

## EFEKTIVITAS PENURUNAN KADAR SURFAKTAN LINIER ALKIL SULFONAT (LAS) DAN COD DARI LIMBAH CAIR DOMESTIK DENGAN METODE LUMPUR AKTIF

Ni G. A. M Dwi Adhi Suastuti, I Nengah Simpen, dan Nanik Ayumi

*Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali*

*Email : ayuminanik@yahoo.com*

---

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan penggunaan lumpur aktif dalam menurunkan kadar surfaktan Linear Alkil Sulfonat (LAS) dan COD pada limbah cair domestik. Penelitian diawali dengan pembuatan media cair selanjutnya dilakukan pencampuran media cair dengan sampel sedimen untuk menghasilkan lumpur aktif. Pengolahan dilakukan dengan menambahkan lumpur aktif pada 1250 mL limbah domestik dalam sistem aerasi yang berlangsung selama 168 jam. Pengamatan dilakukan terhadap nilai LAS dan COD yang dimonitor dalam periode 6 jam, 24 jam, 72 jam, 120 jam, dan 168 jam. Hasil pengamatan mendapatkan bahwa dalam 168 jam lumpur aktif mampu menurunkan nilai LAS sebesar 99,70% dan COD sebesar 91,08% dengan menggunakan jumlah sedimen 5 gram. Penurunan nilai LAS dan COD paling signifikan terjadi pada setiap perlakuan pada 6 jam proses berlangsung. Laju penurunan nilai LAS dan COD sebesar 82,78 % dan 55 %.

Kata kunci : Lumpur aktif, LAS, COD, Limbah deterjen

### ABSTRACT

This study aimed to determine the ability of the activated sludge in decreasing the concentration of surfactant Linear Alkyl Sulfonate (LAS) and COD in domestic wastewater. The study was begun with the preparation of liquid medium, then mixed with sediment samples to produce the activated sludge. The treatment was carried out by adding the activated sludge to 1250 mL of domestic sewage in the aeration system running for 168 hours. Observations of the LAS and COD values were performed in a period of 6, 24, 72, 120, and 168 hours. The results showed that 5 g activated sludge were able to reduce the values of LAS and COD of 99.70 and 91.08% respectively in 168 hours. The most significant declining values of LAS and COD took place at 6 hours treatment. The rate of declining values of LAS and COD were 82.78 and 55%.

Keywords : Activated sludge, LAS, COD, detergent Waste Water

### PENDAHULUAN

Deterjen merupakan salah satu bahan yang mengandung surfaktan yang memiliki sifat dapat menurunkan tegangan permukaan, sehingga digunakan sebagai bahan pembersih kotoran yang menempel pada benda. Deterjen dalam air sadah tidak mengendap bersama ion logam namun memiliki sifat toksisitas yang cukup tinggi terhadap lingkungan (Veenstra, 1995).

Penggunaan deterjen untuk keperluan rumah tangga dari hari ke hari terus meningkat,

sehingga limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah tangga yang mengandung deterjen (*greywater*) juga meningkat (Veenstra, 1995). Penggunaan deterjen dari tahun ke tahun mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya penduduk. Menurut Bisnis Indonesia *dalam* Nida 2008 menunjukkan bahwa tingkat konsumsi deterjen meningkat yaitu 2,11 kg pada 1999, 2,26 kg pada 2001 dan 2,32 kg pada 2002.

