

PENGEMBANGAN FITOREMEDIASI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR LIMBAH HASIL PENGOLAHAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SUWUNG

N.L.P Mahendra Dewi¹⁾, Made Sudiana Mahendra¹⁾, I.W. Budiarsa Suyasa²⁾

¹⁾Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Udayana

²⁾Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Udayana

Email : bobo_mahen@yahoo.co.id

ABSTRACT

Growing population and tourism activity in Bali Island increases quantity of waste water and resulting in degradation of sanitation quality, especially in the growth centre such as Kuta, Denpasar and Sanur areas. Suwung Waste Water Treatment Plant is one of facility available for domestic waste water in Bali. It needs improved treatment to process domestic waste water before it releases to the environment. Phytoremediation is one of treatment that use plant to cooperate with microorganisms in medium to transform contaminants becoming harmless.

This research was conducted from June – August 2012 in Suwung Wastewater Treatment Plant using Taro plant and media form of pebbles and small natural stone. Acclimatized plant was prepared to make sure it can be ascertained and able to grow in tubs processing. Samples were taken 7 times in 24 hours, aiming to know effectiveness of phytoremediation system and to determine the most optimal detention time to reduce concentration of BOD, COD and Amonia.

The result showed that treatment with phytoremediation system was effective for the reduction of BOD value with the highest effectiveness value of 84.29%, COD obtained the highest effectiveness value of 78.19% and ammonia got highest effectiveness value of 83.12%. Calculation of most optimal detention time for waste water was 6 hours for BOD, while for COD was obtained after 8 hours and 10 minutes and ammonia was obtained after 8 hours and 9 minutes.

Comparison of result of waste water quality with waste water quality standard according to Bali Governor Act Number 8, year 2007, BOD and COD concentration complied the quality standard but for ammonia parameter was above waste water quality standard.

Keywords : Phytoremediation, effectiveness and detention time, waste water quality.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas pariwisata di Pulau Bali berpengaruh terhadap peningkatan jumlah limbah sebagai hasil akhir dari aktivitas tersebut. Kondisi ini juga akan berdampak terhadap penurunan kualitas sanitasi lingkungan di Pulau Bali, terutama di pusat-pusat pertumbuhan seperti di wilayah Kuta, Sanur dan Denpasar.

Menurut Mahida (1993), limbah adalah sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat yang terdiri dari air yang telah dipergunakan serta mengandung bahan organik dan non organik. Bahan organik yang terkandung dalam limbah umumnya terdiri dari bahan nitrogen, lemak, karbohidrat dan sabun. Limbah dari suatu kegiatan sering tidak terkontrol sehingga kemampuan lingkungan untuk mendegradasi limbah akan menurun, maka akan berakibat menurunnya kualitas lingkungan Wardana (1995). Adanya pengolahan limbah diperlukan agar limbah yang dihasilkan mempunyai kualitas yang sama dengan kualitas air lingkungan dan memenuhi standar baku mutu sesuai dengan

peruntukannya.

Untuk mengantisipasi kerusakan lingkungan akibat limbah domestik maka perlu dilakukan usaha-usaha pengelolaan lingkungan melalui perbaikan sistem pembuangan limbah yang memadai melalui teknologi pengolah limbah yang bersifat ramah lingkungan. Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung (IPAL Suwung) merupakan usaha pengolahan limbah cair yang dikelola secara bersama oleh Pemerintah Provinsi Bali, Pemerintah Kota Denpasar serta Pemerintah Daerah Kabupaten Badung untuk mengolah limbah rumah tangga pada wilayah Denpasar, Sanur dan Kuta. Pengolahan air limbah ini menggunakan sistem *aerated lagoon* dan *sedimentation pond*. Mulai beroperasi pada tahun 2008 dan hingga bulan Maret tahun 2012, kapasitas limbah yang telah diolah rata-rata sebesar 22.000 m³/hari (UPT PAL, 2012).

Berdasarkan hasil analisis kualitas air limbah *effluent* IPAL Suwung selama bulan Januari-Juni 2012, terlihat adanya kenaikan parameter BOD₅ (10,50 mg/L pada bulan Januari menjadi 45,48mg/L pada bulan Juni) dan COD (61,88 mg/L pada bulan

januari menjadi 200,49 mg/L pada bulan Juni). Hal ini disebabkan oleh pengoperasian seluruh aerator yang tidak dapat dilakukan secara bersamaan sehingga pencampuran air limbah pada kolam aerasi tidak terjadi secara merata pada seluruh bagian kolam aerasi. Selain itu, pengoperasian *holding tank* sebagai sarana pelayanan pembuangan lumpur tinja juga meningkatkan jumlah bahan organik dan anorganik ke dalam kolam pengolahan. Kondisi ini berdampak terhadap menurunnya tingkat pemisahan antara air dengan bahan organik yang terdapat dalam air limbah serta berkurangnya jumlah oksigen yang berguna untuk kehidupan bakteri dalam kolam aerasi.

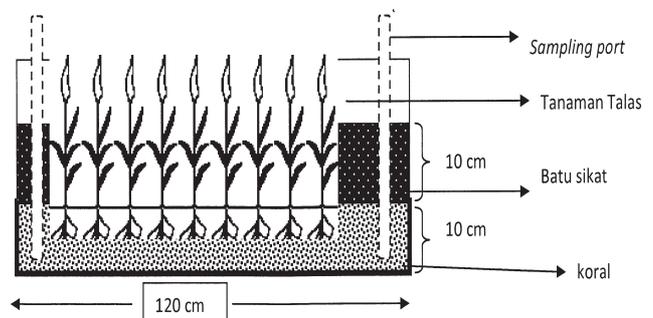
Salah satu upaya untuk mengurangi jumlah bahan organik dan anorganik yang terlepas ke lingkungan adalah dengan penambahan sistem untuk pengolahan limbah cair pada *effluent*. Sistem yang ramah lingkungan serta tidak memanfaatkan bahan kimia yang dapat diaplikasikan pada *effluent* IPAL Suwung adalah fitoremediasi. