

DEGRADASI LAS DAN BOD DENGAN PROSES LUMPUR AKTIF MENGUNAKAN KOMBINASI BAKTERI *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* DAN *PSEUDOMONAS PUTIDA*

Mega Maharani dan Putu Wesen¹

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Email: megamaharanis@gmail.com

ABSTRAK

*Peningkatan usaha laundry di Surabaya akan membuat semakin banyak limbah surfaktan yang dihasilkan dari pencucian oleh deterjen. Limbah deterjen tersebut akan masuk ke selokan, sungai hingga ke perairan yang lebih luas dan menyebabkan pencemaran pada badan air. Salah satu upaya penanggulangan bahaya adalah dengan proses biodegradasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan kombinasi dari bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa* pada proses lumpur aktif untuk menurunkan kadar surfaktan Linear Alkil benzene Sulfonat (LAS) dan Biological Oxygen Demand (BOD) pada limbah cair usaha laundry. Proses lumpur aktif berlangsung secara kontinyu dalam reaktor bervolume 100 liter dan dengan variasi waktu kisaran dari 6 hingga 24 jam serta LAS dengan kisaran dari 168,93 mg/l hingga 28,5 mg/l dan variasi konsentrasi BOD dengan kisaran dari 600,22 mg/l hingga 109,18 mg/l. Dari hasil penelitian ini, penyisihan LAS maksimum mencapai 99,01% pada perlakuan konsentrasi LAS awal 168,93 mg/l dan waktu tinggal 24 jam serta penyisihan BOD maksimum mencapai 97,18 % pada perlakuan konsentrasi BOD awal 600,22 mg/l dan waktu tinggal 18 jam.*

Kata kunci: *Pseudomonas putida, Pseudomonas aeruginosa, Surfaktan*

ABSTRACT

*Increased laundry business in Surabaya will make more surfactant waste resulting from washing by detergent. Detergent waste that will go into the sewer, river, up into broader waters and causing pollution on the bodies of water. One of the dangers of waste reduction efforts with the detergent is biodegradable. This study aims to determine the effectiveness of surfactant degradation and reducing the level of Biological Oxygen Demand (BOD) on laundry business liquid waste using mixture of bacteria (*Pseudomonas Putida* and *Pseudomonas Aeruginosa*) on the activated sludge process. The activated sludge process is continuous with the volume of reactor is 118 liters and varies in time from 6 to 24 hours as well as variations in LAS concentrations from 168.93 mg/l to 28.5 mg/l and BOD concentrations from 600.22 mg/l to 109.18 mg/l . The result of this study showed that the maximum LAS allowance reached 99.01% in the initial LAS concentration treatment of 168.93 mg/l and detention time of 24 hours. As well as BOD maximum allowance reached 97.18% at the initial BOD concentration treatment of 600.22 mg/l and detention time of 18 hours.*

Keywords: *Pseudomonas putida, Pseudomonas aeruginosa, Surfactant*

PENDAHULUAN

Fenomena munculnya buih di pantai Kenjeran Surabaya sering kali terlihat. Buih di Pantai Kenjeran ini pemandangannya nampak seperti di daerah kutub karena air permukaan di laut tertutup oleh buih. Buih tersebut berasal dari limbah rumah tangga (domestik) yang disalurkan langsung ke pantai Kenjeran Surabaya. Melihat usaha laundry kiloan di Kota Surabaya yang semakin pesat tiap waktunya, dapat diasumsikan bahwa usaha tersebut menjadi penyumbang terbanyak yang mengakibatkan adanya buih di pantai Kenjeran Surabaya. Di samping itu pula, limbah domestik juga merupakan limbah yang dihasilkan paling banyak dan tiap hari oleh aktivitas rumah tangga. Penggunaan detergen dalam kegiatan rumah tangga dan industri kecil seperti laundry kiloan dapat meningkatkan pencemaran lingkungan. Busa-busa di permukaan air menjadi salah satu penyebab kontak antara udara dengan air terbatas sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut dan dapat menyebabkan organisme air kekurangan oksigen.