Pencemaran deterjen di perairan dikarenakan adanya kandungan surfaktan dalam

deterjen. Jenis surfaktan yang paling banyak digunakan adalah tipe anionik dalam bentuk sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan sulfonat ( $\text{SO}_3$ ). Berdasarkan rumus struktur kimianya, deterjen golongan sulfonat dibedakan menjadi dua jenis yaitu jenis rantai bercabang sebagai contoh *alkil benzene sulfonat* (ABS), dan jenis rantai lurus *linear alkil sulfonat* (LAS) (Grayson, 1983 dalam Sudiana, 2003). Limbah deterjen yang kerap di buang ke perairan dan tanpa pengolahan dengan baik akan berakibat terakumulasinya surfaktan pada badan perairan yang akan menimbulkan masalah pendangkalan perairan akibat dari menumpuknya sedimentasi di perairan dan terhambatnya transfer oksigen. Hal tersebut menyebabkan proses penguraian secara aerobik menjadi terganggu dan berdampak pada laju biodegradasi berjalan sangat lambat, selain itu kandungan oksigen terlarut dalam perairan tersebut akan menjadi rendah. Kandungan surfaktan dalam air limbah akan mempengaruhi nilai BOD dan COD dari limbah tersebut, apabila kandungan surfaktan dalam air limbah tinggi maka nilai BOD dan COD pada limbah tersebut juga semakin tinggi karena senyawa organik yang terkandung dalam limbah tersebut juga tinggi.

Upaya mengurangi limbah deterjen dari limbah rumah tangga dilakukan pengolahan limbah secara fisik, kimia, dan biologis. Pengolahan limbah secara fisika, hanya mengubah bentuk limbah sehingga terbentuk *secondary waste* yang membutuhkan pengolahan limbah lebih lanjut. Penggunaan zat kimia dalam pengolahan limbah dapat mengakibatkan kerusakan limbah dan penggunaan zat kimia dalam kapasitas yang sangat besar untuk pengolahan limbah menyebabkan biaya pengolahan limbah menjadi tinggi. Pengolahan limbah secara biologis yang menggunakan katalis mikroba menghasilkan beberapa produk yang tidak dapat diuraikan menjadi molekul sederhana (Ginting, 2007).

Metode Pengolahan limbah deterjen secara biologis salah satu contohnya adalah metode lumpur aktif. Metode lumpur aktif merupakan salah satu metode pengolahan limbah yang sederhana dan ekonomis. Lumpur aktif merupakan suatu padatan organik yang telah mengalami peruraian secara hayati sehingga terbentuk biomassa yang aktif dan mampu merombaknya kemudian membentuk massa yang mudah mengendap. Dalam lumpur aktif

terkandung bakteri-bakteri yang dapat mencapai 1000 juta per mili liter. Dalam proses lumpur aktif terdapat dua proses penting yaitu pertumbuhan mikroorganisme dalam lumpur dan penambahan oksigen (aerasi) untuk mendukung kehidupan bakteri (Ginting, 2007).

Lumpur aktif dapat mengandung berbagai jenis mikroorganisme heterotrof, dimana mikroorganisme tersebut dapat memanfaatkan bahan terlarut maupun yang tersuspensi di dalam air sebagai sumber energi (Waluyo, 2009). Mikroorganisme tersuspensi dalam lumpur yang akan digunakan untuk mengolah limbah secara mikrobiologis dapat dikembangkan melalui pembibitan (*seeding*) lumpur yang dapat berasal dari ekosistem alami yang memiliki sifat-sifat khas maupun ekosistem tercemar (Laksmi, 1990).

Menurut penelitian Suastuti (2010) diketahui metode lumpur aktif dapat menurunkan senyawa *dodesil benzene sulfonate* (DBS) yang terdapat dalam limbah deterjen. Selain itu penelitian yang dilakukan Sudiana (2003) menunjukkan bahwa *linear alkyl sulfonate* (LAS) pada limbah industri dapat didegradasi oleh mikroba pada lumpur aktif. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan penggunaan lumpur aktif dalam menurunkan kadar surfaktan Linier Alkil Sulfonat (LAS) dan COD pada limbah cair domestik.

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : sedimen selokan, air limbah, akuades,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat,  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$ , indikator ferroin,  $\text{HgSO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , glukosa,  $\text{NaOH}$ , indikator fenolftalein,  $\text{CHCl}_3$ , metilen biru dan  $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ .

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : gelang karet, kapas, kain kasa, aerator, toples pengolahan dengan volume 3 L atau lebih, batang pengaduk, spatula, botol semprot, bola hisap, corong pisah, corong gelas, buret, pipet tetes, pipet volume 3 mL; 5 mL; 10 mL; 25 mL,

buret, labu refluks, tabung refluks, timbangan analitik, erlenmeyer 250 dan 500 mL, gelas ukur 100 dan 250 mL, gelas beker 2 L, spektrofotometer UV-Vis.

