

PEMANFAATAN SISTEM BIOFILTRASI TANAMAN DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI RUMPUT LAUT

I Made Gde Sudyadnyana Sandhika^{1*}, Ni Luh Utari Sumadewi²⁾, Rahmadi Prasetijo¹⁾

¹⁾Program Studi Biologi, Fakultas Kesehatan, Sains dan Teknologi, Universitas Dhyana Pura

²⁾Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Sains dan Teknologi, Universitas Dhyana Pura

*Email : sandhika@undhirabali.ac.id

ABSTRAK

Industri rumput laut terutama dari proses pencucian rumput laut menghasilkan jumlah air limbah yang cukup banyak dan dapat mencemari lingkungan jika langsung dibuang tanpa melakukan pengolahan. Proses pencucian rumput laut tersebut menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya bagi lingkungan sebelum rumput laut diproses lebih lanjut menjadi aneka olahan yang berbahan baku rumput laut. Kandungan BOD dan COD yang dihasilkan dari proses ini cukup tinggi sehingga perlu dilakukan suatu upaya pengolahan agar sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan. Penelitian mengenai pemanfaatan sistem biofiltrasi tanaman untuk menurunkan konsentrasi BOD dan COD dari limbah industri rumput laut telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini selain untuk menurunkan kandungan BOD dan COD juga untuk mengetahui efektivitas dan kapasitas pengolahan dari sistem biofiltrasi tanaman. Hasil menunjukkan bahwa sistem biofiltrasi tanaman mampu menurunkan konsentrasi BOD hingga 28,6 ppm dan memiliki efektivitas 87,27 % selama 48 jam pengolahan. Konsentrasi COD turun hingga 70,5 ppm dan memiliki efektivitas pengolahan sebesar 83,93 %. Kapasitas pengolahan untuk BOD dan COD secara berturut-turut sebesar 6,81 ppm/m³jam dan 12,78 ppm/m³jam.

Kata kunci: Biofiltrasi, BOD, COD

ABSTRACT

The seaweed industry, especially from the seaweed washing process, produces a large amount of wastewater and can pollute the environment if it is directly disposed of without processing. The seaweed washing process uses chemicals that are harmful to the environment before the seaweed is further processed into various products made from seaweed. The concentrations of BOD and COD produced from this process are quite high, so it is necessary to make an effort to process them in accordance with the established quality standards. Research on the use of plant biofiltration systems to reduce BOD and COD concentrations from seaweed industrial waste has been carried out. The purpose of this study was to reduce the BOD and COD content as well as to determine the effectiveness and processing capacity of the plant biofiltration system. The results showed that the plant biofiltration system was able to reduce the concentration of BOD up to 28.6 ppm and had an effectiveness of 87.27% for 48 hours of processing. The COD concentration decreased to 70.5 ppm and had a treatment effectiveness of 83.93%. The processing capacity for BOD and COD was 6.81 ppm/m³ hour and 12.78 ppm/m³ hour, respectively.

Keywords: Biofiltration, BOD, COD

PENDAHULUAN

Limbah merupakan buangan yang dihasilkan melalui suatu proses produksi, baik dalam kegiatan rumah tangga (domestik) maupun industri (Arief, 2016). Limbah dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu padat, cair dan gas. Dalam suatu kegiatan industri, limbah atau hasil buangan yang paling sering dijumpai adalah limbah cair. Salah satu industri yang menghasilkan banyak limbah cair yaitu industri pengolahan rumput laut terutama dalam proses pencuciannya.

Industri rumput laut merupakan industri yang saat ini sedang berkembang pesat. Industri ini memproses bahan baku rumput laut menjadi suatu produk makanan dan minuman. Menurut Sedayu (2007), sebelum rumput laut diproses lebih lanjut,

rumpaut laut dicuci terlebih dahulu menggunakan air dan bahan kimia seperti NaOH, H₂O₂, KOH, KCl maupun bahan lain, sehingga menghasilkan banyak limbah cair yang dapat mencemari lingkungan. Karakteristik dari limbah hasil pencucian rumput laut antara lain limbah cair yang mengandung BOD dan COD yang tinggi serta bersifat basa (Thamrin, 2011).

Menurut Kurniati dan Maqfiroh (2019), untuk mencegah adanya pencemaran lingkungan yang berbahaya terhadap kesehatan manusia serta makhluk hidup lainnya, limbah bahan berbahaya dan beracun harus dikelola secara khusus agar dapat dikurangi sifat bahayanya atau jika memungkinkan dihilangkan. Hal tersebut terdapat dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 18 tahun

1999 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun, dan dalam KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri (Suligundi, 2013).