Zat aktif yang umum digunakan dalam detergen adalah *Linear Alkyl Benzene Sulphonate* (LAS). LAS berfungsi untuk menghilangkan atau mengendapkan kotoran dalam larutan dan sebagai pengemulsi. Surfaktan (*Surface Active Agent*) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung molekul berbeda yaitu *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak). Bahan aktif ini berfungsi melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan dan memiliki daya busa yang banyak. Jenis surfaktan yang banyak digunakan dalam penanganan ini adalah surfaktan sintetis. Surfaktan sintetis setelah digunakan akan menjadi limbah cair yang sukar terdegradasi sehingga berdampak pada kerusakan lingkungan.

LAS dapat diuraikan oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan kemampuan penyisihan sebesar 87%, bakteri *Pseudomonas putida* mampu menyisihkan LAS hingga 90,9%, dan bakteri *Bacillus cereus* dengan kemampuan penyisihan sebesar 90,6%. Dalam 168 jam lumpur aktif mampu menurunkan nilai LAS sebesar 99,7% dengan menggunakan jumlah sedimen 5 gram (Suastuti, dkk., 2015).

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, penelitian terdahulu belum meneliti lebih lanjut terkait dengan kemampuan kombinasi bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam mendegradasi LAS dan BOD. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian terhadap kemampuan kombinasi kedua bakteri tersebut.

METODE PENELITIAN

BAHAN DAN PERALATAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah cair deterjen yang mengandung LAS dari usaha laundry daerah Wonocolo, Surabaya serta bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Peralatan dalam penelitian adalah reaktor lumpur aktif sistem kontinyu dan *diffuser aerator*.

PROSEDUR KERJA

1. Uji Pendahuluan
Di dalam uji pendahuluan dilakukan analisa terhadap pH, suhu, BOD₅, COD, TSS, dan konsentasi LAS.
2. Proses Persiapan Penelitian (*Seeding*)
Tahap-tahap proses *seeding* adalah sebagai berikut:
 - a. Mempersiapkan reaktor untuk bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas putida*.
 - b. Memasukkan kultur murni bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas putida* pada reaktor sebanyak 300 ml dengan rasio 1:1 kemudian melakukan pengadukan dengan aerator.
 - c. Memasang aerator pada reaktor.
 - d. Menambahkan limbah *artificial* dengan rasio BOD : N : P = 100 : 5 : 1
 - e. Setelah bakteri berkembang biak dalam air, *seeding* yang ditandai dengan perubahan warna menjadi coklat kemudian dilakukan uji MLSS.
3. Aklimatisasi
Bakteri yang telah berkembangbiak pada proses *seeding* diberi air limbah secara bertahap dengan mengganti substrat dari 10% sampai 100% limbah.

PENELITIAN UTAMA

- a. Alirkan air limbah dari bak penampung 1 sesuai dengan debit yang diinginkan.

- b. Sampling dari titik influent dan effluent serta melakukan pengujian terhadap parameter BOD dan LAS.
- c. Mengulangi percobaan sesuai dengan variabel yang ditetapkan.

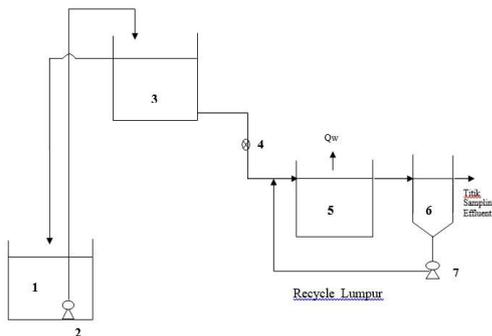
VARIABEL PENELITIAN

VARIABEL TETAP

- a) bakteri *Pseudomonas aeruginosa*
- b) bakteri *Pseudomonas putida*
- c) pH 7,1
- d) Temperatur 29,5°C
- e) Rasio resirkulasi 0,8
- f) Umur lumpur 10 hari
- g) Volume reaktor 118 liter

