

PENURUNAN KADAR COD, SURFAKTAN, DAN FOSFAT LIMBAH LAUNDRY DENGAN BIOSISTEM TANAMAN

I Wayan Budiarsa Suyasa*, Anak Agung Bawa Putra, dan I Kadek Sutomo Putra

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

*E-mail : yandiars@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pengolahan air limbah laundry dengan biosistem tanaman yang divariasikan dengan dan tanpa penambahan suspensi aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan suspensi aktif dan pengaruh waktu perlakuan terhadap perubahan kadar COD, Surfaktan, dan Fosfat pada biosistem tanaman serta menentukan kapasitas pengolahan biosistem tanaman terhadap perubahan nilai ketiga parameter tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan dapat berpengaruh terhadap perubahan nilai COD, Surfaktan, dan Fosfat. Pengaruh suspensi aktif terlihat dari waktu minimal perlakuan untuk memenuhi baku mutu, dimana untuk parameter Surfaktan dan Fosfat pada sistem penambahan suspensi aktif memiliki waktu minimal perlakuan yang lebih cepat daripada sistem tanpa penambahan suspensi aktif. Sedangkan pengaruh waktu perlakuan terlihat dari nilai ketiga parameter tersebut, dimana semakin lama waktu perlakuan maka semakin kecil nilai dari ketiga parameter tersebut. Dari hasil uji anova (analysis of variance) menunjukkan bahwa penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan berpengaruh signifikan terhadap nilai COD, surfaktan dan fosfat. Kapasitas pengolahan pada sistem tanpa penambahan suspensi aktif adalah 8,7259 ppm/m³jam untuk COD, 0,7715 ppm/m³jam untuk Surfaktan dan 0,2178 ppm/m³jam. Kapasitas pengolahan sistem dengan penambahan suspensi aktif adalah 8,4500 ppm/m³jam untuk COD, 0,7821 ppm/m³jam untuk Surfaktan dan 0,2399 ppm/m³jam untuk Fosfat.

Kata kunci : Biosistem tanaman, Limbah Laundry, COD, Surfaktan, dan Fosfat

ABSTRACT

The research about treatment of wastewater from laundry by plant biosystem with and without addition of microorganism has been carried out. This research aims to determine the effect of addition of microorganism and treatment time on the changes in COD, Surfactants, and phosphate concentrations by plant biosystem and to determine the capacity of the plant biosystem. The results showed that addition of microorganism and treatment time changed the COD, Surfactants, and phosphate contents. The effect of microorganism addition was showed from the minimum treatment time to meet the quality standard, which was smaller than the system without microorganism addition. The longer the treatment times the smaller the values of three parameters resulted. The results of ANOVA showed that the addition of microorganism and treatment time significantly influence the value of COD, surfactants and phosphate reduction. Treatment capacity of the plant biosystem without addition of microorganism were 8,7259 ppm/m³hours for COD, 0,7715 ppm/m³hours for surfactants and 0,2178 ppm/m³hours for phosphate. Whereas the treatment capacities of the sytem with addition of microorganism were 8,4500 ppm/m³hours, 0,7821 ppm/m³hours, and 0,2399 ppm/m³hours correspondingly.

Keywords : Plant biosystem, Laundry effluent, COD, Surfactants, and Phosphate

PENDAHULUAN

Meningkatnya aktivitas kerja manusia dalam rangka meningkatkan taraf hidup membuat penduduk kekurangan waktu untuk pekerjaan rumah tangga, salah satunya adalah mencuci pakaian. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan jasa pencucian pakaian (*laundry*) dewasa ini sangat besar. Jasa ini yang sedang menjamur di daerah perkotaan. Adanya kehadiran *laundry* ini dapat membawa manfaat yang cukup besar bagi perekonomian dengan mengurangi jumlah pengangguran serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat sekitar. Di sisi lain usaha *laundry* juga memiliki dampak negatif yaitu limbah yang dihasilkan oleh sisa proses *laundry* yang berpotensi untuk menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan terutama pada badan air. Meningkatnya jumlah industri *laundry* akan mengakibatkan meningkatnya penggunaan deterjen (Nailufary, 2008).

Limbah *laundry* yang dihasilkan oleh deterjen mengandung bahan – bahan aktif yang berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup dan dapat merusak lingkungan. Deterjen yang digunakan saat ini sebagian besar menggunakan LAS atau *Linier Alkyl Sulfonat* yang merupakan *anionik surfaktan* yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan air, selain itu di dalam deterjen juga mengandung kadar fosfat yang tinggi. Fosfat ini berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) yang berfungsi sebagai *builder* yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air. Jika limbah *laundry* ini dibuang langsung ke perairan maka akan menimbulkan dampak negatif terhadap perairan itu sendiri, seperti *eutrofikasi*, kadar oksigen berkurang drastis dan menyebabkan biota air mengalami degradasi serta dapat membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi atau dipakai secara langsung (Adit, 2010). Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan sistem pengolahan limbah yang mampu menurunkan bahan pencemar seperti kadar surfaktan dan fosfat.