Pengolahan limbah cair yang mengandung bahan organik maupun anorganik diharapkan harus efisien, ekonomis, tidak memerlukan lahan yang luas dan tidak menimbulkan polutan baru yang dapat mencemari lingkungan (Suyasa, 2016). Sistem pengolahan limbah yang efektif harus mampu menurunkan kandungan bahan pencemar dalam air limbah sampai memenuhi baku mutu atau ketentuan yang berlaku. Salah satu pengolahan limbah yang dapat dilakukan adalah dengan sistem biofiltrasi. Biofiltrasi merupakan salah satu proses pengolahan limbah secara biologis yang pada prinsipnya melibatkan mikroba sebagai media penghancur bahan-bahan pencemar tertentu terutama senyawa organik (Suyasa *et al*, 2016). Pertimbangan digunakannya sistem biofiltrasi ini dikarenakan mempunyai beberapa keunggulan yaitu biaya untuk membuat bak biofiltrasi relatif murah, tanaman cepat tumbuh dan mudah dirawat, tidak memerlukan operator yang memiliki keahlian khusus serta sangat efektif (Nailufary, 2008).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Purnamawati *et al* (2015), sistem biofiltrasi tanaman mampu menurunkan kadar rhodamine B dari limbah pencelupan atau tekstil sebesar 51% dari konsentrasi awal. Sistem biofiltrasi tanaman juga mampu menurunkan kandungan BOD dan COD limbah domestik di Bandara Ngurah Rai (Parasara *et al*, 2015). Hasil penelitian Anwar *et al* (2018) memaparkan bahwa, sistem biofiltrasi dengan media zeolite mampu menurunkan kandungan COD, TDS, NH₃, dan H₂S dari limbah cair industri tahu sampai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Dalam penelitian Suyasa *et al* (2012), dipaparkan bahwa sistem biofiltrasi saringan pasir tanaman mampu menurunkan konsentrasi COD sebanyak 51,08% dan konsentrasi minyak sebesar 81,84% dengan waktu tinggal optimum selama 6 jam.

Penggunaan sistem biofiltrasi tanaman dalam penelitian ini diharapkan mampu menurunkan kandungan BOD dan COD dari limbah industri rumput laut terutama limbah yang dihasilkan dari proses pencuciannya sampai di bawah baku mutu yang telah ditetapkan untuk limbah industri. Selain itu, dalam penelitian ini juga akan ditentukan efektivitas dan kapasitas pengolahan dari bak sistem biofiltrasi yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Tahapan Penelitian

Penelitian lapangan dilakukan di Industri Rumput Laut Desa Jumpai, Banjarangkan,

Kabupaten Klungkung, Bali. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Kesehatan Provinsi Bali. Tahapan penelitian meliputi tahap pertama digunakan untuk menumbuhkan akar tanaman serta menyiapkan unit pengolahan biofilter tanaman, tahap kedua digunakan untuk mempersiapkan tanaman dan mengadaptasikan tanaman dalam wadah biofiltrasi tanaman dan tahap ketiga digunakan untuk proses pengolahan air limbah dan analisis laboratorium. Analisis BOD dilakukan sesuai dengan SNI 6989.72:2009 dan analisis COD sesuai dengan SNI 6989.2: 2009.

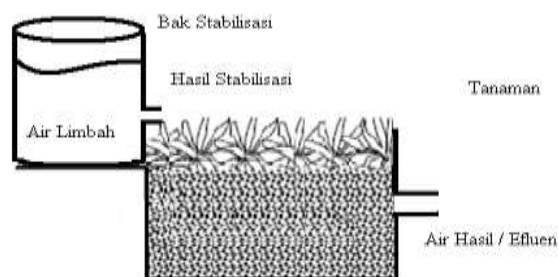
Prosedur Kerja

Pemeriksaan awal

Air limbah dari bak penampungan air limbah pencucian rumput laut ditampung dalam jerigen 30 L. Sampel tersebut diidentifikasi secara langsung suhu, warna dan baunya. Sampel air limbah tersebut selanjutnya dianalisis di laboratorium parameter untuk BOD dan COD.

