

## PENGGUNAAN LUMPUR AKTIF UNTUK MENURUNKAN KADAR *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan LOGAM BERAT JENIS TIMBAL (Pb) dan CADMIUM (Cd) PADA LIMBAH CAIR PENCELUPAN INDUSTRI BATIK

RAFICHA RACHMA<sup>1)</sup>, I W REDI ARYANTA<sup>2)</sup>, I W KASA<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Udayana

<sup>2)</sup> Fakultas Teknologi Pertanian Unud

<sup>3)</sup> Fakultas MIPA Universitas Udayana

Email: rafichar@yahoo.com

### ABSTRACT

In the production process, batik dyeing industry use a lot of water and chemicals in the coloring or dyeing fabric dyeing wastewater batik. Batik dyeing waste industry typically have concentrations of chemical oxygen demand (COD) and biological oxygen demand (BOD) and heavy metals that exceed quality standards set by the government. In an effort to overcome the problems posed by wastewater, the wastewater treatment process must be done before the waste is discharged into aquatic environment. One of the biological wastewater treatment system that is able to reduce levels of contamination are industrial wastewater is activated sludge system. This research was conducted to determine the optimal time and time effectiveness of treatment with activated sludge to reduce levels of COD, BOD, and Pb in the batik industry wastewater. In this research using activated sludge by taking a fixed volume on sampling from hour 0 to hour 24 so as to produce organic compounds that remain much lower concentrations can result in COD, BOD, and Pb. This is because the longer the settling time of the volume of waste activated sludge with variable sampling and at the same time a decrease in the percentage levels of COD, BOD, and Pb greater. The results of this research found that activated sludge best influence in lowering the levels of COD, BOD, and Pb. This is due to the activity of microorganisms that have given nutrient and insufficient oxygen in aeration process with the longest time that the ability of the microbes in the sludge to oxidize organic materials with the highest effectiveness in the waste. After going through treatment with activated sludge showed that the optimal time of activated sludge treatment to decrease the levels of COD in wastewater dyeing batik industry is 12 hours, the reduced levels of BOD is 12 hours, and to decrease levels of Pb is 8 hours.

*Keywords: Batik Industrial Wastewater, Activated Sludge, Wastewater, COD, BOD, Pb.*

### ABSTRAK

Dalam proses produksinya, industri pencelupan batik banyak menggunakan air dan bahan-bahan kimia pada proses pewarnaan maupun pencelupan kain batik. Pembuangan limbah pencelupan industri batik ini biasanya memiliki konsentrasi *chemical oxygen demand* (COD) dan *biological oxygen demand* (BOD) maupun logam berat yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Dalam upaya mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh limbah cair, maka proses pengolahan limbah wajib dilakukan sebelum limbah tersebut dibuang ke lingkungan perairan. Salah satu sistem pengolahan limbah secara biologi yang mampu menurunkan kadar cemaran limbah cair industri adalah dengan sistem lumpur aktif. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan efektivitas waktu dan waktu optimal dari perlakuan dengan lumpur aktif untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan Pb pada limbah cair industri batik. Dalam penelitian ini menggunakan lumpur aktif dengan mengambil volume yang tetap pada pengambilan sampel dari jam ke- 0 hingga jam ke- 24 sehingga dapat menghasilkan senyawa organik yang tetap banyak yang berakibat dapat menurunkan konsentrasi COD, BOD, dan Pb. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pengendapan lumpur aktif terhadap volume limbah dengan pengambilan sampel dan pada variabel waktu tinggal yang sama maka persentase penurunan kadar COD, BOD, dan Pb semakin besar. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa lumpur aktif memberikan pengaruh yang paling baik dalam menurunkan kadar COD, BOD, dan Pb. Hal ini disebabkan adanya aktivitas dari mikroorganisme yang telah dinutrisi dan cukupnya oksigen pada proses aerasi dengan waktu yang paling lama sehingga kemampuan mikroba di

dalam lumpur dapat mengoksidasi bahan organik dengan efektivitas yang tertinggi dalam limbah tersebut. Setelah melalui pengolahan dengan lumpur aktif menunjukkan bahwa waktu optimal perlakuan lumpur aktif terhadap penurunan kadar COD pada air limbah pencelupan industri batik adalah 12 jam, terhadap penurunan kadar BOD adalah 12 jam, dan untuk penurunan kadar Pb adalah 8 jam.

*Kata kunci : Limbah Cair Industri Batik, Lumpur Aktif, Limbah Cair, COD, BOD, Pb.*

## PENDAHULUAN

Terjadinya pencemaran air sebagai akibat kegiatan masyarakat yang beraneka ragam serta kegiatan industri akan berakibat buruk bagi lingkungan. Pencemaran air ini dapat terjadi karena buangan limbah cair yang dihasilkan oleh industri atau pabrik yang tidak dikelola sebagaimana mestinya dan dibuang begitu saja ke aliran air atau permukaan tanah disekitarnya (Riyadi, 1984).