VARIABEL PERLAKUAN

- a) Waktu detensi hidraulik (5 variasi: 6; 10; 14; 18; 24 jam)
- b) Konsentrasi LAS influen dengan kisaran 168,93 mg/l hingga 28,5 mg/l
- c) Konsentrasi BOD influen dengan kisaran 600,22mg/l hingga 109,18 mg/l



mbar -1: Sketsa Reaktor

Ga

Keterangan:

- 1. Bak Penampung
- 2. Pompa
- 3. Bak Penampung
- 4. Valve
- 5. Reaktor AS
- 6. Clarifier
- 7. Pompa

HASIL DAN PEMBAHASAN KARAKTERISTIK AWAL LIMBAH LAUNDRY

Penelitian ini menggunakan limbah laundry yang berasal dari salah satu usaha laundry di daerah Sidosermo, Wonocolo, Surabaya. Sampel limbah diambil dari outlet mesin cuci lalu dimasukkan dalam botol yang

kemudian langsung dianalisa di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Surabaya. Hasil analisa limbah laundry adalah sebagai berikut:

- BOD₅ : 1150,59 mg/l
- COD : 3508,93 mg/l
- Detergen Anionic : 279,88 mg/l
- Zat Padat Tersuspensi : 450 mg/l
- pH : 7,1
- Suhu : 29,5°C

Hasil analisa tersebut menunjukkan bahwa air limbah jasa pencucian pakaian (laundry) di salah satu usaha laundry daerah Sidosermo belum memenuhi baku mutu limbah cair laundry sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013. Oleh karena itu, masih perlu dilakukan pengolahan sebagai upaya untuk mengurangi pencemaran badan air di lingkungan sekitar.

KEMAMPUAN KOMBINASI DUA JENIS BAKTERI PSEODOMONAS SP TERHADAP PENYISIHAN LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE (LAS)

Pada penelitian ini, analisa konsentrasi surfaktan dilakukan pada lima variasi waktu kontak yaitu 6 jam, 10 jam, 14 jam, 18 jam, dan 24 jam. Limbah laundry juga diberi perlakuan terhadap pemaparan limbah laundry dengan lima konsentrasi awal surfaktan yang berbeda.

Tabel -1: Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Konsentrasi Surfaktan LAS Awal Terhadap Effluent Surfaktan LAS

td (jam)	Konsentrasi Surfaktan LAS Awal (mg/l)				
	168.93	102.69	60	55.55	28.5
	Effluent Surfaktan LAS (mg/l)				
6	16.14	5.86	13.57	39.48	12.87
10	5.11	5.56	4.81	27.18	13.02
14	3.19	3.27	4.33	17.63	12.09
18	2.36	3.35	3.8	10.83	9.93
24	1.68	3.55	4.08	5.78	4.79

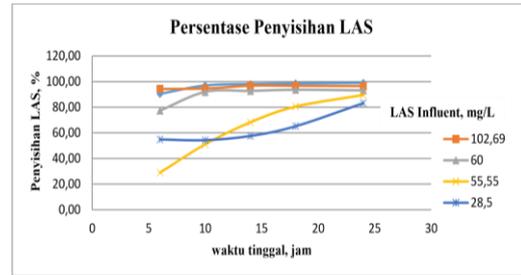
Pada tabel 1 menunjukkan nilai effluent surfaktan setelah dilakukan pengolahan dengan lumpur aktif sistem continue yang menggabungkan dua jenis bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Standar baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 menyatakan bahwa batas maksimal surfaktan untuk kegiatan laundry

adalah 10 mg/l. Dapat dilihat dari tabel 1 bahwa perlakuan waktu kontak 6 hingga 14 jam dengan konsentrasi awal surfaktan 55,55 mg/l dan 28,5 mg/l parameter surfaktan masih belum memenuhi baku mutu yaitu 17,63 mg/l dan 12,09 mg/l. Perlakuan pada konsentrasi awal surfaktan sebesar 102,69 mg/l telah memenuhi standar baku mutu bahkan sejak perlakuan waktu kontak paling singkat yaitu 6 jam hingga 24 jam seluruhnya telah memenuhi baku mutu yaitu mencapai hasil *effluent* surfaktan LAS sebesar 3,27 mg/l.

Tabel -2: Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Konsentrasi Limbah Terhadap Persentase Penyisihan Surfaktan LAS

td (jam)	Konsentrasi Surfaktan LAS Awal (mg/l)				
	168.93	102.69	60	55.55	28.5
Persentase Penyisihan LAS (%)					
6	90.45	94.29	77.38	28.93	54.84
10	96.98	94.59	91.98	51.07	54.32
14	98.11	96.82	92.78	68.26	57.58
18	98.60	96.74	93.67	80.50	65.16
24	99.01	96.54	93.20	89.59	83.19

Tabel 2 menunjukkan persentase penyisihan surfaktan LAS pada limbah laundry dari waktu pengolahan hingga waktu kontak selama 24 jam. Persentase tertinggi dalam penelitian ini adalah sebesar 99,01% yaitu pada perlakuan waktu kontak 24 jam dan konsentrasi awal surfaktan LAS sebesar 168,93 mg/l bila dibandingkan pada waktu kontak 6 jam pada konsentrasi awal 55,55 mg/l hanya 28,93%. Hal ini mungkin disebabkan oleh keberadaan bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa* yang mendegradasi LAS paling optimal pada limbah laundry dengan konsentrasi LAS awal sebesar 168,93 mg/l. Bakteri *Pseudomonas putida* dapat mereduksi polutan limbah laundry surfaktan hingga 7,8 mg/l dan *Pseudomonas aeruginosa* mereduksi polutan limbah laundry surfaktan hingga 11,2 mg/l. Menurut Suriani (2015), biodegradasi LAS adalah transformasi yang *Sulphophenyl Carboxylate* (SPC) sebagai hasil biodegradasi awal. Fase ini menunjukkan hilangnya sifat-sifat molekul dasar, aktivitas interfasial, dan toksisitas terhadap organisme akuatik. Biodegradasi lanjutan ditandai dengan pecahnya cincin aromatik LAS dan SPC ke dalam air dan tahap ini dinamakan biodegradasi sempurna.



Grafik -1: Hubungan Antara Waktu Kontak dengan Penyisihan LAS pada Berbagai Variasi Konsentrasi Limbah Laundry

Secara umum, grafik persentase penyisihan LAS pada grafik 1 menunjukkan bahwa tampak grafik yang cenderung meningkat. Seiring dengan peningkatan waktu kontak dan peningkatan konsentrasi surfaktan LAS awal maka semakin besar pula persentase penyisihan LAS. Ini menunjukkan bahwa LAS dapat diubah menjadi biomassa. Penambahan substrat yang mudah diserap (nutrien) dan substrat yang dibutuhkan oleh bakteri sangat diperlukan terutama untuk pembentukan biomassa dan sintesis enzim yang diperlukan untuk pemecahan molekul deterjen. Biomassa yang di dalamnya kaya akan kandungan lemak, karbohidrat, dan protein merupakan hasil yang sangat bermanfaat bagi kelangsungan proses dan kehidupan makhluk lain serta sebagian biomassa lainnya menjadi sediaan untuk produksi sumber karbon atau energi (Sudiana, 2004).