Pengolahan limbah cair yang mengandung berbagai bahan organik dan anorganik haruslah efisien, tidak memerlukan lahan yang luas, ekonomis, serta tidak menimbulkan polutan baru yang dapat mencemari lingkungan. Suatu sistem

pengolahan limbah yang efektif harus mampu menurunkan kadar bahan – bahan pencemar dalam air limbah hingga memenuhi ketentuan yang berlaku. Biofiltrasi merupakan salah satu proses pengolahan limbah secara biologis yang pada prinsipnya melibatkan mikroba aerob (bakteri pengurai) contohnya *Nitrobacter sp*, *Nitrosomonas sp*, *Pseudomonas sp* dan *Beggiota sp* sebagai media penghancur bahan – bahan pencemar. Bakteri tersebut memecah atau mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik menjadi CO_2 , H_2O , NH_3 sebagai nutrient atau sumber makanannya. Menurut penelitian Sandihika (2012), pengolahan limbah dengan sistem biofiltrasi menggunakan saringan pasir-tanaman mampu menurunkan nilai BOD, TDS dan klorida pada limbah pencuci rumput laut. Biofiltrasi juga dapat menurunkan kadar logam berat Timbal (Pb) sekitar 1-50 mg/L pada air irigasi (Murdhiani dkk, 2011).

Mengingat kelebihan dari sistem biofiltrasi tersebut, dalam penelitian ini dikembangkan sistem biofiltrasi dengan dan tanpa penambahan suspensi aktif dengan waktu perlakuan selama 48 jam serta analisis sampel dilakukan setiap 8 jam. Hal ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh suspensi aktif dan waktu perlakuan dalam menurunkan kadar pencemar dengan menggunakan biosistem tanaman, serta untuk menentukan kapasitas pengolahannya.

Sistem biofiltrasi yang dikembangkan diharapkan mampu menurunkan nilai konsentrasi surfaktan, COD, dan kandungan fosfat dari limbah cair *laundry* sampai di bawah baku mutu yang ditetapkan (nilai COD < 100 mgO₂/L, surfaktan < 1 mg/L, dan fosfat < 2 mg/L). Ketiga parameter tersebut dipilih karena dalam deterjen yang digunakan dalam limbah *laundry* mengandung surfaktan dan fosfat yang sulit terurai di dalam perairan, sedangkan parameter COD ditentukan untuk kelayakan limbah *laundry* tersebut dibuang ke badan air setelah dilakukan pengolahan limbah dengan biosistem tanaman.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : sampel air limbah dari perusahaan *laundry* di Sesetan Kota Denpasar, Bali, tanaman

uji, pasir, kerikil, tanah, pupuk NPK, sedimen selokan, larutan FAS 0,05 N, larutan ($K_2Cr_2O_7$) 0,25 N, indikator ferroin, larutan $Ag_2SO_4-H_2SO_4$, *aquadest*, kloroform, surfaktan, NaOH 1 N, isopropyl alkohol, reagen metilen biru, H_2SO_4 1 N, larutan H_2SO_4 5 N, larutan ammonium molibdat, larutan asam askorbat, indikator fenoftealein, larutan baku fosfat.

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : bak pengolahan, jerigen, aerator, buret, corong pisah, statif, alat – alat gelas, *ball filter*, kertas saring, neraca analitik *Galaxy 160 OH Aus*, peralatan refluks, spektrofotometer UV-Visibel 1601 *Shimadzu*.

Cara Kerja

Penyiapan Sampel

Penyediaan Tanaman untuk Proses Biofiltrasi

Tanaman yang digunakan adalah tanaman pisang-pisangan (*heliconia*), diperbanyak dengan pembibitan. Bibit tanaman yang diperoleh kemudian ditanam di tanah yang dicampur pasir selama \pm 1 bulan. Konstruksi unit saringan pasir-tanaman (SPT), unit pengolahan terdiri dari sebuah tempat dengan ukuran 150 cm x 60 cm x 50 cm dan dilengkapi dengan tempat keluaran air. Bak perlakuan diisi dengan batu koral setinggi 15 cm kemudian di atasnya diisi campuran pasir, batu kerikil dan sedikit tanah setinggi 25 cm. Pada lapisan pasir ini akan ditanam tumbuhan yang telah ditentukan, yang banyaknya disesuaikan dengan panjang dan lebar akar yang memungkinkan sebagian besar lapisan itu terisi oleh risosfir. Tanaman ini diadaptasikan selama \pm 2 minggu.

Seeding Mikroorganisme (Suspensi Aktif)

Media cair atau penumbuh bakteri pendegradasi limbah disiapkan yaitu \pm 100 g pupuk NPK dalam bentuk padat dilarutkan dalam aquades sebanyak 1 L sehingga diperoleh larutan NPK 1 % dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 2 L. Ke dalam larutan tersebut kemudian dimasukkan air limbah cair laundry sebanyak 500 mL. Campuran tersebut kemudian diaduk hingga homogen. Pembibitan atau tahap pertumbuhan mikroorganisme dilakukan dengan menggunakan lumpur dari sedimen selokan. Ke dalam gelas beaker 2 L berisi media cair ditambahkan sedimen lumpur sebanyak

\pm 5 gram. Selanjutnya dipasang aerator untuk suplai udara (aerasi) dan ditutup dengan kain kasa. Dilakukan aerasi selama 3 hari.

Sampling Air Limbah

Sampel air limbah diambil dari bak penampungan air limbah cair laundry (Mida Laundry) di kelurahan Sesetan, Denpasar, Bali. Air limbah dituangkan dengan menggunakan gayung kedalam jerigen putih berkapasitas 20 L sebanyak 5 jerigen (100 L).

Penentuan Pengaruh Penambahan Suspensi Aktif dan Waktu Perlakuan terhadap Penurunan Kadar COD, Surfaktan, Fosfat dan Limbah Laundry

Pemeriksaan Awal Karakteristik Limbah Laundry

Air limbah dari bak penampungan usaha laundry ditampung dalam sebuah wadah. Sampel tersebut diidentifikasi secara langsung meliputi suhu, warna, dan baunya. Sampel air limbah tersebut selanjutnya dianalisis di laboratorium meliputi parameter COD, surfaktan dan fosfatnya.

Perlakuan Air Limbah Laundry dengan Bak

Stabilisasi

Sebanyak \pm 100 liter air limbah laundry diambil langsung dari keluaran proses laundry, dimasukkan ke dalam bak stabilisasi di laboratorium. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap perubahan fisik meliputi suhu, warna, dan baunya serta perubahan kimia kualitas air limbah dengan mengukur nilai COD, surfaktan dan fosfat. Efluen atau air hasil stabilisasi digunakan untuk proses pengolahan selanjutnya yaitu pengolahan air limbah dengan metode biosistem tanaman.

Perlakuan Limbah Laundry dengan Metode Biosistem Tanaman

Pengamatan pengaruh penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan dilakukan dalam petak perlakuan yang berukuran 150 x 60 x 50 cm dimana petak tersebut dibagi dua diantaranya ditambahkan mikroorganisme (suspensi aktif) sedangkan petak lainnya tanpa penambahan mikroorganisme (suspensi aktif). Bak perlakuan ini dilengkapi dengan atap (terhindar dari hujan dan terik secara langsung). Sebanyak \pm 100 liter air limbah yang telah distabilisasi pada proses sebelumnya yaitu *output*/efluen limbah ditambahkan ke dalam masing-masing petak perlakuan tersebut. Limbah berinteraksi dibiarkan selama 24 jam.

Pengamatan dilakukan dengan mengukur nilai COD, surfaktan dan fosfat pada jam ke-8, 16, 32, 40, dan 48 setelah dibiarkan 24 jam. Efluen atau air hasil pengolahan juga diidentifikasi warna dan baunya. Hasil pengolahan limbah setiap jam yang ditentukan di atas kemudian diukur nilai COD surfaktan, dan fosfat setiap bak pengolahannya berdasarkan penambahan suspensi aktif dan tanpa penambahan suspensi aktif.

Data yang diperoleh dari pengukuran nilai COD, surfaktan, dan fosfat dalam sampel air limbah kemudian dihitung nilai setiap parameter pada sistem yang terdapat penambahan suspensi aktif dan sistem yang tidak terdapat suspensi aktif kemudian nilai masing-masing parameter tersebut ditentukan nilai rata-ratanya untuk mengetahui pengaruh penambahan suspensi aktif dalam penurunan nilai COD, surfaktan, dan fosfat. Penentuan pengaruh waktu perlakuan ditentukan dengan cara data yang diperoleh dari pengukuran COD, surfaktan dan fosfat dalam sampel air limbah diplot terhadap waktu perlakuan. Kurva dibuat dengan ketentuan garis x menunjukkan waktu pengolahan (t) dan garis y menunjukkan kadar pencemar (c).

Penentuan Efektivitas Kapasitas Pengolahan Biosistem Tanaman

Efektivitas dan kapasitas pengolahan dari biosistem tanaman dalam menurunkan kadar limbah ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\% \text{ Efektivitas } = \frac{(Q_a - Q_t)}{Q_a} \times 100\%$$

Keterangan :

Q_a = Nilai COD ; surfaktan/fosfat awal (mg/L)

Q_t = Nilai COD ; surfaktan/fosfat akhir (pada waktu tertentu) (mg/L)

$$\text{Kapasitas} = \frac{(A - B)}{V \cdot t_R}$$

Keterangan :

A = Nilai COD ; surfaktan/fosfat awal (mg/L)

B = Nilai COD ; surfaktan/fosfat akhir sesudah penyaringan (dengan waktu tinggal yang paling efektif) (mg/L)

V = Volume ekosistem buatan (m³)

t_R = Waktu tinggal (jam)

Penentuan Nilai COD (Chemical Oxygen Demand)

Dipipet sebanyak 10,0 mL sampel air limbah kedalam erlenmeyer yang telah berisi beberapa batu didih. Ditambahkan 0,2 g serbuk HgSO₄. Kemudian ditambahkan 5 mL larutan K₂Cr₂O₇ 0,25 N sambil diaduk hingga larutan homogen. Selanjutnya ditambahkan 15 mL campuran H₂SO₄-Ag₂SO₄, kemudian direfluk selama 2 jam. Didinginkan, ditambahkan aquadest hingga volume menjadi ±70 mL, kemudian ditambahkan 3 tetes indikator ferroin. Dititrasi dengan larutan FAS, dicatat volume titran. Dilakukan titrasi blanko, air sampel diganti dengan aquadest.

$$\text{Nilai COD} = \frac{(A - B) \times N \times 8000}{\text{Volume Sampel}}$$

Keterangan :

A = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (mL)

B = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk sampel (mL)

N = normalitas larutan FAS

Penentuan Kadar Surfaktan

Sebanyak 50,0 mL sampel dimasukkan ke dalam corong pisah yang telah disiapkan. Sampel dibuat basa dengan diteteskan larutan NaOH 1 N yang diuji dengan indikator fenoltalein. Warna merah muda yang terbentuk dihilangkan dengan ditetskan larutan H₂SO₄ 1 N dengan hati-hati sampai warna merah muda tepat hilang.

Sebanyak 10,0 mL CHCl₃ dan 25,0 mL reagen methylen blue ditambahkan kemudian campuran dikocok selama 30 detik. Untuk mengurangi terjadinya emulsi, ditambahkan beberapa mL (<10 mL) isopropil alkohol. Campuran didiamkan sampai terjadi dua lapisan. Lapisan CHCl₃ dipisahkan dan dimasukkan ke dalam corong pisah kedua. Ekstraksi CHCl₃ diulangi sebanyak dua kali dengan menambahkan 10 mL CHCl₃ pada tiap ekstraksi. Ekstrak CHCl₃ yang terkumpul pada corong pisah kedua kemudian ditambahkan dengan 50 mL larutan pencuci dan dikocok selama 30 detik. Pencucian diulangi sebanyak dua kali dengan masing-masing ditambah 10 mL CHCl₃. Lapisan CHCl₃ dipisahkan dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. corong pisah dibilas dengan CHCl₃, kemudian diencerkan sampai tanda batas. Absorbansi diukur pada

652 nm dengan menggunakan kloroform sebagai blanko (Clesceri, 1998).

Penentuan Kadar Fosfat

Dipipet sebanyak 50 mL sampel air dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Ditambahkan 1 tetes indikator fenoftalein, jika terbentuk warna merah muda ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 5 N sampai warna hilang. Ditambahkan 8 mL larutan campuran dan diaduk hingga homogen. Dimasukkan ke dalam kuvet dan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimum,

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah Laundry

Sampel air limbah pada penelitian ini berasal dari outlet hasil proses pencucian pakian (*laundry*) Mida Laundry yang berada di kelurahan Sesetan, kota Denpasar.

Secara fisik keadaan limbah saat pengambilan dapat diidentifikasi sebagai berikut :

- Berwarna putih keruh
- Berbau tidak sedap, menyengat
- Memiliki tekstur agak licin

Hasil analisis sampel air limbah laundry menunjukkan nilai COD, surfaktan dan fosfat yang tinggi. Hal tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Kimia Air Limbah Laundry

Sifat Kimia	Sampel Air Limbah	Baku Mutu *)
COD	237,16 mgO ₂ /L	100mg/L
Surfaktan	18,648 mg/L	1 mg/L
Fosfat	6,8773 mg/L	2 mg/L

Keterangan :

*) : Baku Mutu Air Limbah Domestik Pergub Bali No. 8 Tahun 2007

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai COD, Surfaktan, dan Fosfat air limbah laundry berada diatas Baku Mutu Air Limbah Domestik Pergub Bali No. 8 tahun 2007.

Karakteristik limbah yang seperti itu tentu sangat membahayakan apabila dibuang begitu saja ke lingkungan terutama ke perairan. Bau dan warna yang ditimbulkan oleh limbah akan menurunkan kualitas air. Tingginya nilai COD, Surfaktan dan kandungan fosfat air limbah laundry disebabkan

oleh kegiatan proses laundry menggunakan bahan kimia utama yaitu deterjen yang mengandung senyawa surfaktan dan fosfat tinggi yang susah mengalami biodegradasi, dan juga kotoran yang ada pada bahan kain terdapat senyawa kimia contohnya kotoran minyak yang memerlukan oksigen agar dapat dioksidasi sehingga menyebabkan meningkatnya nilai COD (Sumringat, 2000).

Pengaruh Suspensi Aktif dan Waktu Perlakuan Biosistem Tanaman dalam Menurunkan Nilai COD, Surfaktan dan Fosfat Air Limbah Laundry untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik

Penurunan Nilai COD oleh Biosistem Tanaman

Kemampuan biosistem tanaman dengan dan tanpa penambahan suspensi aktif dalam menurunkan nilai COD air limbah laundry selama 48 jam perlakuan disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Penurunan Nilai COD selama 48 jam perlakuan tanpa penambahan mikroorganisme

Waktu (Jam)	Nilai COD rata-rata (mg/L)	Penurunan COD rata-rata (mg/L)
0	220,22	-
8	160,70	59,52
16	152,77	7,93
24	109,12	43,65
32	79,36	29,75
40	46,63	32,73
48	31,74	14,89

Berdasarkan Tabel 2 yaitu sistem tanpa penambahan mikroorganisme terjadi penurunan nilai COD setiap bertambahnya waktu perlakuan, mulai dari jam ke 8 perlakuan sampai jam ke 48 perlakuan. Penurunan COD pada saat pengolahan disebabkan adanya senyawa-senyawa yang terdapat dalam air limbah laundry telah terdegradasi menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana karena senyawa organik mengalami oksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dan oleh tanaman unsur hara itu dimanfaatkan untuk makanannya.