Perlakuan air limbah dari proses pencucian rumput laut dengan bak stabilisasi

Sebanyak ± 50 liter air limbah pencucian rumput laut diambil langsung dari keluaran proses pencucian rumput laut, dimasukkan kedalam bak stabilisasi. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap perbaikan fisik dan kimia kualitas air limbah setelah distabilisasi selama 24 jam. Efluen stabilisasi digunakan untuk proses pengolahan selanjutnya yaitu pengolahan air limbah dengan metode biofiltrasi tanaman.



Gambar 1. Bak Pengolahan dengan proses stabilisasi dan biofiltrasi

Perlakuan air limbah dari pencucian rumput laut dengan metode biofiltrasi tanaman

Pengolahan ini dilakukan dalam kolam berukuran 200 x 60 x 50 cm, yang ditanami tanaman kangkung (*Ipomoea crassicaulis*), dilengkapi tempat keluaran efluen (sampling port) yang diilustrasikan dalam Gambar 1. Sebanyak ± 50 liter air limbah yang telah distabilisasi pada proses sebelumnya ditambahkan ke dalam kolam tersebut dan dibiarkan selama 24 jam. Selanjutnya, pengamatan dilakukan dengan mengukur

konsentrasi BOD dan COD pada jam ke- 8, 16, 24, 32, 40 dan 48 atau hingga tercapai nilai konstan (kurva antara kadar polutan terhadap waktu mendatar).

Penentuan efektivitas dan kapasitas pengolahan sistem biofiltrasi tanaman

Efektifitas dan kapasitas pengolahan dari sistem biofiltrasi tanaman dalam menurunkan kadar limbah ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$\% \text{ Efektifitas} = \frac{(Qa - Qt)}{Qa} \times 100\%$$

Keterangan :

Qa = nilai BOD5 / COD awal
 Qt = nilai BOD5 / COD akhir (pada waktu tertentu)

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

Keterangan :

A = kadar nilai BOD5 / COD awal (ppm)
 B = kadar nilai BOD5 / COD akhir (ppm) (dengan waktu tinggal yang paling efektif)
 V = volume ekosistem buatan (m³)
 tR = waktu tinggal (jam)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara fisik dan kimiawi keadaan air limbah industri rumput laut dari hasil proses pencucian rumput laut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia Air Limbah Pencucian Rumput Laut

Sifat Fisik dan Kimia	Sampel air limbah	Baku mutu*
Warna	Keruh kekuningan	-
Bau	Amis	-
Tekstur	Licin	-
BOD	297,7 ppm	100 ppm
COD	456,5 ppm	100 ppm

*) Pergub Bali Nomor 16 Tahun 2016 tentang Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan domestik

Pada tabel 1. dapat dilihat bahwa sifat fisik awal dari air limbah hasil cucian rumput laut ini sangat buruk dan konsentrasi BOD dan COD yang terkandung dalam outlet air limbah industri rumput laut dari hasil pencuciannya masih berada jauh di atas baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan domestik menurut Pergub Bali Nomor 16 Tahun 2016 yaitu 100 ppm untuk BOD dan COD. Karakter air limbah yang ditunjukkan pada Tabel 1

ini menunjukkan terjadinya pencemaran air yang cukup tinggi dari air limbah pencucian rumput laut apabila limbah dengan karakter tersebut dibuang langsung ke lingkungan maka dapat mencemari air dan lingkungan sekitar lokasi industri.

Kemampuan sistem biofiltrasi tanaman dalam menurunkan BOD dan COD air limbah industri rumput laut disajikan dalam Tabel 2 dan ditampilkan dalam Gambar 2.

Berdasarkan data dalam Tabel 2, konsentrasi BOD dan COD setelah selama 48 jam perlakuan mengalami penurunan yang signifikan. Untuk BOD penurunan konsentrasi tertinggi terjadi di selang waktu 0 – 8 jam perlakuan yaitu sebesar 55,9 ppm, sedangkan untuk COD penurunan konsentrasi tertinggi sebesar 130,1 ppm pada waktu ke 16 – 24 jam perlakuan. Selama 48 jam perlakuan konsentrasi BOD turun hingga 28,6 ppm dan COD hingga 70,5 ppm. Konsentrasi BOD dan COD selama 48 jam perlakuan ini sudah berada di bawah baku mutu Pergub Bali Nomor 16 Tahun 2016 untuk baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan domestik. Waktu rata-rata pengolahan yang diperlukan untuk parameter BOD agar berada di bawah baku mutu yaitu 100 ppm adalah selama 32 jam pengolahan dan untuk parameter COD dibutuhkan waktu pengolahan selama 40 jam.