Berdasarkan grafik 1, grafik persentase penyisihan surfaktan LAS untuk konsentrasi awal 55,55 mg/l dan waktu kontak 6 hingga 14 jam masih di bawah 80% ini mengindikasikan bahwa kombinasi kedua bakteri ini belum optimal untuk mendegradasi LAS dikarenakan waktu yang masih cukup singkat dan nutrien yang belum tercukupi. Di samping itu pula, kecenderungan peningkatan persentase degradasi LAS ini juga tidak berlaku pada pemaparan limbah pada konsentrasi LAS terkecil yaitu 28,5 mg/l bahkan terlihat menurun pada waktu kontak 10 jam meski pada waktu kontak 14 hingga 24 jam mengalami kenaikan persentase. Hal ini disebabkan mulai berkurangnya sumber karbon yang berasal dari LAS itu sendiri dan mungkin dikarenakan kemampuan dalam mendegradasi surfaktan LAS pada waktu kontak 6 jam hingga 10 jam mengalami penurunan yang diakibatkan oleh populasi bakteri yang mulai meningkat pada waktu kontak tersebut namun

terjadi kompetisi untuk memperoleh nutrisi yang ada. Di samping itu, konsentrasi awal surfaktan LAS lebih kecil daripada ketiga variabel sebelumnya sedangkan pada waktu kontak 14 hingga 24 jam persentase penyisihan konsentrasi surfaktan LAS mulai meningkat. Hal ini dapat dimungkinkan karena pada waktu kontak tersebut ketersediaan nutrisi mulai dapat menyeimbangi keberadaan populasi kedua bakteri tersebut.

Jumlah populasi mikroba yang meningkat dapat menimbulkan kompetisi antar mikroorganisme. Bentuk mikroorganisme ini dapat berupa kompetisi dalam merebut ruang air dan unsur-unsur hara. Akibat kompetisi tersebut kerjasama antar bakteri menjadi menurun (Miwada, dkk., 2006). Menurut Charlena (2010), adanya peningkatan jumlah sel bakteri dikarenakan adanya bakteri yang dapat hidup namun tidak efektif menggunakan hidrokarbon sebagai sumber makanannya. Jenis bakteri *Pseudomonas* ini dapat mereduksi polutan limbah laundry surfaktan LAS secara optimal pada konsentrasi awal surfaktan LAS sebesar 168,93 mg/l; 102,69 mg/l; dan 60 mg/l. Ada beberapa faktor lain selain perlakuan yang ada dalam penelitian ini yang memengaruhi terjadinya penyisihan LAS yaitu kandungan dari detergen yang dipakai. Detergen yang mengandung bahan aktif LAS saja tanpa ada bahan aktif lain akan lebih mudah terurai dibandingkan detergen yang mengandung pewangi, pelembut, pemutih, dan substrat lain. Oleh sebab itu, inilah yang menjadi salah satu alasan yang mungkin terjadi mengapa pada konsentrasi LAS yang tinggi memiliki persentase penyisihan yang lebih besar dibandingkan dengan persentase pada konsentrasi LAS yang cukup rendah.

KEMAMPUAN KOMBINASI DUA JENIS BAKTERI *PSEUDOMONAS SP* TERHADAP PENYISIHAN *BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND* (BOD)

Kemampuan kombinasi bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa* terhadap penyisihan BOD pada limbah laundry dengan proses pengolahan lumpur aktif sistem *continue* terhadap variasi waktu kontak dan konsentrasi BOD ditampilkan pada tabel 3.

Tabel -3: Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Konsentrasi BOD Terhadap *Effluent* BOD

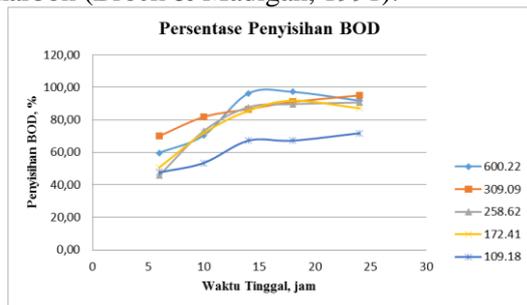
td (jam)	Konsentrasi BOD Awal (mg/l)				
	600.22	309.09	258.62	172.41	109.18
<i>Effluent</i> Surfaktan BOD (mg/l)					
6	241.67	92.59	140.00	84.93	57.15
10	177.23	56.35	69.42	48.48	50.78
14	22.71	41.48	31.68	24.88	35.82
18	16.91	27.85	26.80	14.14	35.82
24	49.22	15.21	24.13	22.13	30.83