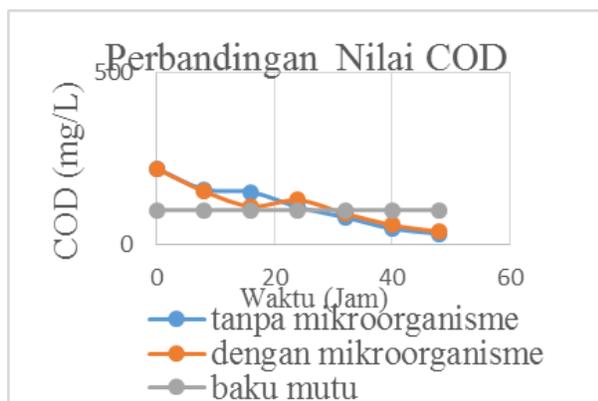
Pada Tabel 3 yaitu untuk sistem dengan penambahan mikroorganisme pada jam ke 24 terjadi kenaikan nilai COD menjadi 128,96 mg/L. Hal ini kemungkinan disebabkan karena hasil pemecahan senyawa yang lebih sederhana atau

hasil biodegradasi mempengaruhi naiknya nilai COD contohnya seperti senyawa LAS yang akan dioksidasi menjadi SPC kemudian mengalami oksidasi kembali hingga terjadi pembukaan cincin menjadi senyawa CO₂, H₂O, dan SO₄²⁻.

Tabel 3. Penurunan Nilai COD selama 48 jam perlakuan dengan penambahan mikroorganisme

Waktu (Jam)	Kandungan COD rata-rata (mg/L)	Penurunan COD rata-rata (mg/L)
0	220,22	-
8	154,75	65,45
16	111,10	43,65
24	128,96	-
32	90,27	38,69
40	56,54	33,73
48	37,70	18,84

Nilai COD yang didapat dalam kedua sistem perlakuan dibandingkan dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik dan perbandingan nilai COD selama proses biofiltrasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik COD sampel setelah melalui sistem biofiltrasi

Nilai COD kedua sistem pada waktu tinggal air limbah selama 32 jam sudah berada dibawah baku mutu untuk kedua sistem yaitu sebesar 79,36 mg/L dan 90,27 mg/L. Setelah 48 jam perlakuan, nilai COD turun menjadi 31,74 mg/L dan 37,70 mg/L. Nilai tersebut berada jauh dibawah Baku Mutu Air Limbah Domestik

(Pergub Bali Tahun 2007) yaitu 100 mg/L. Jika dilihat dalam gambar 1, nilai akhir COD sistem tanpa penambahan mikroorganisme (31,74 mg/L) lebih rendah dari sistem dengan mikroorganisme (37,7 mg/L). Hal ini disebabkan karena pada sistem yang ditambah mikroorganisme ditambahkan larutan nutrisi (pupuk NPK) yang mengandung unsur N, P dan K menyebabkan nilai COD lebih besar karena memerlukan oksigen lebih untuk mengoksidasinya menjadi senyawa oksidanya (N₂O, P₂O dan K₂O) pada sistem penambahan suspensi aktif.

Telah dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan terhadap nilai COD limbah laundry. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) untuk penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan terhadap nilai COD limbah laundry (Nailufary, 2008).

Penurunan Kandungan Surfaktan oleh Biosistem Tanaman

Kemampuan biosistem tanaman dengan dan tanpa penambahan suspensi aktif dalam menurunkan kadar surfaktan air limbah laundry selama 48 jam perlakuan disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Penurunan Kandungan Surfaktan selama 48 jam perlakuan tanpa penambahan mikroorganisme

Waktu (Jam)	Kandungan Surfaktan rata-rata (mg/L)	Penurunan Surfaktan rata-rata (mg/L)
0	17,532	-
8	12,229	5,3030
16	8,844	3,3850
24	4,5659	4,2781
32	2,3414	2,2245
40	1,2799	1,0615
48	0,8709	0,4090

Berdasarkan Tabel 4, pada sistem tanpa penambahan mikroorganisme terjadi penurunan kadar surfaktan setiap jam perlakuan, dari jam ke 8 sampai jam ke 48. Kadar surfaktan terus mengalami penurunan karena aktifitas mikroorganisme dalam memecah senyawa surfaktan sebagai

sumber makanan atau nutriennya, dimana senyawa surfaktan seperti *Linier alkil sulfonat* (LAS) yang sebagian besar digunakan dalam detergen dipecah menjadi H₂O, CO₂ dan SO₄²⁻ (Rasti,2012).

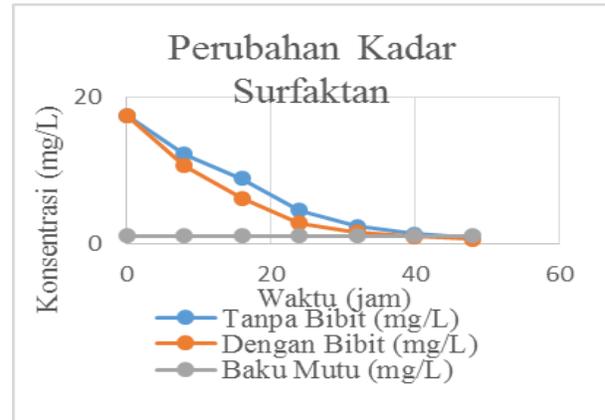
Tabel 5. Penurunan Kandungan Surfaktan selama 48 jam perlakuan dengan penambahan mikroorganisme

Waktu (Jam)	Kandungan Surfaktan rata-rata (mg/L)	Penurunan Surfaktan rata-rata (mg/L)
0	17,532	-
8	10,635	6,8970
16	6,1886	4,4464
24	2,7911	3,3975
32	1,5538	1,2373
40	0,9249	0,6289
48	0,6373	0,2876

Pada Tabel 5, sistem yang ditambahkan suspensi aktif juga terus terjadi penurunan nilai kadar surfaktan setiap jam perlakuan mulai dari jam ke 8 sampai jam ke 48. Tetapi waktu yang ditempuh pada sistem dengan penambahan suspensi aktif ini untuk kadar surfaktan berada dibawah baku mutu lebih cepat yaitu pada jam ke 40 dengan nilai kadar surfaktan 0,9249 mg/L. Hal ini disebabkan pada sistem dengan penambahan suspensi aktif dapat memecah senyawa surfaktan lebih banyak karena kelebihan mikroorganismenya sehingga kadar surfaktan pada sistem ini lebih cepat mengalami penurunan.

Perbandingan Nilai Surfaktan selama proses biosistem tanaman dapat dilihat pada Gambar 2 dimana nilai kadar surfaktan akhir pada sistem dengan penambahan suspensi aktif sedikit lebih kecil daripada sistem tanpa penambahan suspensi aktif. Waktu minimal perlakuan untuk mencapai nilai kadar baku mutu surfaktan yaitu 1 mg/L pada sistem tanpa penambahan suspensi aktif yaitu selama 48 jam sedangkan sistem dengan penambahan suspensi aktif yaitu selama 40 jam. Hal ini dikarenakan pada sistem yang ditambahkan mikroorganisme dapat mendegradasi atau menguraikan lebih banyak senyawa surfaktan menjadi senyawa organik yang lebih sederhana, dimana senyawa surfaktan seperti *Linier alkil sulfonat* (LAS) yang sebagian besar digunakan dalam

detergen dipecah menjadi H₂O, CO₂ dan SO₄²⁻ oleh mikroorganisme menjadi sumber makanannya. Dengan lebih banyak mikroorganime maka semakin besar kebutuhan makanannya dan semakin banyak pula bahan pencemar yang didegradasi.



Gambar 2. Grafik kadar surfaktan sampel setelah melalui sistem biofiltrasi

Telah dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan terhadap kadar surfaktan limbah laundry. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) untuk penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan terhadap kadar surfaktan limbah laundry (Nailufary, 2008).

Penurunan Kandungan Fosfat oleh Biosistem Tanaman

Kemampuan biosistem tanaman dengan dan tanpa penambahan suspensi aktif dalam menurunkan kandungan fosfat air limbah laundry selama 48 jam perlakuan disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 6, pada sistem tanpa penambahan mikroorganisme terjadi penurunan kadar fosfat setiap jam perlakuan, dari jam ke 8 sampai jam ke 48. Kadar fosfat terus mengalami penurunan karena ion – ion fosfat telah terserap oleh akar tanaman karena akar tanaman sebagai alat absorsi unsur hara untuk memenuhi kebutuhannya, selain itu senyawa telah terfiltrasi setelah melewati bak pengolahan, dimana kerikil-kerikil yang digunakan pada bak pengolahan memiliki membrane yang mampu memfiltrasi

senyawa fosfat itu sendiri (Alaerts dan Santika, 1987).