Industri yang mengalirkan buangan limbah cairnya ke aliran-aliran air disekitarnya semakin bertambah banyak, sehingga akan menyebabkan beberapa hal, seperti aliran air yang semakin tercemar, merusak tatanan kehidupan air (ikan, mikroorganisme, dan lain-lain), merusak ketersediaan air untuk kepentingan umum (misalnya: fasilitas rekreasi dan fasilitas belanja) serta tidak layak sebagai sumber persediaan air bersih. Aliran air tersebut juga tidak menjadi sehat sebagai persediaan air industri. Salah satu sektor industri yang berkembang pesat di Indonesia salah satunya adalah sektor industri batik (Mahida, 1993).

Dalam proses produksinya, industri batik banyak menggunakan bahan-bahan kimia dan air. Penggunaan bahan kimia biasanya pada saat proses pewarnaan maupun pencelupan kain batik. Keberadaan polutan yang terdapat pada limbah pencelupan industri batik ini dapat berupa padatan tersuspensi, bahan kimia maupun zat organik. Pembuangan limbah pencelupan industri batik ini biasanya memiliki konsentrasi *chemical oxygen demand* (COD) dan *biological oxygen demand* (BOD) maupun logam berat yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah, oleh karena itu perlu diterapkan cara pengolahan limbah pencelupan industri batik. Jika limbah langsung dibuang ke badan air penerima maupun lingkungan, maka penurunan kualitas lingkungan dan kerusakan ekosistem sekitar industri batik tidak dapat dihindari (Purwaningsih, 2008).

Adapun parameter pencemaran air buangan industri pencelupan batik sangat beragam, misalnya bau, *suspended solid*, *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen demand* (BOD), warna,

logam berat seperti timbal (Pb), dan lain-lain. Langkah yang harus dilakukan untuk mengurangi pencemaran, khususnya pencemaran air adalah dengan mengolah air buangan tersebut sebelum dibuang ke badan air (Fardiaz, 1992).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian tentang cara pengolahan limbah dengan menggunakan metode lumpur aktif untuk mengetahui pengaruhnya dalam menurunkan kadar *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen demand* (BOD), dan timbal (Pb) yang terkandung dalam limbah cair pencelupan industri batik. Dengan menerapkan metode lumpur aktif ini akan didapatkan air bersih yang tidak lagi mengandung senyawa organik beracun dan bakteri yang berbahaya bagi kesehatan dan dapat digunakan sebagai pemanfaatan sistem daur ulang air limbah yang nantinya akan dapat mengatasi permasalahan persediaan cadangan air tanah demi kelangsungan kegiatan industri dan kebutuhan masyarakat akan air (Chatib, 1998).

## METODOLOGI PENELITIAN

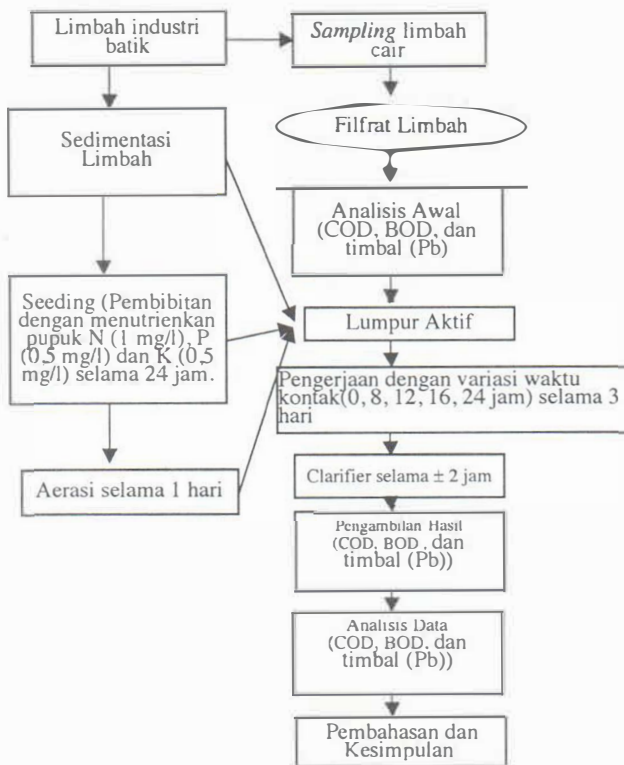
Limbah dari industri batik dalam bentuk padatan tersuspensi akan dilakukan pembibitan dengan menutrienkan pupuk N sebanyak 1 mg/l, serta pupuk P dan pupuk K sebanyak 0,5 mg/l. Sedimentasi dari limbah ini akan diberikan aerasi selama 1 hari yang kemudian akan menghasilkan lumpur aktif yang kemudian akan dilakukan perlakuan terhadap sampel. Sampel diambil pada lokasi penelitian kemudian dianalisa.

Penggunaan lumpur aktif ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penurunan kadar *chemical oxygen demand* (COD), *biological oxygen demand* (BOD), dan kadar timbal (Pb) yang terkandung dalam limbah cair industri pencelupan batik.

Limbah cair industri pencelupan batik akan ditampung ke dalam bak penyaring, di bak ini air limbah akan diproses dengan cara menambahkan atau melarutkan udara ke dalam air dan menambahkan lumpur aktif yang diperoleh dari bak pengendap atau *sedimentation tank* dengan menambahkan variasi waktu kontak selama 0 jam,

8 jam, 12 jam, 16 jam, dan 24 jam selama 3 hari berturut-turut. Analisis data dari sampel tersebut dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Udayana Bukit, Jimbaran dan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana Bukit, Jimbaran. Pengukuran parameter COD, BOD, dan timbal (Pb) mengacu pada baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007).