Standar baku mutu untuk limbah laundry yang ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 menyatakan bahwa batas maksimum kadar BOD adalah 100 mg/l. Tabel 3 menunjukkan bahwa ada beberapa hasil *effluent* yang belum memenuhi standar baku mutu yaitu pada *influent* 600,22 mg/l dengan waktu kontak 6 jam dan 10 jam serta pada *influent* 258,62 mg/l dengan waktu kontak 6 jam. Pada perlakuan konsentrasi BOD awal 309,09 mg/l; 172,41 mg/l; dan 109,18 mg/l keseluruhan waktu kontak mulai dari 6 jam hingga 24 jam menunjukkan *effluent* BOD telah memenuhi standar baku mutu hingga mencapai konsentrasi BOD terkecil yaitu 14,14 mg/l pada perlakuan waktu kontak 18 jam dan konsentrasi limbah 172,41 mg/l.

Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jenis bakteri lain dengan sistem secara *batch* menunjukkan bahwa pengolahan bahan organik air limbah laundry dengan pemberian aerasi selama 2,5 hari dan penambahan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ternyata telah berhasil menurunkan konsentrasi COD sebesar 86,6% dan bakteri *Pseudomonas putida* menurunkan konsentrasi COD sebesar 85,54%. Hal demikian menjadi petunjuk (*indicator*) bahwa telah terjadi pemanfaatan bahan organik oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas putida*.

Pada grafik 2 menunjukkan persentase penyisihan BOD dengan beberapa variabel waktu kontak serta konsentrasi *influen* BOD

yang berbeda-beda. Terlihat dari grafik bahwa secara keseluruhan diawali dari nilai yang rendah lalu meningkat dan stagnan hingga mengalami penurunan. Angka persentase kemampuan penyisihan kandungan BOD oleh bakteri berpengaruh dengan pertumbuhan bakteri. Semakin besar pertumbuhan bakteri maka semakin meningkat pula persentase kemampuan penyisihan BOD dalam degradasi kandungan polutan yang ada. Fase-fase pertumbuhan bakteri ini dipengaruhi oleh pH, ketersediaan oksigen, nutrisi, dan sumber karbon (Brock & Madigan, 1991).



Grafik -2: Hubungan Antara Waktu Kontak dengan Penyisihan BOD pada Berbagai Variasi Konsentrasi BOD Awal Limbah Laundry

Tabel 4 menunjukkan persentase penyisihan konsentrasi BOD dengan kemampuan penyisihan maksimal sebesar 97,18%. Penyisihan optimal tersebut merupakan hasil dari perlakuan waktu kontak selama 18 jam dan pemaparan limbah laundry yang memiliki konsentrasi BOD awal sebesar 600,22 mg/l.

Tabel -4: Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Konsentrasi BOD Terhadap Persentase Penyisihan BOD

td (jam)	Konsentrasi BOD Awal (mg/l)				
	600.22	309.09	258.62	172.41	109.18
Persentase Penyisihan BOD (%)					
6	59.74	70.05	45.87	50.74	47.66
10	70.47	81.77	73.16	71.88	53.49
14	96.22	86.58	87.75	85.57	67.19
18	97.18	90.99	89.64	91.80	67.19
24	91.80	95.08	90.67	87.16	71.76

Hasil persentase penyisihan BOD pada tabel 4 dan grafik 2 menunjukkan bahwa kombinasi bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa* pada pengolahan lumpur aktif secara *continue* ini cukup besar bahkan rata-rata penyisihan di atas adalah 76,86%. Hal ini sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya bahwa penyisihan BOD pada limbah laundry dengan menerapkan sistem lumpur aktif

sebagai pengolahannya dan dapat mencapai persentase hingga lebih dari 90%.

