

KEMAMPUAN SISTEM SARINGAN PASIR-TANAMAN MENURUNKAN NILAI *BOD* DAN *COD* AIR TERCEMAR LIMBAH PENCELUPAN

I W. Budiarsa Suyasa¹, Wahyu Dwijani¹

¹⁾ Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana

ABSTRAK

Limbah pencelupan memberi andil yang besar terhadap pencemaran badan air khususnya di Denpasar dan sekitarnya. Limbah dengan karakteristik mengandung zat warna, detergen dan bersifat asam yang dilepas akan menimbulkan dampak degradasi lingkungan dalam spektrum waktu yang panjang. Tidak adanya upaya penerapan standar unit pengolahan limbah menimbulkan dampak pencemaran dan rusaknya lingkungan yang kian meluas. Unit pengolahan limbah diterapkan dengan pertimbangan teknologi dengan skala kecil dan terjangkau oleh masyarakat secara luas (terutama industri kecil), terpadu dengan konsep taman (penghijauan dan estetika).

Sistem penyaringan dibuat berukuran 100 x 50 cm² dengan kedalaman 40 cm yang dilengkapi dengan saluran pemasukan dan pengeluaran (sampling port). Dengan susunan bahan terdiri dari lapisan-lapisan dari bawah keatas berturut-turut kerikil kasar setebal 5 cm, ijuk 5 cm, campuran pasir halus setebal 25 cm, ijuk 5 cm dan batu bata atau batu apung setebal 10 cm. Tanaman digunakan jenis teles-alesan yang tahan pada kondisi basah ditanam guna menciptakan risosfer akar untuk pertumbuhan mikroba perombak maupun sebagai penyerap.

Nilai BOD mengalami penurunan selama proses penyaringan. Penurunan terjadi pada ketiga retensi waktu 3, 10 dan 20 hari. Pemajangan dengan retensi waktu 20 hari memberikan nilai BOD terendah yaitu rata-rata 5,79 (dibawah baku mutu air golongan B). Lama proses penyaringan 20 hari memiliki persen efektivitas tertinggi (nilai COD terendah) yaitu 58,57 sedangkan dengan lama proses penyaringan 10 hari menurunkan nilai COD hingga sebesar 61,38 dan memiliki hasil yang berbeda dengan lama penyaringan 3 hari yaitu sebesar 76,68. Bak penyaringan pada penelitian ini belum mampu menurunkan nilai COD hingga dibawah baku mutu air golongan B maupun D. Sementara lama proses penyaringan 3, 10 dan 20 hari menunjukkan sedikit kecenderungan peningkatan nilai pH masing-masing 6,87, 6,97 dan 7,00.

Kata Kunci : Sistem penyaringan, pemajangan, efektivitas

ABSTRACT

Colored of clothes has developed as concentrated in Denpasar area. The process has a negative effect because of waste, the resulting organic toxicants and heavy metal into aquatic system. The effect of the pollution including the river, well water and organism that live there. The research of bioremedial effectiveness of herb-sand treatment system on laboratory simulation were studied in Denpasar, from June 2004 to September 2004.

For laboratory simulation, the plants were cultured in 25 cm sand bed, in between 5 cm palmfiber of which were in between 10 cm pumicestone for the top and 5 cm gravel for the bottom with surface area of 25 x 50 cm².

The result of treatment system showed that effective for decrease biological oxygen demand compared to those of chemical oxygen demand parameters. The treatment system reduced significantly BOD level respectively to 13,15 for 3 days, 11,19 for 10 days and 5,79 for 20 days with 85,55 – 93,63 effectively. While COD level respectively to 76,68 for 3 days, 61,38 for 10 days and 58,57 for 20 days with 42,78 – 56,50 effectively. Time of treatment for 3, 10 and 20 days showed a little increase of pH from 6,87 to 7,00.