Tabel 6. Penurunan Kandungan Fosfat selama 48 jam perlakuan tanpa penambahan mikroorganisme

Waktu (Jam)	Kandungan fosfat rata-rata (mg/L)	Penurunan fosfat rata-rata (mg/L)
0	5,6244	-
8	4,9440	0,6804
16	4,2669	0,6771
24	3,7468	0,5201
32	2,9322	0,8146
40	1,8724	1,0598
48	0,9205	0,9519

Tabel 7. Penurunan Kandungan Fosfat selama 48 jam perlakuan dengan penambahan mikroorganisme

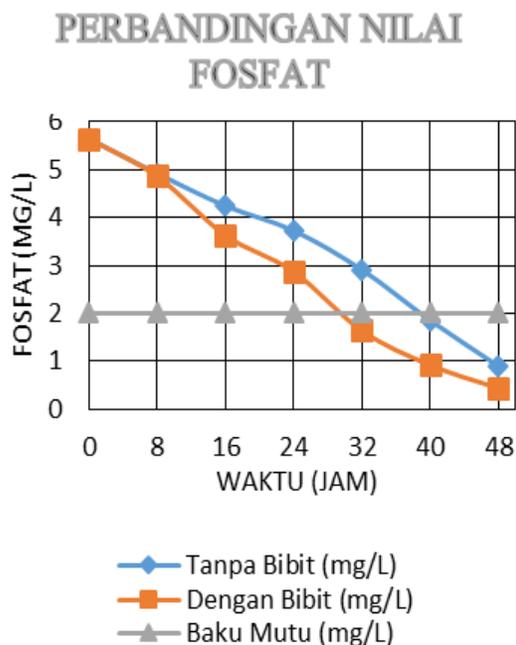
Waktu (Jam)	Kandungan fosfat rata-rata (mg/L)	Penurunan fosfat rata-rata (mg/L)
0	5,6244	-
8	4,8851	0,7393
16	3,6486	1,2365
24	2,8865	0,7621
32	1,6565	1,2300
40	0,9237	0,7328
48	0,4429	0,4808

Pada Tabel 7 sistem yang ditambahkan suspensi aktif juga terus terjadi penurunan nilai kadar fosfat setiap jam perlakuan mulai dari jam ke 8 sampai jam ke 48. Tetapi waktu yang ditempuh pada sistem dengan penambahan suspensi aktif ini untuk kadar fosfat berada dibawah baku mutu lebih cepat yaitu pada jam ke 32 dengan nilai kadar fosfat 1,6565 mg/L.. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme membantu mendegradasi persenyawaan fosfat menjadi ionnya sehingga lebih cepat dapat diserap oleh tumbuhan.

Perbandingan Nilai Fosfat selama proses biosistem tanaman dapat dilihat pada Gambar 3.

Dalam grafik dapat dilihat penurunan yang cukup signifikan untuk kedua sistem yang digunakan dalam mengurangi konsentrasi fosfat yang terdapat dalam sampel. Dalam baku mutu air

limbah domestik fosfat yang terkandung dalam limbah yaitu 2 mg/L. Pada penelitian ini kandungan fosfat akhir pada kedua sistem yang digunakan, masing – masing sudah berada dibawah baku mutu yaitu pada jam ke 40 untuk sistem tanpa penambahan suspensi aktif dan jam ke 32 pada sistem dengan penambahan suspensi aktif. Konsentrasi akhir fosfat pada sistem tanpa penambahan mikroorganisme 0,9205 mg/L lebih kecil daripada sistem dengan penambahan mikroorganisme 0,4429 mg/L. Hal ini disebabkan karena mikroorganisme membantu mendegradasi persenyawaan fosfat menjadi ionnya sehingga lebih cepat dapat diserap oleh tumbuhan, dimana dengan banyaknya mikroorganisme maka sumber makanan yang dibutuhkan semakin banyak pula dan persenyawaan fosfat seperti polyfosfat yang dipecah dan dimanfaatkan sebagai sumber makanan dari mikroorganisme semakin banyak



Gambar 3. Grafik Fosfat sampel setelah melalui sistem biofiltrasi

Telah dilakukan uji ANOVA untuk mengetahui pengaruh penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan terhadap kadar fosfat limbah laundry. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) untuk penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan

terhadap kadar fosfat limbah laundry (Nailufary, 2008).

Efektifitas dan Kapasitas Pengolahan Biosistem Tanaman dalam Menurunkan COD, Surfaktan dan Fosfat

Tabel 8. Efektivitas (%) Penurunan Nilai COD, Surfaktan, Fosfat Tanpa Penambahan Suspensi Aktif

Waktu (Jam)	Efektivitas (%) penurunan Nilai COD	Efektivitas (%) penurunan Nilai Surfaktan	Efektivitas (%) penurunan kadar Fosfat
8	27,03	30,25	13,00
16	30,63	49,33	24,14
24	50,45	73,95	33,38
32	63,96	86,64	47,87
40	78,82	92,70	66,71
48	85,31	95,03	83,63

Tabel 9. Efektivitas (%) Penurunan Nilai COD, Surfaktan, Fosfat Dengan Penambahan Suspensi Aktif

Waktu (Jam)	Efektivitas (%) penurunan Nilai COD	Efektivitas (%) penurunan Nilai Surfaktan	Efektivitas (%) penurunan kadar Fosfat
8	29,73	39,34	13,44
16	49,55	64,70	35,13
24	41,44	84,08	48,48
32	59,01	91,13	70,55
40	74,32	94,72	83,57
48	82,88	96,36	92,12

Efektivitas dari pengolahan limbah secara biosistem tanaman dengan dan tanpa penambahan suspensi aktif dalam menurunkan nilai COD, Surfaktan dan Fosfat disajikan dalam Tabel 8 dan Tabel 9. Efektivitas penurunan nilai Surfaktan dan Fosfat terbaik terdapat pada sistem biofiltrasi dengan penambahan suspensi aktif dengan waktu tinggal air limbah selama 48 jam, dimana untuk nilai Surfaktan turun sebesar 96,36 % dan Fosfat turun sebesar 92,12 %. Sedangkan efektivitas untuk biosistem tanaman tanpa penambahan suspensi aktif nilai surfaktan turun sebesar 95,03 % dan fosfat turun sebesar 83,63 %. Untuk nilai

COD, efektivitas penurunan terbaik didapat pada sistem tanpa penambahan suspensi aktif dengan penurunan nilai sebesar 86,62 % selama 48 jam. Sedangkan untuk biosistem tanaman dengan penambahan suspensi aktif terjadi penurunan sebesar 84,10 %.