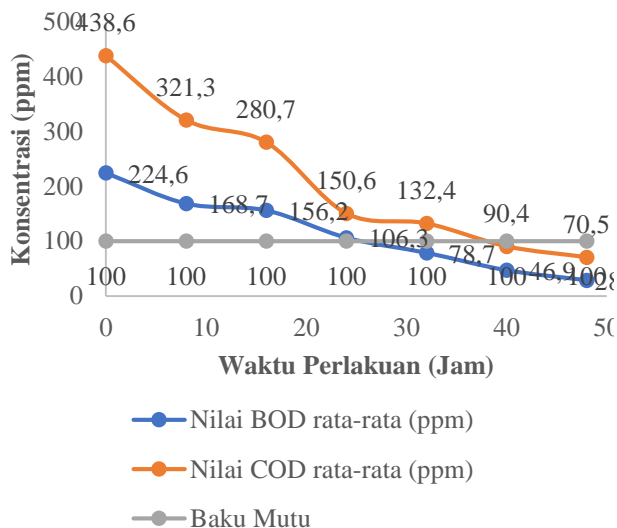
Tabel 2. Penurunan konsentrasi BOD dan COD selama 48 jam perlakuan

Waktu (jam)	Nilai BOD rata-rata (ppm)	Nilai COD rata-rata (ppm)
0	224,6	438,6
8	168,7	321,3
16	156,2	280,7
24	106,3	150,6
32	78,7	132,4
40	46,9	90,4
48	28,6	70,5

Penurunan konsentrasi BOD dan COD pada saat pengolahan kemungkinan disebabkan adanya senyawa-senyawa ataupun biomassa yang terdapat dalam air limbah telah terdegradasi menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh mikroorganisme yang terdapat dalam sistem biofiltrasi tanaman. Senyawa yang telah terurai tersebut kemudian dimanfaatkan oleh penyerapan melalui akar tanaman sebagai unsur hara makanannya, sehingga BOD dan COD menurun seiring dengan bertambahnya waktu tinggal air limbah dalam sistem biofiltrasi tanaman tersebut (Suyasa *et al*, 2016). Dalam proses penyerapan oleh akar tanaman tersebut, di sekitar akar tanaman juga terdapat mikroorganisme seperti *Zoogela ramigera*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, *Corynebacter*,

Comomonas, *Acinetobacter*, dan *Brevibacterium* yang membantu dalam proses penguraian zat pencemar (Arsil, 2010). Penggunaan tanaman *Ipomoea crassicaulis* juga cukup membantu dalam proses biofiltrasi ini karena kemampuannya beradaptasi dan tumbuh yang sangat baik di lingkungan sistem dengan sampel limbah pencucian rumput laut yang bersifat basa.

Grafik penurunan konsentrasi BOD dan dan COD



Gambar 2. Grafik penurunan konsentrasi BOD dan COD selama perlakuan

Efektivitas dan kapasitas pengolahan dari pengolahan air limbah hasil pencucian rumput laut untuk menurunkan konsentrasi BOD dan COD selama perlakuan ditampilkan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Efektivitas (%) penurunan konsentrasi BOD dan COD selama perlakuan

Waktu (jam)	Efektivitas Penurunan BOD (%)	Efektivitas Penurunan COD (%)
0	-	-
8	24,89	26,74
16	30,45	36,00
24	52,67	65,66
32	64,96	69,81
40	79,12	79,39
48	87,27	83,93

Berdasarkan data yang disajikan dalam tabel 3, efektivitas penurunan nilai BOD dan COD setelah 48 jam perlakuan sebesar 87,27% untuk BOD dan 83,93% untuk COD. Penurunan konsentrasi dari parameter tersebut sudah sangat bagus, karena

konsentrasi akhir pengolahan sudah berada di bawah baku mutu yang ditetapkan. Persentase penurunan konsentrasi BOD dan COD dalam sistem pengolahan selama 48 jam ini sudah bisa dikatakan optimum dan jika waktu pengolahan dilanjutkan penurunan konsentrasi tidak akan terlalu signifikan.