Keyword : bioremedial, treatment, effectively

PENDAHULUAN

Proses pencelupan dan pencapan kain meliputi pewarnaan dengan zat warna sintetik dan pencucian dengan detergen. Industri yang berkembang pesat tersebut akan menghasilkan limbah cair yang besar, selain mengandung sisa zat warna juga detergen dan sifat asam merupakan sumber pencemaran badan air. Limbah pencelupan memberi andil yang besar terhadap pencemaran badan air khususnya di Denpasar dan sekitarnya. Limbah dengan karakteristik mengandung zat warna, detergen dan bersifat asam yang dilepas akan menimbulkan dampak degradasi lingkungan dalam spektrum waktu yang panjang. Tidak adanya upaya yang konsisten serta unit pengolahan yang terpadu dalam penanganan limbah memberikan peluang secara luas timbulnya pencemaran dan rusaknya lingkungan. Perlindungan badan air dari pencemaran seharusnya merupakan bagian dari proses industri secara integratif. Pengolahan limbah pencelupan kain meliputi penghilangan warna dan detergen yang ditunjukkan dengan parameter BOD (kebutuhan oksigen biologi), COD kebutuhan oksigen kimia), TSS (total padatan tersuspensi), dan pH.

Unit pengolahan limbah diterapkan dengan pertimbangan teknologi dengan skala kecil dan terjangkau oleh masyarakat secara luas (terutama industri kecil), terpadu dengan konsep taman (penghijauan dan estetika). Pengolahan limbah

dengan kolam enceng-gondok (*Eichhornia crassipes*) dilaporkan cukup efektif dari segi penyerapan, namun dari segi kesehatan unit tersebut merupakan tempat berkembang biaknya nyamuk khususnya *Mansonia spp* sebagai penjangkit penyakit kaki gajah (*Filariasis*). Untuk memberikan alternatif untuk pengolahan limbah pencelupan kain yang higienis, unit pengolahan filtrasi berlapis dari pasir dan bebatuan yang dipadukan dengan penyerapan tanaman maupun perombakan mikroba pada risosfir akar akan memberikan hasil efektif bagi pemamfaatan kembali air limbah. Sistem yang memadukan filtrasi secara fisik serta perombakan mikroba bahan organik penyusun warna dan detergen, diterapkan untuk mengolah limbah. Pemanfaatan berbagai tanaman makrofita, jenis rumput yang merupakan tanaman hias ditanam pada media berkompos dan dipadukan dengan saringan berlapis pasir untuk mengefektifkan pengolahan. Efektivitas saringan sistem yang dipadukan tersebut perlu dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan SPT mengurangi pencemaran yang dinyatakan dalam parameter BOD, COD dan pH serta menentukan peruntukan air hasil pengolahan

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

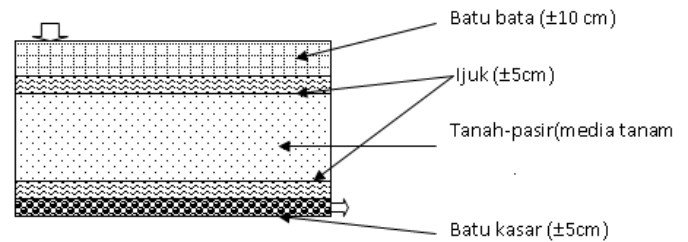
Penelitian laboratorium dilakukan di laboratorium kimia lingkungan Jurusan Kimia FMIPA Unud sedangkan limbah yang akan diolah diambil dari

perairan di Desa Pedungan dan Pemogan, Denpasar Selatan. Penelitian berlangsung dari bulan Juni hingga September 2004.

Bahan dan Alat Penelitian

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah berbagai jenis taes-talesan yang ditanam dalam bak dengan susunan tertentu. Sampel berupa air yang diambil dari perairan yang terkontaminasi limbah pencelupan diolah dengan sistem biofiltrasi dengan konsep taman. Proses yang terjadi dalam unit biofiltrasi mengandalkan pada sistem risosfir akar yang dikombinasikan dengan penyaringan pasir.

Unit pengolahan berupa bak (tempat semaian) yang berukuran 100 x 50 cm² dengan kedalaman 40 cm yang dilengkapi dengan saluran pemasukan dan pengeluaran (sampling port). Kontruksi unit pengolahan limbah pencelupan kain disusun dengan lapisan-lapisan dari bawah keatas berturut-turut kerikil kasar setebal 5 cm, ijuk 5 cm, campuran pasir halus dan tanah(dengan bahan organik) setebal 25 cm, ijuk 5 cm dan batu bata atau batu apung setebal 10 cm. Pada lapisan tanah (campuran) akan ditanam tumbuh-tumbuhan yang berperan menciptakan risosfer akar untuk pertumbuhan mikroba perombak maupun sebagai penyerap. Jarak Tanam diatur dengan disesuaikan terhadap panjang dan lebar akar sehingga seluruh lapisan tanam terisi oleh risosfer secara merata.