Skema penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 :



Gambar 1 Skema Penelitian

Sampel pada penelitian ini diambil dari usaha pencelupan industri batik CV. Olivia Batik yang terletak di Jalan Taman Pancing Nomor 26, Pemogan, Denpasar-Bali. Perlakuan sampel dilakukan di Laboratorium Lingkungan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Universitas Udayana Bukit, Jimbaran dan di Laboratorium Analitik Universitas Udayana Bukit, Jimbaran. Penelitian direncanakan mulai dari bulan Juli sampai bulan Agustus 2012.

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian terapan dengan sumber limbah dari Industri Pencelupan Batik CV. Olivia Batik yang dilaksanakan dalam skala laboratorium.

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan dibuat dan disusun dalam tabel, untuk mengetahui efektivitas dari penggunaan lumpur aktif dalam

pengolahan limbah cair pencelupan industri batik maka dipergunakan perhitungan efektivitas sistem pengolahan dengan rumus % efektivitas yaitu:

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

Keterangan :

A = kadar parameter awal (Hasil dari perlakuan kontrol).

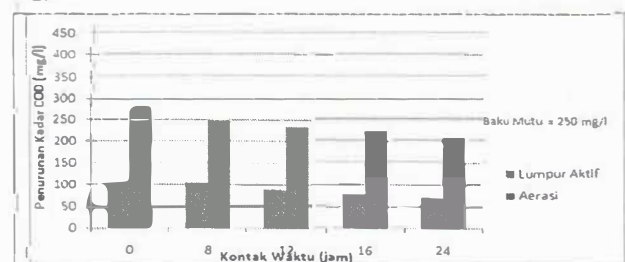
B = kadar parameter akhir ( Hasil dari perlakuan lumpur aktif)

Penentuan waktu tinggal optimal yang diperlukan oleh penggunaan lumpur aktif untuk menurunkan kadar COD, BOD, dan timbal (Pb) pada limbah cair pencelupan industri batik dapat dilihat pada grafik hasil analisis. Kualitas air dari pengolahan limbah cair pencelupan industri batik dengan menggunakan lumpur aktif dibandingkan dengan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri tekstil yang terdapat pada Peraturan Gubernur Bali No. 8 Tahun 2007 yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kadar COD, BOD, dan timbal (Pb) sebelum dan setelah dilakukan pengolahan dengan metode lumpur aktif (Sugiharto,1987).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengaruh Perlakuan Lumpur Aktif Terhadap Penurunan Kadar COD Pada Sampel Limbah Cair Pencelupan Industri Batik

Penurunan kadar COD pada limbah cair pencelupan industri batik setelah perlakuan dengan lumpur aktif dan aerasi yang disesuaikan dengan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri tekstil yang sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007) ditunjukkan pada Gambar 5.1. Hasil analisis parameter COD pada pengolahan limbah cair pencelupan industri batik dengan menggunakan ketiga komposisi lumpur setelah proses *seeding* menunjukkan bahwa kadar COD pada retensi waktu satu hari hingga tiga hari dengan masing-masing perlakuan mengalami penurunan daripada kadar COD limbah sebelum perlakuan yaitu sebesar 465 mg/l.



Gambar 2 Grafik Penurunan Kadar COD Pada Perlakuan Dengan Lumpur Aktif dan Aerasi.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa perlakuan dengan pengendapan lumpur aktif selama satu hari hingga tiga hari dengan kontak waktu pengambilan sampel dari jam ke- 0, 8, 12, 16, dan 24 memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar COD limbah cair pencelupan industri batik, namun pengendapan lumpur aktif selama tiga hari memberikan pengaruh terbaik terhadap penurunan kadar COD.

Hal ini dapat dilihat saat pencapaian kadar COD terendah pada waktu pengendapan lumpur aktif selama tiga hari pada pengambilan sampel jam ke-24 dengan kadar COD yang paling rendah yaitu 34,5 mg/l dimana angka penurunan ini berada di bawah baku mutu limbah cair untuk limbah tekstil yaitu sebesar 250 mg/l.

Pada perlakuan dengan aerasi didapatkan penurunan kadar COD pada perlakuan aerasi selama satu hari hingga tiga hari, namun perlakuan dengan aerasi selama tiga hari pada pengambilan sampel jam ke- 24 memberikan pengaruh yang paling baik diantara perlakuan aerasi lainnya dengan kadar COD yaitu 150 mg/l, dimana angka ini juga berada di bawah baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil yang mengacu pada baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007). Data dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Data Hasil Penelitian Penurunan Kadar COD Setelah Perlakuan Lumpur Aktif (mg/l)

Kadar COD sebelum perlakuan (Kontrol): 465 mg/l

Perlakuan	Waktu Pengambilan Sampel					Baku Mutu (mg/l)
	0 Jam	8 Jam	12 Jam	16 Jam	24 Jam	
Lumpur Aktif 1 hari	144	135,7	135	130,4	120,5	250
Lumpur Aktif 2 hari	120,13	120	90	68	64	250
Lumpur Aktif 3 hari	60,9	60	48	36,48	34,5	250