## Cara Kerja

### **Sampling Sedimen Lumpur**

Sampling sedimen lumpur sebagai lumpur aktif dilakukan di Jalan Sedap Malam Kesiman Denpasar. Sedimen diambil menggunakan serokan dengan kedalaman  $\pm 10$  cm dari permukaan sebanyak  $\pm 10$  g, kemudian diletakkan pada satu kantong plastik, dan disimpan pada box sampel.

### **Sampling Air Limbah Deterjen**

Sampel air limbah diambil dari saluran pembuangan air mesin cuci yang menggunakan deterjen jenis LAS. Air limbah dimasukkan ke dalam jerigen plastik dengan volume 30 L, kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kadar surfaktan dan nilai COD pada limbah tersebut.

### **Pembuatan Media Cair**

Media isolasi atau penumbuhan bakteri pendegradasi limbah domestik dibuat dengan cara ditimbang sebanyak 2 g glukosa, 0,1 g  $K_2HPO_4$ , 0,1 g  $KH_2PO_4$ , 0,2 g  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ , 0,02 g  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker 2 L. Setelah itu sebanyak 1800 mL akuades dan 200 mL air limbah deterjen ditambahkan pada campuran tersebut. Campuran diaduk hingga semua zat larut. Media cair yang sudah siap kemudian digunakan dalam pembuatan media *seeding*.

### **Pembuatan Lumpur Aktif**

Pembuatan media *seeding* dilakukan dengan mencampurkan media cair yang telah dibuat sebelumnya sebanyak 1500 mL dengan sedimen yang diambil dari selokan pembuangan air limbah domestik dimana variasi berat dari sedimen yaitu 1 g ; 5 g ; 10 g ke dalam tiga gelas beker 2 L. Ketiga campuran selanjutnya diaerasi dengan aerator lalu ditutup dengan kain kasa dan diikat dengan karet gelang selama 1 hari. Media *seeding* yang sudah siap kemudian digunakan untuk mengolah air limbah deterjen.

### **Pengolahan Limbah Deterjen**

Disiapkan sebanyak 4 buah toples dengan volume 3 L. Masing-masing toples diberi kode I, II, III dan IV. Pada toples I ditambahkan sebanyak

250 mL bibit proses *seeding* yang menggunakan 1 g sedimen, toples II dengan bibit proses *seeding* yang menggunakan 5 g sedimen dan toples III dengan bibit proses *seeding* yang menggunakan 10 g sedimen. Ketiga toples tersebut kemudian ditambahkan air limbah domestik sehingga volume totalnya 1500 mL. Pada toples IV berisi air limbah sebanyak 1250 mL yang digunakan sebagai kontrol. Keempat toples tersebut kemudian dilakukan aerasi menggunakan aerator dan ditutup dengan kain kasa diikat dengan tali. Proses adaptasi dilakukan selama dua puluh empat jam. Pengukuran kadar surfaktan dan COD dilakukan pada awal proses dan selang waktu pada 6; 24; 72; 120; dan 168 jam.

### **Penentuan Kadar Deterjen dalam Sampel**

Sebanyak 50 mL sampel/standar dimasukkan ke dalam corong pisah yang telah disiapkan. Standar/sampel dibuat basa dengan ditetaskan larutan NaOH 1N yang diuji dengan indikator fenolftalein. Warna merah muda yang terbentuk dihilangkan dengan ditetaskan larutan  $H_2SO_4$  1N dengan hati-hati sampai warna merah muda tepat hilang.

Selanjutnya sebanyak 10 mL  $CHCl_3$  dan 25,0 mL reagen metilen biru ditambahkan kedalam corong pisah kemudian campuran dikocok selama 30 detik. Untuk mengurangi terjadinya emulsi, ditambahkan beberapa mL (<10 mL) isopropil alkohol. Campuran didiamkan sampai terjadi dua lapisan. Lapisan  $CHCl_3$  dipisahkan dan dimasukkan ke dalam corong pisah lainnya Ekstraksi  $CHCl_3$  diulangi sebanyak dua kali dengan menambahkan 10 mL  $CHCl_3$  pada tiap ekstraksi.

