman (pH) dan kondisi air secara keseluruhan, maka dari itu dengan kata lain perbedaan ukuran tidak berpengaruh terhadap besar kecilnya penurunan nilai BOD. Sesuai dengan hasil yang didapat dari analisis diatas bahwa perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai penurunan BOD.

Kebutuhan oksigen yang dibutuhkan perairan untuk mengoksidasi bahan organik secara biologi biasa disebut dengan BOD. Pengukuran parameter BOD dilakukan setiap lima hari, dalam penelitian ini juga dilakukan pengukuran BOD pada hari pertama dan hari ke 5. Hal ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya penurunan BOD sebelum diberi perlakuan dan setelah diberi perlakuan. Menurut Sawyer & Mc Carty (1978) dalam Salmin (2005) Nilai BOD 5 hari merupakan bagian dari total BOD dan nilai BOD 5 hari merupakan 70 - 80% dari nilai BOD total.

Hasil yang didapat selama penelitian menunjukkan bahwa nilai BOD masih berada dalam ambang batas normal nilai BOD perairan. Nilai BOD dalam penelitian ini adalah berkisar antara 3 – 5,5 mg/l, menurut PP no 82 tahun 2001 nilai BOD untuk perairan kategori III yang diperuntukkan sebagai media budidaya adalah 6 mg/l. Nilai tersebut masih dalam batas ambang perairan kategori III dan IV. Hal ini berbanding terbalik dengan keadaan dilapangan mengingat bahwa perairan tersebut berasal dari air limbah industri pengolahan ikan. Namun demikian jika dilihat dari nilai DO perairan tersebut tidak baik karena nilai DO sangat rendah yaitu berkisar antara 1,2 – 2,2 mg/l. Sementara itu menurut PP no 82 tahun 2001, untuk parameter DO yang baik pada perairan kategori yang sama adalah 3 mg/l.

b. Chemical Oxygen Demand (COD)

Berdasarkan hasil yang didapat setelah perhitungan diketahui bahwa nilai COD cukup tinggi yakni mencapai 134,3 mg/l sebelum diberikan perlakuan. Setelah diberikan perlakuan, diketahui bahwa nilai COD bisa turun hingga menjadi 64mg/l. Nilai tersebut mengalami penurunan hingga lebih dari 50% walaupun nilai tersebut masih belum sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomer 82 tahun 2001 tentang baku mutu kualitas perairan. Penurunan nilai COD juga tidak dipengaruhi oleh besar kecilnya ukuran ikan sama dengan hasil pada parameter BOD.

Menurut Sutikno *et al.* (2013), faktor yang berpengaruh dalam menentukan nilai COD adalah nitrat, fosfat dan kecepatan arus. Jika nilai nitrat fosfat naik maka nilai COD juga akan ikut naik. Sebaliknya jika arus semakin cepat maka nilai COD akan turun. Dalam penelitiannya dikatakan bahwa setiap naik 1 m/det maka nilai COD akan turun sebesar 3,59 mg/l.

Berdasarkan hasil pengukuran nilai COD berkisar antara 102,4 – 134,4 mg/l nilai ini menurut PP no 82 tahun 2001 dianggap tercemar untuk perairan kategori III. Nilai COD standar pada perairan kategori III adalah maksimum 50 mg/l, maka dari itu perairan tersebut jika dilihat dari nilai COD tergolong perairan tercemar. Ketika diberi perlakuan nilai COD dapat turun pada kisaran 64 – 96 mg/l. Jika dilihat dari nilai tersebut, perairan masih tergolong tercemar namun demikian pemberian perlakuan dapat dikatakan cukup efektif untuk menurunkan nilai COD perairan tersebut. Berdasarkan perhitungan penurunan nilai COD adalah berkisar antara 25 – 55,55 %.

c. Total Organic Matter (TOM)

Nilai TOM yang didapatkan pada penelitian ini adalah rata-rata 127,5 mg/l sebelum diberikan perlakuan. Nilai TOM dalam peraturan pemerintah atau undang-undang tidak memang tidak dicantumkan, namun ada beberapa penelitian yang mengartikan bahwa nilai tersebut masuk dalam kategori tinggi. Setelah diberikan perlakuan nilai TOM bisa turun hingga menjadi 83,43 mg/l, nilai ini juga masih cukup tinggi karena ada penelitian yang menyebutkan bahwa nilai TOM lebih dari 30 mg/l termasuk tercemar. Besar kecilnya penurunan nilai TOM tidak berbanding lurus dengan besar kecilnya ukuran ikan, atau bisa dikatakan perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh.

Bahan organik terlarut total atau Total Organik Matter (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (particulate) dan koloid. Bahan organik merupakan bahan bersifat kompleks dan dinamis berasal dari sisa tanaman dan hewan yang terdapat di dalam tanah yang mengalami perombakan. Bahan ini terus-menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi. Dekomposisi bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain susunan residu, suhu, pH, dan ketersediaan zat hara dan oksigen (Rakhman, 1999).

Berdasarkan hasil yang didapat diketahui bahwa nilai TOM pada ulangan pertama rata-rata adalah 127,49 mg/l, dan pada ulangan kedua adalah 90,38 mg/l. Dalam peraturan pemerintah tidak disebutkan berapa standar nilai TOM dalam perairan. Namun Rakhman (1999) menyebutkan bahwa nilai Bahan Organik Total perairan yang ideal untuk budidaya adalah berkisar antara 20 -30 mg/l, maka dari itu bisa dikatakan bahwa

perairan tersebut tercemar berat. Konsentrasi bahan organik baik perairan juga dapat berubah secara cepat yang dipengaruhi oleh ledakan alga, pemangsa zooplankton, badai dan masukan air tawar.