Tabel 2. Data Hasil Penelitian Penurunan Kadar COD Setelah Perlakuan Aerasi (mg/l)

Kadar COD sebelum perlakuan (Kontrol): 465 mg/l

Perlakuan	Waktu Pengambilan Sampel					Baku Mutu (mg/l)
	0 Jam	8 Jam	12 Jam	16 Jam	24 Jam	
Aerasi 1 hari	360	300	285,9	285	271,13	250
Aerasi 2 hari	270	240,5	240	225	210,37	250
Aerasi 3 hari	210,15	210	180	165	150	250

Tingkat efektivitas dari tiap-tiap perlakuan lumpur aktif dan aerasi menunjukkan waktu optimal yang diperlukan dalam penelitian ini, dimana waktu optimal ini berpengaruh terhadap penurunan jumlah kadar COD dari perlakuan dengan melakukan pengendapan lumpur aktif dan aerasi selama satu hari hingga tiga hari dari masing-masing variasi kontak waktu yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Efektivitas Penurunan Kadar COD dari Perlakuan Lumpur Aktif dan Aerasi (mg/l)

Jam ke-	Lumpur Aktif	Efektivitas	Aerasi	Efektivitas
0	108,34	0	280,05	0
8	105,23	-2,96	250,17	-11,94
12	78,24	-16,23	235,3	-6,32
16	91	-15,64	225	-4,58
24	73	-7,25	210,5	-6,88

Kadar COD pada awal percobaan sebelum ditambahkan nutrien diketahui adalah 465 mg/l, kadar ini masih berada di atas ambang baku mutu dan setelah 24 jam diberikan penambahan nutrien dan lumpur diendapkan selama tiga hari diketahui kadar COD-nya adalah 34,5 mg/l, sedangkan setelah 24 jam diberikan penambahan nutrien dan aerasi selama tiga hari tanpa adanya lumpur maka diketahui kadar COD-nya adalah 150 mg/l. Hal ini disebabkan semakin lama waktu tinggal limbah dalam digester anaerob maka kontak antara limbah dengan lumpur aktif semakin lama pula. Penelitian ini didukung oleh Effendi (2003) mengatakan kesempatan mikroorganisme untuk mendegrasi bahan organik semakin besar dan bahan organik yang terurai semakin banyak jika waktu tinggal yang digunakan semakin lama.

Gambar. 2 menunjukkan bahwa pengolahan limbah pada perlakuan dengan lumpur aktif dapat menurunkan jumlah COD paling baik dibandingkan dengan perlakuan dengan aerasi, karena bakteri aerob yang tersuspensi di dalam lumpur dan kemudian dicampur dengan limbah kemudian diberi makanan untuk bakteri tersebut berupa nutrien buatan. Bakteri ini akan bekerja untuk menguraikan senyawa-senyawa kimia yang terdapat di dalam limbah tersebut. Pada Gambar 5.1 dapat dilihat pada kontak waktu jam ke- 0 dengan perlakuan lumpur aktif, jumlah penurunan COD sudah berada di bawah ambang baku mutu, sedangkan pada jam ke-24 mengalami penurunan yang paling baik dari perlakuan lumpur aktif dan aerasi dimana angka jumlah penurunan jumlah COD berada di bawah ambang baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil yang mengacu pada Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007). Hal ini disebabkan semakin lama waktu fermentasi, kontak antara bakteri dengan limbah dan lumpur akan semakin lama dan waktu untuk menguraikan senyawa organik juga semakin lama. Hasil dari penelitian ini juga didukung oleh Utami (2000), dimana di dalam penelitiannya didapatkan penurunan nilai COD sebesar 34,78 %. Dalam penelitian ini, tidak ditambahkan bakteri apapun, hanya

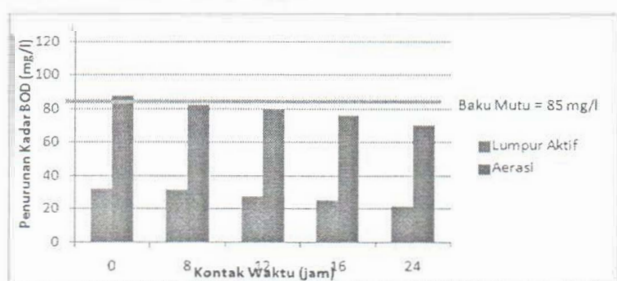
memanfaatkan bakteri yang ada dalam lumpur aktif dengan menambahkan nutrisi berupa NPK dan urea. Jumlah bakteri yang menguraikan juga mempengaruhi proses, karena semakin banyak bakteri maka proses penguraian senyawa organik semakin cepat.

Dari hasil perhitungan efektivitas pada Tabel 3, didapat bahwa efektivitas penurunan jumlah COD pada perlakuan lumpur aktif yang paling besar terjadi pada jam ke-12 sebesar 16,23 mg/l karena pada saat itu komposisi dari lumpur aktif mampu menguraikan bahan-bahan organik dalam limbah cair secara sempurna. Hal ini menandakan terjadi penurunan paling signifikan pada interval waktu antara 8 sampai 12 jam. Oleh karena itu perlakuan lumpur aktif pada interval waktu 8-12 jam paling efektif dibandingkan hasil efektivitas pada baku mutu. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa kontak waktu penggunaan lumpur aktif yang lama dapat menurunkan kadar COD secara sempurna.