Tabel 4. Kapasitas pengolahan sistem biofiltrasi tanaman selama 48 jam perlakuan

	BOD	COD
Kapasitas Pengolahan (ppm/m ³ jam)	6,81	12,78

Berdasarkan efektivitas pengolahan limbah tersebut maka dapat ditentukan kapasitas maksimum dari bak pengolahan sistem biofiltrasi tanaman dalam menurunkan BOD dan COD yang tersajikan dalam tabel 4. Dalam tabel terlihat bahwa bak pengolahan sistem biofiltrasi tanaman mempunyai kapasitas maksimum dalam menurunkan konsentrasi BOD sebesar 6,81 ppm/m³jam dan untuk COD sebesar 12,78 ppm/m³jam. Jadi selama 48 jam waktu tinggal air limbah, 1 m³ bak pengolahan mampu menurunkan konsentrasi BOD sebanyak 6,81 ppm/jam dan COD 12,78 ppm/jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, sistem biofiltrasi tanaman mampu menurunkan konsentrasi BOD hingga 28,6 ppm dan konsentrasi COD hingga 70,5 ppm dari limbah industri rumput laut selama 48 jam perlakuan. Efektivitas dalam pengolahan limbah mampu menurunkan konsentrasi BOD sebesar 87,27 % dan COD sebesar 83,93%. Kapasitas sistem biofiltrasi tanaman dalam menurunkan konsentrasi BOD sebesar sebesar 6,81 ppm/m³jam dan untuk COD sebesar 12,78 ppm/m³jam.

DAFTAR PUSTAKA

[SNI] Standar Nasional Indonesia. SNI 6989.2:2009. *Air dan Air Limbah Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/BOD) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. SNI 6989.72:2009. *Air dan Air Limbah Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.

Anwar, D., Wijaya, D.D. and Raharjo, I., 2015. Studi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Media Biofiltrasi Zeolit. *Jurnal*

- Ilmiah Teknik Pertanian-TekTan*, 7(1), pp.12-25.
- Arief, L.M., 2016. *Pengolahan Limbah Industri: Dasar-dasar pengetahuan dan aplikasi di tempat kerja*. Penerbit Andi.
- Arsil, P. 2010. Pengolahan Limbah Cair Dari Industri Kecil Pengolahan Tahu Secara Biofiltrasi Menggunakan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). Laboratorium Teknik Pertanian dan Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman
- Kurniawati, Y. and Maqfiroh, N., 2019. Analisis Effluent Limbah Cair PT DNP Indonesia. Pulogadung, Jakarta Timur. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 11(1), pp.64-72.
- Nailufary, L., 2008, Pengolahan Air Limbah Pencelupan Tekstil Menggunakan Biofilter Tanaman Kangkung (*Ipoemoea crassicaulis*) dalam Sistem Batch (Curah) Teraerasi, *Skripsi*, Universitas Udayana, Denpasar.
- Parasara, I.G.N.B., Suyasa, I.W.B. and Adhika, I.M., 2015. Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Biosistem Tanaman Basah (Contrusted Wetland) di Bandara Ngurah Rai. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 9(2).
- Purnamawati, K.Y., Suyasa, I.W.B. and Mahardika, I.G., 2015. Penurunan Kadar Rhodamin B Dalam Air Limbah Dengan Biofiltrasi Sistem Tanaman. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*, 9(2), pp.46-51.
- Sedayu, B.B., J. Basmal, dan D. Fithriani, 2007, Uji Coba Proses Daur Ulang Limbah Cair ATC (*Alkali Treated Cottonii*) dengan Teknik Koagulasi dan Filtrasi, *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, Volume 2, Nomor 2, 107-115.
- Suligundi, B.T., 2013. Penurunan kadar COD (Chemical Oxygen Demand) pada limbah cair karet dengan menggunakan reaktor biosand filter yang dilanjutkan dengan reaktor Activated Carbon. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1).
- Suyasa, I.W.B., Suprihatin, I.E., dan Sugianthi, I.G.A.K.R., 2012. Pengolahan Air Limbah Pembangkit Listrik PT Indonesia Power dengan Metode Flotasi dan Biofiltrasi Saringan Pasir Tanaman. *Jurnal Kimia*, 6(1), pp.62-71.
- Suyasa, W.B., Putra, A.A.B. and Putra, I.K.S., 2016. Penurunan Kadar COD, Surfaktan, dan Fosfat Limbah Laundry Dengan Biosistem Tanaman. *Jurnal Kimia*, 10(2), pp.245-254.
- Thamrin H. W., 2011, Pengolahan Air Limbah Pencucian Rumput Laut Menggunakan Proses Fitoremediasi, *Skripsi*, UPN Veteran, Surabaya.