Ekstraksi  $CHCl_3$  yang terkumpul pada corong pisah kedua kemudian ditambahkan dengan 50 mL larutan isopropil alkohol/ $(CH_3)_2CHOH$  dan dikocok selama 30 detik. Ekstraksi diulangi sebanyak dua kali dengan masing-masing ditambah 10 mL  $CHCl_3$ . Lapisan  $CHCl_3$  dipisahkan dan dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL kemudian diencerkan sampai tanda batas. Absorbansi diukur pada 652 nm dengan menggunakan  $CHCl_3$  sebagai blanko (Lenore, 1998).

### **Penentuan Nilai COD pada Sampel**

Sebanyak 25,0 mL sampel limbah cair dipipet kedalam labu refluks kemudian ditambahkan 0,4 g  $HgSO_4$  ; 10,0 mL  $K_2Cr_2O_7$

0,025 N ; 25,0 mL larutan  $\text{Ag}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{SO}_4$  dan beberapa batu didih, selanjutnya larutan dikocok. Air pendingin dialirkan melalui kondensor. Larutan dalam labu kemudian direfluks selama 2 jam. Setelah 2 jam, sampel didinginkan lalu ditambahkan akuades sampai volumenya kira-kira 150 mL. Selanjutnya sampel ditambahkan 1-2 tetes indikator ferroin dan dititrasi dengan larutan  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$  0,1 N sampai terjadi perubahan warna dari biru kehijauan menjadi merah bata. Volume titran yang diperlukan dicatat. Prosedur di atas juga dilakukan untuk pengukuran blanko (SNI 06-6989.15-2004).

#### Perhitungan Efektivitas

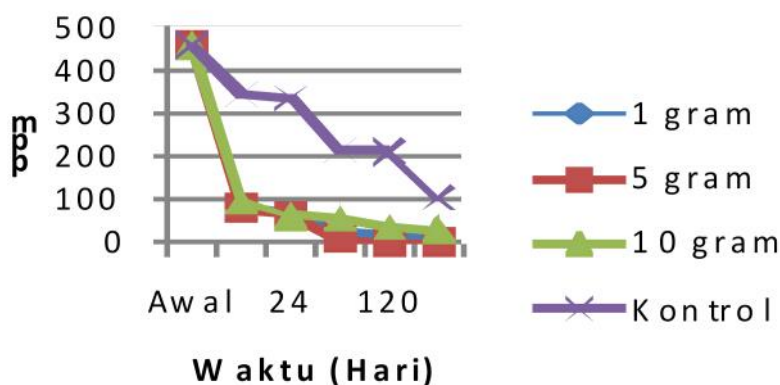
Untuk mengetahui besar efektivitas lumpur aktif dengan cara menghitung persen efektivitas yang diperoleh dalam menurunkan kadar surfaktan dan COD pada pengolahan limbah domestik dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ efektivitas} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = Nilai COD awal ; Kadar LAS awal (hari ke-0)

B = Nilai COD akhir ; Kadar LAS akhir



Gambar 1. Penurunan Kadar LAS pada Limbah Deterjen Selama Waktu Perlakuan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penurunan Kadar Surfaktan Linear Alkil Sulfonat (LAS) dari limbah Cair Domestik dengan Metode Lumpur Aktif

Data penurunan kadar surfaktan selama proses pengolahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penurunan kadar deterjen (dalam ppm) selama perlakuan

Waktu (Jam)	Penurunan Kadar Deterjen (ppm) Selama Perlakuan			
	1 gram	5 gram	10 gram	Kontrol
Awal	457	457	457	457
6	90,24	78,66	98,78	343,29
24	68,90	65,85	64,02	336,58
72	28,05	9,76	59,76	214,02
120	15,85	1,83	38,41	210,98
168	12,80	1,22	31,09	104,27

Tabel 1 menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar deterjen selama perlakuan. Pada pengolahan setelah 168 jam menunjukkan kadar yang paling rendah, untuk penggunaan sedimen 1, 5, 10, dan kontrol masing-masing 12,80; 1,22; 31,09, dan 104,27 ppm. Grafik penurunan kadar deterjen selama 168 jam perlakuan dapat ditampilkan pada Gambar 1.