**2. Pengaruh Perlakuan Lumpur Aktif Terhadap Penurunan Kadar BOD Pada Sampel Limbah Cair Pencelupan Industri Batik**

Perubahan kadar BOD limbah cair pencelupan industri batik setelah perlakuan dengan lumpur aktif dan aerasi yang disesuaikan dengan baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil yang mengacu pada baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007) ditunjukkan pada Gambar 3.

Hasil analisis parameter BOD<sub>5</sub> pada pengolahan limbah cair pencelupan industri batik dengan menggunakan ketiga komposisi lumpur setelah proses *seeding* menunjukkan bahwa kadar BOD<sub>5</sub> pada retensi waktu satu hari hingga tiga hari dengan masing-masing perlakuan mengalami penurunan daripada kadar BOD<sub>5</sub> limbah sebelum perlakuan yaitu sebesar 129,4 mg/l.



Gambar 3. Grafik Penurunan Kadar BOD<sub>5</sub> Pada Perlakuan Dengan Lumpur Aktif dan Aerasi.

Perlakuan dengan pengendapan lumpur aktif selama satu hari hingga tiga hari memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar BOD<sub>5</sub> limbah

cair pencelupan industri batik, namun pengendapan lumpur aktif selama tiga hari memberikan pengaruh terbaik terhadap penurunan kadar BOD<sub>5</sub>. Hal ini dapat dilihat saat pencapaian kadar BOD<sub>5</sub> terendah pada waktu pengendapan lumpur aktif selama tiga hari pada pengambilan sampel jam ke- 24 dengan kadar BOD<sub>5</sub> yaitu 10,92 mg/l dimana angka penurunan ini berada di bawah baku mutu limbah cair untuk limbah tekstil yaitu sebesar 85 mg/l. Pada perlakuan dengan aerasi saja didapatkan penurunan kadar BOD<sub>5</sub> pada perlakuan aerasi selama satu hari hingga tiga hari, namun perlakuan dengan aerasi selama tiga hari pada pengambilan sampel jam ke-24 memberikan pengaruh yang paling baik diantara perlakuan aerasi lainnya dengan kadar BOD<sub>5</sub> yaitu 48,83 mg/l, dimana angka ini juga berada di bawah baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007). Data dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Data Hasil Penelitian Penurunan Kadar BOD Setelah Perlakuan Lumpur Aktif (mg/l)

Kadar BOD sebelum perlakuan (Kontrol): 129,4 mg/l

Perlakuan	Waktu Pengambilan Sampel					Baku Mutu (mg/l)
	0 Jam	8 Jam	12 Jam	16 Jam	24 Jam	
Lumpur Aktif 1 hari	44,70	43,50	43,37	41,37	34,27	85
Lumpur Aktif 2 hari	32,41	31,50	23,44	21,17	20,21	85
Lumpur Aktif 3 hari	18,71	18,62	14,59	12,47	10,92	85

Tabel 5. Data Hasil Penelitian Penurunan Kadar BOD Setelah Perlakuan Aerasi (mg/l)

Kadar BOD sebelum perlakuan (Kontrol): 129,4 mg/l

Perlakuan	Waktu Pengambilan Sampel					Baku Mutu (mg/l)
	0 Jam	8 Jam	12 Jam	16 Jam	24 Jam	
Aerasi 1 hari	102,7	98,74	95,20	93,40	90,13	85
Aerasi 2 hari	89,60	79,58	76,62	73,50	71,90	85
Aerasi 3 hari	71,40	69,84	68,42	60,93	48,83	85

Tingkat efektivitas dari tiap-tiap perlakuan lumpur aktif dan aerasi menunjukkan waktu optimal yang diperlukan dalam penelitian ini, dimana waktu optimal ini berpengaruh terhadap penurunan kadar BOD dari perlakuan dengan melakukan pengendapan lumpur aktif dan aerasi selama satu hari hingga tiga hari dari masing-masing variasi kontak waktu yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Efektivitas Penurunan Kadar BOD dari Perlakuan Lumpur Aktif dan Aerasi (mg/l)

Jam ke-	Lumpur Aktif	Efektivitas	Aerasi	Efektivitas
0	31,94	0	87,9	0
8	31,21	-2,35	82,72	-6,26
12	27,13	-15,01	80,08	-3,23
16	25,03	-8,52	75,94	-5,45
24	21,8	-14,69	70,29	-8,05

Kadar BOD pada awal percobaan sebelum ditambahkan nutrien diketahui adalah 129,4 mg/l, dimana kadar masih berada di atas ambang baku mutu dan setelah 24 jam diberikan penambahan nutrien dan lumpur diendapkan selama tiga hari diketahui kadar BOD-nya adalah 10,92 mg/l, sedangkan setelah 24 jam diberikan penambahan nutrien dan aerasi selama tiga hari tanpa adanya lumpur maka diketahui kadar BOD-nya adalah 48,83 mg/l. Hal ini disebabkan karena adanya mikroorganisme yang terdapat di dalam limbah lumpur aktif mendapatkan saluran oksigen yang cukup selama proses biologi, maka bakteri-bakteri tersebut dapat bekerja dengan optimal, sehingga akan bermanfaat dalam penurunan konsentrasi zat organik di dalam air limbah tersebut. Hal ini didukung oleh Budiastuti (2008) yang menyatakan bahwa selain diperlukan untuk proses metabolisme bakteri aerob, kehadiran oksigen juga bermanfaat untuk proses oksidasi senyawa-senyawa kimia di dalam air limbah.