Gambar 1. Susunan bahan dan sistem penyerap bak percobaan

Parameter yang Diamati dan Cara Pengumpulan Data

Parameter yang akan diamati selama penelitian ini adalah BOD (kebutuhan oksigen biologi), COD (kebutuhan oksigen kimia), kemasaman (pH). Sampel air (limbah cair) yang akan diproses diambil dari perairan tempat pembuangan limbah pencelupan di Desa Pemogan dan Pedungan, lalu diangkut dengan drum plastik ke laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Unud. Limbah dialirkan secara perlahan-lahan melalui saluran pemasukan yang tersebar di permukaan bedengan. Pengambilan contoh air hasil proses pengolahan dilakukan setelah pemajangan (waktu tinggal atau retensi) masing-masing 3 hari, 10 hari dan 21 hari dari awal pengisian, sampel diambil melalui sampling port dan ditampung dengan botol steril 250 ml dan 1500 ml. Pemeriksaan dilakukan di laboratorium analitik Jurusan Kimia FMIPA Unud.

Data pengukuran parameter dari berbagai waktu retensi ditabulasi dan disajikan dalam tabel dan grafik. Perhitungan efektivitas masing-masing waktu

retensi dihitung dalam persen dengan persamaan berikut:

$$(A-B)$$

$$\text{Persen Efektivitas} = \frac{\text{-----}}{A} \times 100\%$$

A = nilai sebelum disaring, dengan syarat

A ≠ 0

B = nilai sesudah disaring

HASIL DAN PEMBAHASAN

BOD

Kebutuhan oksigen biologi atau Biological Oxygen Demand (BOD) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk merombak bahan organik dalam volume air tertentu secara biologis. Air dengan BOD tinggi menunjukkan defisiensi oksigen sehingga tidak mampu mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen. Proses penyaringan pada penelitian ini mampu menurunkan nilai BOD sampel baik pada retensi waktu 3, 10 dan 20 hari. Hasil pemeriksaan BOD ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai BOD dengan proses penyaringan 3, 10 dan 20 hari

Ulangan	Awal	Bak Penampungan	3 hari	10 hari	20 hari
I	91,03	53,42	13,58	11,32	6,11
II	91,03	53,42	12,76	10,84	5,46
III	91,03	53,42	13,11	11,43	5,81
Rata-rata			13,15	11,19	5,79

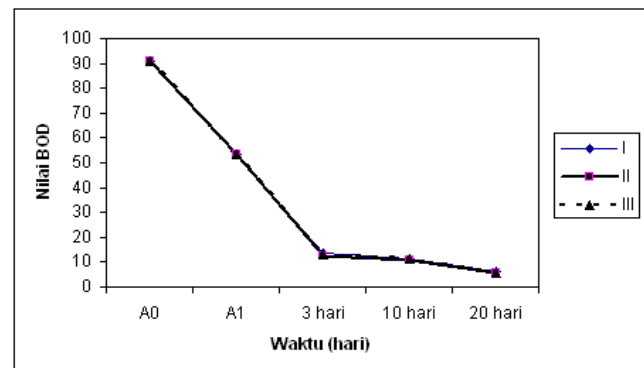
Nilai BOD mengalami penurunan selama proses penyaringan. Penurunan terjadi pada ketiga retensi waktu 3, 10 dan 20 hari. Pemajangan dengan retensi waktu 20 hari memberikan nilai BOD

terendah yaitu rata-rata 5,79 (dibawah baku mutu air golongan B), sedangkan pemajangan dengan waktu retensi 10 hari dan 3 hari masing-masing memberikan nilai 11,19 dan 13,15 (diatas baku mutu air golongan B). Hal ini berarti retensi waktu 20 hari paling efektif dalam menurunkan nilai BOD, yang menunjukkan telah terjadi proses perombakan bahan organik tertinggi pada retensi waktu tersebut. Efektivitas penurunan nilai BOD dari ketiga retensi waktu ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Efektivitas penurunan nilai BOD pada retensi waktu 3, 10 dan 20 hari

Ulangan	Efektivitas (%)		
	3 hari	10 hari	20 hari
I	85,08	87,56	93,28
II	85,98	88,09	94,00
III	85,59	87,44	93,61
Rata-rata	85,55	87,69	93,63

Efektivitas penurunan nilai BOD tertinggi (93,63) pada 20 hari, maka untuk memperoleh nilai BOD air dibawah baku mutu air golongan B diperlukan waktu proses pemajangan pada bak penyaringan selama 20 hari.