Berdasarkan Gambar 1, selama 168 jam kadar deterjen pada sampel yang berisikan sedimen 1, 5, 10 gram dan kontrol telah mengalami penurunan, namun pengolahan limbah deterjen dengan menggunakan jumlah sedimen yang berjumlah 5 gram menunjukkan penurunan yang sangat signifikan bila dibandingkan dengan 1 dan 10 gram. Penurunan kadar deterjen disebabkan oleh adanya aktivitas perombakan surfaktan oleh mikroba. Proses perombakan ini terjadi dalam tiga tahap yaitu pertama adanya proses oksidasi gugus alkil yang terletak di ujung membentuk intermediete berupa alkohol dan proses oksidasi ini terjadi hingga rantai alkil hanya memiliki 4-5 atom karbon (Simoni dkk, 1996). Tahapan selanjutnya yaitu proses desulfonasi yaitu proses penghilangan gugus sulfonat yang dikatalisis oleh sistem enzim kompleks, koenzim NAD(P)H dan oksigen sehingga terbentuk hidroksi fenolik pada cincin aromatik. Tahapan yang terakhir yaitu pemecahan/pembukaan cincin benzena melalui jalur orto atau meta (Bhatnagar, 1991).

#### Efektivitas Penurunan Kadar Surfaktan LAS

Data penurunan kadar deterjen pada limbah deterjen selama waktu perlakuan dapat dihitung nilai efektivitasnya yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Efektivitas penurunan kadar LAS (dalam %) pada limbah deterjen

Waktu (Jam)	Efektivitas Penurunan Kadar LAS (%) pada Limbah Deterjen			
	1 gram	5 gram	10 gram	Kontrol
6	80,25	82,78	78,38	24,88
24	84,92	85,59	85,99	26,35
72	93,86	97,86	86,92	53,17
120	96,53	99,59	91,59	53,83
168	97,19	99,73	93,19	77,18

Tabel 2 menunjukkan efektivitas penurunan kadar deterjen pada limbah deterjen dari waktu pengolahan selama 6 jam sampai 168 jam. Pengamatan setelah pengolahan selama 168 jam terjadi efektivitas paling tinggi dari masing-masing perlakuan. Perlakuan dengan jumlah sedimen 5 gram menunjukkan nilai efektivitas

paling tinggi yaitu sebesar 99,73 % bila dibandingkan dengan kontrol yang hanya mencapai 77,18 %. Hal ini mungkin disebabkan oleh keberadaan mikroba yang mendegradasi LAS paling optimal pada sedimen 5 gram. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Dewi (2006) yang menunjukkan bahwa jumlah sedimen sebanyak 5 gram juga dapat menurunkan kadar deterjen jenis LAS dalam limbah laundry. Pernyataan ini juga didukung oleh Waluyo (2005) yang menyebutkan bahwa oleh adanya aktivitas sedimen lumpur aktif dengan konsorsium mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa organik dan anorganik dalam limbah, maka dapat digunakan untuk mencukupi kebutuhan hidupnya. Penambahan zat-zat yang mengandung N, P, K sebagai nutrisi menyebabkan kebutuhan makanan dari mikroorganisme akan terpenuhi, sehingga laju metabolisme bahan organik dan anorganik dalam sampel menjadi tinggi.