Gambar. 3 menunjukkan bahwa pengolahan limbah pada perlakuan dengan lumpur aktif dapat menurunkan jumlah BOD paling baik dibandingkan dengan perlakuan dengan aerasi. Hal ini dapat dilihat pada kontak waktu pada jam ke-24 mengalami penurunan yang paling baik serta pada jam ke-0 pada perlakuan lumpur aktif jumlah BOD berada di bawah ambang baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil yang mengacu pada Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007). Penurunan kadar BOD ini disebabkan adanya proses aerasi dari pembibitan lumpur aktif sehingga menghasilkan komposisi lumpur aktif yang sempurna, selain itu juga aerasi merupakan salah satu usaha dari pengambilan zat pencemar sehingga zat pencemar akan berkurang atau bahkan dapat dihilangkan sama sekali dimana menurut Sugiharto (1987) proses pengolahan lumpur aktif yang tepat akan mengakibatkan jumlah mikroorganisme yang terkandung di dalam lumpur aktif menjadi lebih sedikit karena kurangnya bahan organik yang harus diuraikan disamping itu juga pengaturan lama waktu kontak yang tepat juga akan memberikan kesempatan bakteri dalam proses dekomposisi limbah cair secara sempurna dalam mendegradasi limbah.

Dari hasil perhitungan efektivitas pada Tabel 6, didapat bahwa efektivitas penurunan jumlah BOD dilihat bahwa efektivitas penurunan paling besar terjadi pada jam ke-12 sebesar 15,01mg/l. Hal ini menandakan terjadi penurunan paling signifikan

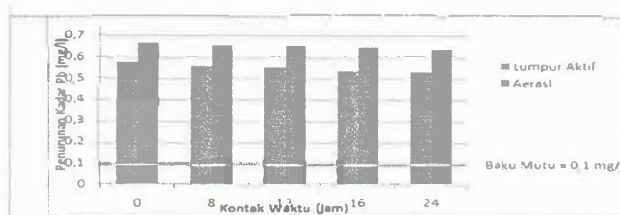
pada interval waktu antara 8 sampai 12 jam. Oleh karena itu, perlakuan ini paling efektif dibandingkan dengan efisiensi pada perlakuan dengan aerasi dan hasil efektivitas pada baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007).

Efektivitas penurunan jumlah BOD ini disebabkan adanya kondisi *anoksik* (hilangnya oksigen terlarut) yang dipengaruhi oleh bahan-bahan buangan yang juga memerlukan oksigen (menyerap oksigen dalam skala besar) ikut terbuang bersamaan dengan pembuangan limbah cair tersebut. Menurut Darsono (1992), bahan-bahan organik yang ikut terbuang di dalam limbah memerlukan oksigen, hal ini yang dapat menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air dengan cepat untuk menetralsir atau menyeimbangkan bahan-bahan buangan (organik). Penelitian ini menandakan terjadi penurunan paling signifikan pada interval waktu antara 8 sampai 12 jam karena adanya bahan-bahan organik lainnya yang membutuhkan oksigen.

### 3. Pengaruh Perlakuan Lumpur Aktif Terhadap Penurunan Kadar Pb Pada Sampel Limbah Cair Pencelupan Industri Batik

Perubahan kadar Pb limbah cair pencelupan industri batik setelah perlakuan dengan lumpur aktif dan aerasi yang disesuaikan dengan baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil yang mengacu pada baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007) ditunjukkan pada Gambar 4. Gambar. 4 ditentukan dari hasil perhitungan rata-rata perlakuan pada lumpur aktif dan aerasi dari tiap waktu kontak yang dilakukan.

Hasil analisis parameter Pb pada pengolahan limbah cair pencelupan industri batik dengan menggunakan ketiga komposisi lumpur setelah proses *seeding* menunjukkan bahwa kadar Pb pada retensi waktu satu hari hingga tiga hari dengan masing-masing perlakuan mengalami penurunan daripada kadar Pb limbah sebelum perlakuan yaitu sebesar 0,74 mg/l.



Gambar 4. Grafik Penurunan Kadar Pb Pada Perlakuan Dengan Lumpur Aktif dan Aerasi.

Perlakuan dengan pengendapan lumpur aktif selama satu hari hingga tiga hari memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar Pb limbah cair pencelupan industri batik, namun pengendapan lumpur aktif selama tiga hari memberikan pengaruh terbaik terhadap penurunan kadar Pb. Hal ini dapat dilihat saat pencapaian kadar Pb terendah pada waktu pengendapan lumpur aktif selama tiga hari pada pengambilan sampel jam ke- 24 dengan kadar Pb yaitu 0,48 mg/l, namun angka ini masih berada di atas baku mutu limbah cair untuk kegiatan industri tekstil yang mengacu pada baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007).