Adanya peningkatan penyisihan BOD pada waktu kontak mulai 6 jam hingga 18 jam merupakan aktivitas dua jenis bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa* yang mampu merombak dan mengoksidasi secara optimal bahan organik dan anorganik dalam sampel limbah laundry menjadi karbon dioksida dan air. Waktu kontak 6 jam hingga 18 jam terlihat grafik persentase penyisihan meningkat yang berarti aktivitas mikroorganisme berada pada fase log. Namun pada perlakuan pemaparan limbah konsentrasi BOD awal sebesar 600,22 mg/l dan 172,41 mg/l persentase penyisihan menurun pada waktu kontak 24 jam sehingga terjadi peningkatan konsentrasi effluen BOD. Penurunan persentase penyisihan BOD yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh kesalahan teknis pengoperasian yang menyebabkan penurunan penyisihan tersebut yaitu kurangnya pengontrolan terhadap aerator yang menyebabkan aerator dapat mati saat beroperasinya sistem pengolahan dengan *activated sludge* namun peningkatan effluen BOD yang terjadi masih berada di bawah baku mutu yaitu 49,22 mg/l pada konsentrasi BOD awal 600,22 mg/l dan 22,13 mg/l pada konsentrasi BOD awal 172,41 mg/l.

KESIMPULAN

Kombinasi bakteri *Pseudomonas putida* dan *Pseudomonas aeruginosa* dalam proses lumpur aktif sistem *continue* memiliki kemampuan mendegradasi LAS dan BOD pada limbah laundry sehingga dapat menghasilkan *effluen* yang memenuhi baku mutu untuk usaha laundry dalam Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur nomor 72 tahun 2013. Persentase terbesar dalam penyisihan LAS dan BOD adalah 99,01% dan 97,18%. Penyisihan LAS terbesar yaitu pada konsentrasi LAS awal 168,93 mg/l dan waktu tinggal 24 jam, sedangkan penyisihan BOD terbesar yaitu pada konsentrasi limbah 600,22 mg/l dan waktu tinggal 18 jam. Konsentrasi LAS influen pada kisaran 168,93 mg/l hingga 28,5 mg/l dan BOD influen pada kisaran 600,22 mg/l hingga 109,18 mg/l sangat mempengaruhi penyisihan LAS dan BOD pada limbah laundry dengan waktu tinggal selama 6 hingga 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Brock, TD. & Madigan, MT. (1991). *Biology of Microorganisms sixth ed.* Prentice-Hall International Inc.
- Charlena. (2010). *Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Minyak Berat Menggunakan Konsorsium Bakteri.* Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Miwada, I. N. S., Lindawati S. A., & Tatang W. (2006). Tingkat Efektivitas “Starter” Bakteri Asam Laktat pada Proses Fermentasi Laktosa Susu. *J. Indon. Trop. Anim. Agric.*, 1(31)
- Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Lainnya
- Suastuti, Ni G. A. M. D. A. S. I Nengah Simpen, & Nanik Ayumi. (2015). Efektivitas Penurunan Kadar Surfaktan Linier Alkil Sulfonat (LAS) dan COD dari Limbah Cair Domestik dengan Metode Lumpur Aktif. *Jurnal Kimia*, 9(1), 86–92
- Sudiana, I. M. 2004. *Peran Komunitas Mikroba Lumpur Aktif dalam Perombakkan Deterjen Alkilbenzena Sulfonat Linier Benzena Alkil Sulfonat.* Jakarta: Pusat Penelitian Biologi LIPI
- Suriani, S., Suharjo Suharjo, & Soemarno Soemarno. (2015). Potensi Bakteri Genus *Pseudomonas* Pendegradasi LAS di Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *JPal*, 6(1), 56–63