Perbedaan ukuran ikan dalam penelitian ini tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap hasil yang didapatkan. Termasuk pada parameter TOM, perbedaan ukuran tidak berpengaruh nyata terhadap hasil yang didapatkan. Penelitian ini menggunakan tiga ukuran yang berbeda yaitu besar, sedang dan kecil, dengan tujuan untuk mengetahui apakah perbedaan ukuran ikan tersebut berpengaruh terhadap banyaknya bahan organik yang direduksi. Namun setelah dianalisis dengan statistik hasilnya menunjukkan bahwa perbedaan ukuran tidak berpengaruh nyata. Hal ini dikarenakan dalam penelitian ini mengacu pada bobot maksimum ikan dalam setiap akuarium, bukan pada jumlah ikan yang ada dalam akuarium. Bobot ikan menurut Abdulgani dan Damayanty, (2013) harus disesuaikan dengan volume media yaitu setiap 1 liter air untuk tiap 0,8 – 1 gr berat ikan, hal ini juga sesuai dengan standar APHA (1976). Perbedaan ukuran ikan seharusnya mempengaruhi banyak sedikitnya konsentrasi penurunan dari bahan organik total, karena ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) merupakan ikan yang memakan sisa-sisa kotoran, alga, dan bahan organik lainnya di perairan tersebut. Semakin besar ukuran ikan maka tingkat memakannya juga akan semakin banyak sehingga seharusnya semakin besar ukuran ikan semakin banyak pula konsentrasi bahan organik yang direduksi. Namun karena dalam penelitian ini masing-masing akuarium bobotnya hampir sama, maka perbedaan ukuran ikan tidak terlihat perbedaannya.

D. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah penggunaan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) mampu mereduksi konsentrasi BOD, COD, dan TOM pada limbah cair industri pengolahan ikan. Penurunan nilai BOD rata-rata 24,09 %, COD rata-rata 29,88 %, dan TOM rata-rata 24,03 %. Perbedaan ukuran ikan tidak berpengaruh terhadap penurunan nilai BOD, COD, dan TOM. Efektivitas penggunaan ikan sapu-sapu (*H. plecostomus*) masih rendah untuk menurunkan bahan pencemar pada limbah cair industri pengolahan ikan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Siti Rudiyantri, M.Si, Dr. Ir. Haeruddin, M.Si, Prof. Norma Afiati, M.Sc, Ph.D, Dra. Niniek Widyorini, MS, dan Dr. Ir. Pujiono W.P., M.S selaku tim penguji serta Dr. Ir. Suryanti, M.Pi selaku panitia yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta kritik dan saran dalam penyusunan jurnal ini. Serta semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, N, dan M. Damayanty. 2013. Pengaruh Sub Lethal Insektisida Diazinon 600 EC terhadap Laju Konsumsi Oksigen dan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). ITS. Surabaya.
- Baensch, H.A. and R. Riehl, 1985. *Aquarien Atlas. Band 2. Mergus, Verlag für Natur-und Heimtierkunde GmbH*. Melle, Germany.
- Bimo, S. 2010. Tutorial Statistik. <http://www.statistikolahdata.com/2010/10/one-way-anova.html>. diakses 26 Februari, Pukul 19.00 WIB.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Hendra. 2012. Ikan-Sapu-Sapu-Si pembersih. <http://www.hendra-k.net/ikan-sapu-sapu-ikan-omnivora.html>. diakses pada 28 Maret 2014 jam 20.23 WIB.
- Riyanto, S. 2006. Distribusi Jenis Ikan dan Kualitas Perairan di Bengawan Solo. <http://jurnal.pdii.lipi.go.id>. diakses pada 26 Juli 2014 pukul 20.46 WIB.
- Rakhman, A. 1999. Studi Penyebaran Bahan Organik pada Berbagai Ekosistem di Perairan Pantai Pulau Bonebatang. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. ISSN 0216-1877.
- Subagja, R. 2013. Zat-zat Berbahaya menurut BOD, COD, dan DO. <http://ricki-subagja/2013/06/zat-zat-berbahaya-menurutBOD-COD-DO.html>
- Sudarmadji. 2004. Pengantar Ilmu Lingkungan. Jember: Universitas Jember.
- Susilo, GE, dan Sumiharni. 2009. Pengolahan Air Berkualitas Rendah Menjadi Air Domestik Non Konsumsi (Studi Kasus : Air Sungai Way Belau Kuripan - Bandar Lampung). Lampung.
- Sutikno., A. Lumela dan Otok, W.B. 2013. Pemodelan COD Sungai di Surabaya dengan Metode Mixed *Geographically Weighted Regression*. ITS. Surabaya.
- Wiyaguna, D. 2010. Analisis Histologi Ginjal dan Insang Ikan Sapu-Sapu (*Hipostomus plecostomus*) pada Beberapa Tempat di Batang Harau yang Berdekatan dengan Pabrik Karet di Banuarang, Padang. Universitas Andalas.
- Wulansari, P.D. 2011. Pengelolaan Limbah Pabrik Pengolahan Ikan di PT. Kelola Mina Laut Gresik. Jurnal Ilmiah Perikanan Kelautan Vol.3 No. 1 April 2011.