Gambar 2. Kurva nilai BOD keadaan awal, penampungan, retensi waktu 3, 10 dan 20 hari

COD

Kebutuhan oksigen kimia atau Chemical Oxygen Demand (COD) yaitu banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi senyawa-senyawa kimia. Perairan sungai di Desa Pemogan dan Pedungan memiliki nilai COD yang relatif tinggi yaitu rata-rata sebesar 134,67. Data hasil pemeriksaan COD sampel air dari berbagai waktu proses penyaringan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai COD dengan proses penyaringan 3, 10 dan 20 hari

Ulangan	Awal	Bak Penampunan	3 hari	10 hari	20 hari
I	134,67	133,82	73,66	60,71	58,16
II	134,67	133,82	79,53	63,73	58,45
III	134,67	133,82	76,84	59,71	59,11
Rata-rata			76,68	61,38	58,57

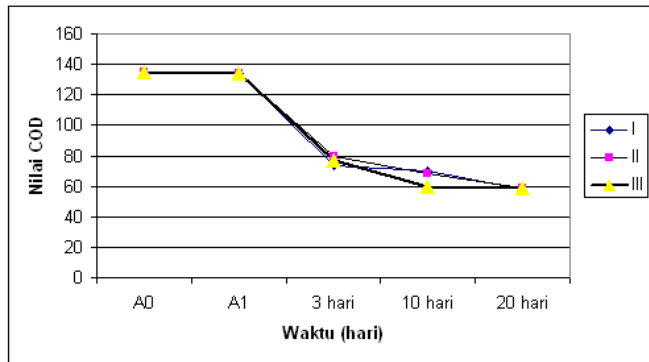
Waktu yang dibutuhkan bak saringan untuk menurunkan nilai COD dinyatakan dalam persen efektif yang ditunjukkan pada Tabel 4. Lama proses penyaringan 20 hari memiliki persen efektivitas tertinggi (nilai COD terendah) yaitu 58,57 sedangkan dengan lama proses penyaringan 10 hari menurunkan nilai COD hingga sebesar 61,38 dan memiliki hasil yang berbeda dengan lama penyaringan 3 hari yaitu sebesar 76,68. Penurunan nilai COD yang tidak begitu besar pada penambahan lama proses penyaringan 10 hari terakhir menunjukkan keterbatasan kapasitas penyaringan terhadap nilai COD.

Tabel 4. Efektivitas penurunan nilai COD pada retensi waktu 3, 10 dan 20 hari

Ulangan	Efektivitas (%)		
	3 hari	10 hari	20 hari
I	45,30	48,24	56,81
II	40,09	48,96	56,59
III	42,94	55,66	56,11
Rata-rata	42,78	50,95	56,50

Bak penyaringan pada penelitian ini belum mampu menurunkan nilai COD hingga dibawah baku mutu air golongan B maupun D, berbeda dengan nilai BOD yang telah mencapai batasan dibawah baku mutu air golongan B (lama penyaringan 20 hari). Hal ini menunjukkan bahwa masih banyak tersisa senyawa-senyawa kimia yang tidak teroksidasi oleh aktivitas mikroba. Dengan demikian kapasitas rizosfer akar masih belum mampu secara maksimal menurunkan nilai COD. Umumnya pada berbagai kondisi lingkungan nilai COD lebih besar dari nilai BOD, hal ini disebabkan disamping jumlah senyawa kimia yang dioksidasi juga menyangkut persenyawaan yang lebih luas.

Berbagai cara dilakukan untuk menurunkan nilai COD air limbah seperti penggunaan $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ dan penambahan nutrisi. Menurut Idiyanti dkk, 1995 penambahan nutrisi kedalam sistem penyaringan akar dapat menurunkan nilai COD rata-rata 73 % dalam retensi waktu 1 hari.