Pada perlakuan dengan aerasi saja didapatkan penurunan kadar Pb pada perlakuan aerasi selama satu hari hingga tiga hari, namun perlakuan dengan aerasi selama tiga hari pada pengambilan sampel jam ke- 24 memberikan pengaruh yang paling baik diantara perlakuan aerasi lainnya dengan kadar Pb yaitu 0,605 mg/l dimana angka ini juga masih berada di atas baku mutu limbah cair untuk industri tekstil. Data dari hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Data Hasil Penelitian Penurunan Kadar Pb Setelah Perlakuan Lumpur Aktif (mg/l)

Kadar Pb sebelum perlakuan (Kontrol) : 0,74 mg/l

Perlakuan	Waktu Pengambilan Sampel					Baku Mutu (mg/l)
	0 Jam	8 Jam	12 Jam	16 Jam	24 Jam	
Lumpur Aktif 1 hari	0,630	0,600	0,597	0,595	0,585	0,1
Lumpur Aktif 2 hari	0,580	0,557	0,555	0,516	0,515	0,1
Lumpur Aktif 3 hari	0,510	0,505	0,495	0,485	0,48	0,1

Tabel 8. Data Hasil Penelitian Penurunan Kadar Pb Setelah Perlakuan Aerasi (mg/l)

Kadar Pb sebelum perlakuan (Kontrol) : 0,74 mg/l

Perlakuan	Waktu Pengambilan Sampel					Baku Mutu (mg/l)
	0 Jam	8 Jam	12 Jam	16 Jam	24 Jam	
Aerasi 1 hari	0,71	0,687	0,685	0,67	0,655	0,1
Aerasi 2 hari	0,652	0,650	0,645	0,64	0,63	0,1
Aerasi 3 hari	0,621	0,62	0,615	0,610	0,605	0,1

Kemampuan masing-masing perlakuan dalam menurunkan kadar Pb dinyatakan dalam persen efektivitas dimana tingkat efektivitas pada waktu pengendapan lumpur aktif selama satu hari hingga tiga hari. Terlihat bahwa perlakuan sampel dengan pengolahan terhadap lumpur yang diendapkan selama tiga hari dengan pengambilan sampel pada jam ke- 24 memberikan efektivitas yang tertinggi hingga mencapai 35,14 % dalam menurunkan kadar Pb pada limbah cair pencelupan industri batik.

Tingkat efektivitas dari tiap-tiap perlakuan lumpur aktif dan aerasi menunjukkan waktu optimal

yang diperlukan dalam penelitian ini, dimana waktu optimal ini berpengaruh terhadap penurunan jumlah kadar Pb dari perlakuan dengan melakukan pengendapan lumpur aktif dan aerasi selama satu hari hingga tiga hari dari masing-masing variasi kontak waktu yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 Efektivitas Penurunan Kadar Pb dari Perlakuan Lumpur Aktif dan Aerasi (mg/l)

Jam ke-	Lumpur Aktif	Efektivitas	Aerasi	Efektivitas
0	0,57	0	0,66	0
8	0,55	-3,48	0,65	-1,33
12	0,55	-0,91	0,65	-0,62
16	0,53	-3,19	0,64	-1,30
24	0,52	-1,01	0,63	-1,59

Kadar Pb pada awal percobaan sebelum ditambahkan nutrien diketahui adalah 0,74 mg/l dimana kadar ini masih berada di atas ambang baku mutu dan setelah 24 jam diberikan penambahan nutrien dan lumpur diendapkan selama tiga hari diketahui kadar Pb-nya adalah 0,48 mg/l, sedangkan setelah 24 jam diberikan penambahan nutrien dan aerasi selama tiga hari tanpa adanya lumpur maka diketahui kadar Pb-nya adalah 48,83 mg/l. Penurunan jumlah kadar Pb pada masing-masing perlakuan disebabkan adanya aktivitas dari mikroorganisme yang telah dinutrien dan cukupnya oksigen pada proses aerasi dengan waktu yang paling lama, sehingga kemampuan mikroba di dalam lumpur dapat mengoksidasi bahan organik dengan efektivitas yang tertinggi dalam limbah tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurhadi (2006) yang menyatakan bahwa lumpur atau sedimen sungai berpotensi sebagai bahan lumpur aktif yang mampu menurunkan COD, BOD, logam berat, dan limbah domestik dalam limbah cair.

Gambar. 4 menunjukkan bahwa pengolahan limbah pada perlakuan dengan lumpur aktif dapat menurunkan jumlah Pb paling baik dibandingkan dengan perlakuan dengan aerasi. Hal ini dapat dilihat pada kontak waktu pada jam ke-24 mengalami penurunan yang paling baik, namun pada penurunan kadar Pb ini masih berada di atas ambang baku mutu limbah cair untuk industri tekstil mengacu pada Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007). Menurut Rusidana (2006), hal ini disebabkan karena kurangnya waktu tinggal saat pengolahan dan lumpur aktif yang digunakan jumlahnya sedikit maka bakteri pengurai yang terkandung di dalam lumpur aktif akan mendegradasi limbah dalam jumlah yang kecil.