Berdasarkan efektivitas pengolahan limbah tersebut maka dapat ditentukan kapasitas maksimum dari bak pengolahan biosistem tanaman. Kapasitas pengolahan biosistem tanaman untuk menurunkan COD adalah 8,7259 ppm/m³jam untuk bak tanpa penambahan suspensi aktif dan 8,4500 ppm/m³jam untuk sistem dengan penambahan suspensi aktif. Untuk menurunkan nilai surfaktan kapasitas pengolahannya adalah 0,7715 ppm/m³jam untuk sistem tanpa penambahan suspensi aktif dan 0,7821 ppm/m³jam untuk sistem dengan penambahan suspensi aktif. Sedangkan untuk menurunkan konsentrasi fosfat kapasitas pengolahannya adalah 0,2178 ppm/m³jam untuk sistem tanpa penambahan suspensi aktif dan 0,2399 ppm/m³jam untuk sistem dengan penambahan suspensi aktif. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa sistem dengan penambahan suspensi aktif memiliki kapasitas pengolahan yang lebih besar untuk menurunkan kadar surfaktan dan fosfat karena peran suspensi aktif dalam pemecahan bahan pencemar seperti surfaktan dan fosfat menjadi sumber makanannya yang menyebabkan penurunan kadar surfaktan dan fosfat itu sendiri. Sementara untuk kapasitas pengolahan untuk menurunkan nilai COD, sistem tanpa penambahan suspensi aktif memiliki nilai kapasitas yang lebih besar. Hal tersebut dikarenakan dalam pembibitan suspensi aktif menggunakan pupuk NPK yang mendukung naiknya nilai COD, karena bahan kimia NPK tersebut memerlukan oksigen atau teroksidasi (Sandhika, 2012).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Penambahan suspensi aktif dan waktu perlakuan dapat berpengaruh terhadap kecepatan menurunkan kadar pencemar Surfaktan dan Fosfat dengan metode biosistem tanaman.
2. Kapasitas pengolahan pada sistem tanpa penambahan suspensi aktif adalah 8,7259 ppm/m³jam untuk COD, 0,7715 ppm/m³jam

untuk Surfaktan dan 0,2178 ppm/m³jam. Kapasitas pengolahan sistem dengan penambahan suspensi aktif adalah 8,4500 ppm/m³jam untuk COD, 0,7821 ppm/m³jam untuk Surfaktan dan 0,2399 ppm/m³jam untuk Fosfat.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap parameter lainnya untuk melihat kemampuan pengolahan dan efektivitasnya.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis bakteri/mikroba yang dominan berperan dalam proses biodegradasi penurunan beban pencemar pada biosistem tanama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan, saran dan masukannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adit, 2010, Bahan Kimia Berbahaya dalam Kehidupan Sehari-hari, <http://klikbelajar.com/pelajaran-sekolah/pelajaran-kimia/bahan-kimia-berbahaya-dalam-kehidupan-sehari-hari/>, 16 Oktober 2014
- Alaerts, G. dan Santika, S.S., 1987, *Metoda Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya
- Gosolits, K., Kordi H., dan Andi B., 2007, *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- Nailufary, L., 2008, Pengolahan Air Limbah Pencelupan Tekstil Menggunakan Biofilter Tanaman Kangkung (*Ipoemoea crassicaulis*) dalam Sistem Batch (Curah) Teraerasi, *Skripsi*, Universitas Udayana, Denpasar
- Rasti, Y, 2012, Studi Biodegradasi Surfaktan *Linier Alkil Sulfonat* (LAS) Menggunakan Isolat Bakteri dari Situ Universitas Indonesia, *Skripsi*, Universitas Indonesia, Depok
- Santi, S.S., 2010, Kajian Pemanfaatan Limbah Cair Proses Pemasakan *Bleaching Earth* sebagai Koagulan, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2 (1):107-115
- Sandihika, I.M.G., 2012, Pengolahan Air Limbah Pencucian Rumput Laut untuk Menurunkan Nilai BOD, TDS, dan Klorida dengan Sistem Biofiltrasi Ekosistem, *Skripsi*, Universitas Udayana, Denpasar
- Sugianthi, R., 2011, Pengolahan Air Limbah Pembangkit Listrik PT Indonesia Power dengan Metode Flotasi dan Biofiltrasi Saringan Pasir Tanaman, *Skripsi*, Universitas Udayana, Bali