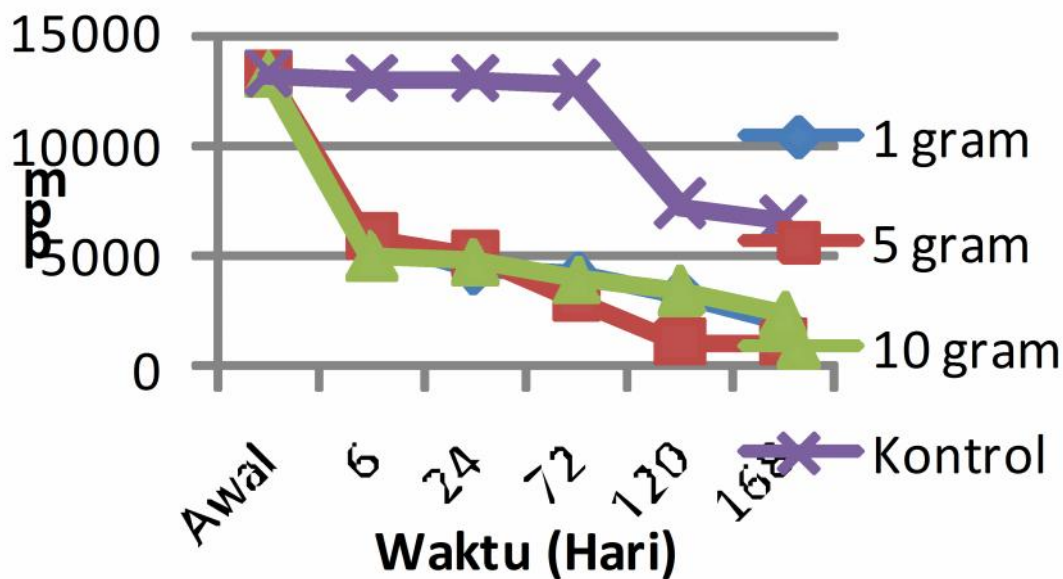
#### Pengaruh Waktu Perlakuan Terhadap Nilai COD

Penurunan nilai COD pada limbah deterjen selama proses pengolahan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penurunan nilai COD (dalam ppm) selama proses pengolahan

Waktu (Jam)	Penurunan Nilai COD (ppm) Selama Proses Pengolahan			
	1 gram	5 gram	10 gram	Kontrol
Awal	13176	13176	13176	13176
6	5832	5832	4968	13026
24	4320	4968	4752	12960
72	4104	3024	3888	12744
120	3240	1080	3456	7344
168	1944	1080	2376	6696

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai COD selama perlakuan. Proses pengolahan setelah 168 jam menunjukkan nilai COD yang paling rendah. Penggunaan sedimen sebanyak 1 gram, 5 gram, 10 gram dan kontrol masing-masing 1944, 1080, 2376 dan, 6696 ppm. Grafik penurunan nilai COD disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva pengaruh waktu perlakuan terhadap penurunan nilai COD

Gambar 2 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai COD dari pengolahan selama 6 jam sampai pengolahan selama 168 jam baik pada sampel maupun kontrol. Penurunan ini dapat ditunjukkan dari keadaan awal sampel yang memiliki nilai COD sebesar 13176 ppm dan setelah 168 jam pengolahan untuk perlakuan jumlah sedimen 1 gram, 5 gram, 10 gram dan kontrol masing-masing sebesar 1944, 1080, 2376, dan 6696 ppm.

Penurunan nilai COD menunjukkan adanya suatu proses biodegradasi atau oksidasi bahan organik dan anorganik. Penurunan nilai COD pada sedimen 5 gram paling optimal dibandingkan dengan sampel yang variasi sedimen lebih banyak maupun lebih sedikit dari 5 gram sedimen. Hal ini dikarenakan aktivitas mikroorganisme yang ada pada sedimen 5 gram mampu merombak dan mengoksidasi secara optimal bahan organik dan anorganik yang ada sehingga terjadi penurunan nilai COD.

Kristanto (2002) juga menyatakan bahwa penambahan aerasi dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut di dalam air dan berguna untuk mikroorganisme memperbanyak diri serta meningkatkan kemampuan kerja mikroorganisme aerobik dalam mendegradasi bahan organik dan anorganik dalam air.