Gambar 3. Kurva nilai COD keadaan awal, penampungan, retensi waktu 3, 10 dan 20 hari

Nilai pH

Kondisi pH air ditentukan oleh konsentrasi ion hidrogen dalam air. pH yang rendah mencirikan kondisi perairan yang cenderung asam, hal ini disebabkan karena adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat. Sebaliknya pH tinggi disebut juga kondisi basa disebabkan karena kehadiran karbonat, hidroksida dan bikarbonat. Dinamika asam-basa pada suatu perairan ditentukan oleh adanya konstituen pengikat kation-anion. Dinamika pH air mempengaruhi tersedianya hara, toksisitas unsur serta jenis komunitas jasad renik maupun kehidupan lainnya.

Perubahan nilai pH ketika sampel diambil hingga lama waktu penyaringan 20 hari masih berada dalam batasan baku mutu air minum. Lama proses penyaringan 3, 10 dan 20 hari menunjukkan sedikit kecenderungan peningkatan nilai pH. Umumnya kerja bakteri optimal pada kisaran pH 7,0 – 7,4, hal ini sejalan dengan proses penyaringan terlama yaitu 20 hari

dengan pH 7,0 memiliki efek penurunan nilai BOD dan COD tertinggi.

Tabel 5. Nilai pH dengan proses penyaringan 3, 10 dan 20 hari

Ulangan	Awal	Bak Penampungan	3 hari	10 hari	20 hari
I	6,8	7,2	6,9	7,1	7,2
II	6,8	7,2	6,9	6,9	6,9
III	6,8	7,2	6,8	6,9	6,9
Rata-rata			6,87	6,97	7,00

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Lama proses penyaringan 20 hari memberikan efektivitas rata-rata penurunan BOD sebesar 93,63% dengan nilai 5,79 yaitu dibawah baku mutu air golongan B.
2. Proses penyaringan tanaman selama 20 hari memberikan nilai COD sebesar 58,57 masih berada di atas baku mutu air golongan B, dengan efektivitas penurunan sebesar 56,50 %.
3. Perpanjangan waktu penyaringan dari 3, 10 dan 20 hari menunjukkan kecenderungan perubahan pH ke arah netral.

Saran

Penelitian mengenai peran mikroba dalam rizosfer akar perlu dilakukan untuk meningkatkan peran mikroba tersebut dalam menurunkan nilai COD.

DAFTAR PUSTAKA

- Brink, R.H. 1981. Biodegradation of Organic Chemicals in the Environment.

- (Environmental Health Chemistry, James. D. Mc.Kinney ed.). Amm Arbor Science Publisher Inc. Collingwood. P. 75.
- Cooper, P.F., D.A. Hobson and Susan Jones. 1990. Sewage Treatment by Reed Bed System. J. IWEM. 1989.3.
- Idiyanti,T., S. Aiman, R. Trisnamurti dan S.Inijah. 1995. Pengolahan Sistem Kontinu Air Limbah Industri Herbisida dengan Lumpur Aktif. Prosiding Lokakarya Nasional Mikrobiologi Lingkungan. Hal 104 – 113.
- Saeni,M.S. 1986. Kemampuan Saringan Pasir, Ijuk dan Arang dalam meningkatkan Kualitas Fisik dan Kimia Air DAS Ciliwung. Disertasi Fakultas Pascasarjana IPB, Bogor.
- Suhendrayatna, 2001. Bioremoval logam berat dengan menggunakan mikroorganisme; suatu kajian kepustakaan. Seminar on Air Bioteknologi untuk Indonesia abab 21 : 1 – 14 Februari 2001. Sinergi forum PPI Tokyo Institute Technology.
- Mason, C.F. 1992. Biological of Freshwater Pollution. Second edition. Longman Scientific & Technical. John Wiley & Sons. New York.
- Kokoszka, L.C. dan Flood, J.W. 1989. Environmental Management Handbook. Marcel Dekker. New York.
- King, R.B., G.M. Long and J.K. Sheldon. 1992. Practical Enviromental Bioremediation . Lewis Publisher. London.
- Smith, S., K.H.M. Kwan dan S. Mannings. 1992. Bioavailability and accumulated forms of trace metals in plants.dalam E.Merian and W.Haerdi ed. Metal Compaunds In Enviroment and Life.Science and technology Letters, UK and Science Reviews Inc.USA.