Perhitungan efektivitas pada Tabel 9 didapat

bahwa efektivitas penurunan jumlah Pb paling besar terjadi pada jam ke-8 yaitu sebesar 3,48 mg/l. Hal ini menandakan terjadi penurunan paling signifikan pada interval waktu antara 0 sampai 8 jam. Hal ini disebabkan waktu kontak yang terjadi pada interval waktu 0-8 jam menghasilkan banyak bakteri dari proses oksidasi yang terjadi dalam lumpur aktif yang akan menguraikan bahan organik yang ada di dalam air limbah tersebut. Pernyataan ini didukung oleh Muljadi (2009) yang mengatakan bahwa kontak yang terjadi antara air limbah dan lumpur menjadi semakin banyak sehingga semakin lama lumpur yang diendapkan maka semakin rendah hasil yang didapatkan untuk menurunkan kadar Pb di dalam limbah tersebut. Oleh karena itu perlakuan lumpur aktif pada interval waktu 0-8 jam paling efektif dibandingkan hasil efektivitas pada baku mutu. Oleh karena itu perlakuan ini paling efektif dibandingkan dengan efisiensi pada perlakuan dengan aerasi dan hasil efektivitas pada baku mutu. Hal ini didukung oleh Setyaningsih (1999) yang mengungkapkan bahwa semakin lama waktu pengendapan lumpur aktif terhadap volume limbah dengan pengambilan sampel pada variabel waktu tinggal yang sama maka persentase penurunan kadar logam berat dalam limbah semakin besar. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa, semakin lama lumpur yang diendapkan maka semakin rendah hasil yang didapatkan untuk menurunkan kadar senyawa organik di dalam limbah tersebut.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Efektivitas perlakuan lumpur aktif untuk menurunkan kadar COD pada air limbah pencelupan industri batik hingga di bawah baku mutu untuk limbah cair dalam kegiatan industri tekstil mengacu pada Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007) adalah 80,42% dan untuk menurunkan kadar BOD adalah 79,03%, dan untuk menurunkan kadar Pb adalah 75,13% akan tetapi efektivitas perlakuan lumpur aktif dalam menurunkan kadar Pb masih berada di atas baku mutu untuk limbah cair untuk kegiatan industri tekstil mengacu pada Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 (2007).
2. Waktu optimal perlakuan lumpur aktif terhadap penurunan kadar COD pada air limbah pencelupan industri batik adalah 12 jam, terhadap penurunan kadar BOD adalah 12 jam, dan untuk penurunan kadar Pb adalah 8 jam.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut karena di dalam limbah cair pencelupan industri batik masih banyak yang dapat diukur antara lain; warna, bau, serta logam berat lainnya. Diharapkan melalui penelitian ini dapat dikembangkan lebih dalam lagi tentang manfaat lumpur aktif dalam mengolah limbah cair karena limbah lumpur aktif mengandung sejumlah bakteri yang dapat digunakan pada proses pengolahan limbah, sehingga dapat bermanfaat pada ilmu pengetahuan dalam mengatasi masalah pencemaran lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G and S. S. Santika. 1994. *Metode Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional Surabaya.
- Anto, T. S. 2002. *LIPI Ciptakan Alat Pengolah Limbah Cair*. Bisnis Indonesia. Jakarta.
- Astuti, F. 2004. *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Dengan Koagulan dan Penyaringan (Studi Kasus di CV Batik Indah Rara Djonggrang)*. Ilmu Lingkungan. UGM. Yogyakarta.
- Chatib, B. 1998. *Pengelolaan Air Limbah*. ITB. Bandung.
- Cottam, T. 1969. *Research for Establishment of Water Quality Criteria for Aquatic Life*. Reprint Transac of the 2<sup>nd</sup> Seminar on Biology, April 20-24, Ohio.
- Dahuri, R. dan A. Damar. 1994. *Metode dan Teknik Analisis Kualitas Air*. PPLH, Lembaga Penelitian IPB-Bogor.
- Darsono, V. 1992. *Pengantar Ilmu Lingkungan*. Penerbit Universitas Atmajaya, Yogyakarta, hal : 66, 68.
- Droste, R. L. 1997. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley & Sons. Inc, United State of America.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit kanisius. Yogyakarta.
- Erikarianto 2008. *Pengertian BOD dan COD*. [Cited. 2012 Februari 20] Available from : <http://www.erikarianto.wordpress.com>
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Kumar, H.D. 1977. *Modern Concept of Ecology*. Vikas Published Houses, VT. Ltd, New Delhi.
- Mahida, U.N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Rajawali. Jakarta.
- Muljadi. 2009. *Efisiensi Instalansi Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cetak dengan Metode Fisika-Kimia dan Biologi Terhadap Penurunan Parameter Pencemar (BOD, COD, dan logam Berat Krom (Cr)) (Studi Kasus di Desa Butulan Makam Haji Sukoharjo)*. [Cited 2012 Agustus 08]. Available from : <http://tk.uns.ac.id/file/Ekuilibrium/Volume%208%20.pdf>.
- Metcalf and I. Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal and Reuse*. Second Edition. MC. Graw-Hill. New York. America.
- Nurhadi, G. I. 2006. *Biodegradasi Limbah Cair Domestik Melalui Penambahan NPK Pada Pengolahan Dengan Menggunakan Lumpur Aktif Yang Diisolasi Dari Sungai Tebe Denpasar*. Jurusan Kimia. FMIPA. UNUD. Skripsi. Denpasar.
- Purwaningsih, I. 2008. *Pengolahan limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta dengan Metode Elektrokoagulasi ditinjau dari Pa-*