#### Efektivitas Penurunan Nilai COD

Efektivitas penurunan nilai COD pada sampel limbah deterjen selama proses pengolahan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Efektivitas Penurunan COD (dalam %)

Waktu (Jam)	Efektivitas Penurunan COD (%)			
	1 gram	5 gram	10 gram	Kontrol
6	55	55	62,29	0
24	67,21	62,29	63,93	1,63
72	68,85	77,04	70,49	3,27
120	75,40	91,80	73,77	44,26
168	85,24	91,80	81,96	49,18

Tabel 4 menunjukkan persen efektivitas penurunan COD selama 168 jam pada sedimen 1, 5, 10 gram serta kontrol masing-masing sebesar 85,24; 91,80; 81,96 dan 49,18 %. Dari data ini efektivitas penurunan nilai COD pada sedimen yang terisi sebanyak 5 gram paling besar. Penambahan sedimen pada sistem lumpur aktif pada limbah deterjen dapat memberikan hasil yang lebih baik terhadap penurunan nilai COD pada sampel. Hal ini didukung oleh pernyataan Effendi (2000) yang menyebutkan bahwa terjadinya penurunan nilai COD diakibatkan adanya proses oksidasi oleh mikroba yang merombak bahan-

bahan organik maupun anorganik dalam sampel limbah deterjen menjadi karbondioksida dan air.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Lumpur aktif mampu menurunkan kadar LAS dari sampel limbah deterjen sebesar 97,19% untuk sedimen 1 g; 99,73% untuk sedimen 5 g; 93,19% untuk sedimen 10 g; sedangkan yang tanpa lumpur aktif hanya mampu menurunkan kadar LAS sebesar 77,18%.
2. Lumpur aktif dapat menurunkan nilai COD dari sampel limbah deterjen sebesar 85,24% untuk sedimen 1 g; 91,80% untuk sedimen 5 g; dan 81,96% untuk sedimen 10 g.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan parameter lain seperti *Total Suspended Solid* (TSS) dan fosfat dengan waktu pengolahan yang lebih lama untuk melihat kemampuan bibit inokulum dan efektivitasnya serta mengenai penambahan NPK sebagai nutrisi yang membantu mengoptimalkan pertumbuhan mikroorganisme.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bisnis Indonesia, 2004, Deterjen, Bisnis raksasa yang makin "berbusa-busa", *Bisnis Com*
- Bhatnagar, L. and B.Z. Fathepure, 1991, *Mixed Culture in Detoxification of Hazardous Waste*, Edited by G. Zeikus and E.A Johnson, Mixed Culture in Biotechnology, Mc Graw Hill. Inc., USA
- Dewi, A.C., 2006, Kemampuan Bibit Inokulum Lumpur Aktif dalam Menurunkan Nilai COD dan Kadar Surfaktan Linier Alkil Sulfonat (LAS) pada Limbah Laundry, *Skripsi*, Universitas Udayana, Bali
- Effendi, H, 2000, *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor
- Ginting, P., 2007, *System Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*, Edisi 1, CV. Yrama Widya, Bandung
- Grayson M, 1983. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. 3rd. Wiley Interscience, New York
- Kristanto, P., 2002, *Ekologi Industr*, Penerbit ANDI Yogyakarta dengan LPPM Universitas Kristen Petra Surabaya, Yogyakarta
- Laksmi, J., Betty, S. dan Winiati, P.R., 1996, *Penanganan Limbah Industri Pangan, Kanisius, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi*, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Nida, S., 2008, Pengelolaan limbah deterjen sebagai upaya minimilisasi polutan dibadan air dalam rangka pembangunan berkelanjutan, *Jurnal LIPI*,
- Suastuti, Ni G.A.M. Dwi Adhi, 2010, Efektivitas Penurunan Kadar Dodesil Benzen Sulfonat (DBS) dari Limbah Deterjen yang Diolah dengan Lumpur Aktif, *Jurnal Kimia*,
- Waluyo, L., 2005, *Mikrobiologi Lingkungan*, UMM, Malang
- Veenstra, 1995, *Wastewater Treatment*, IHE Delf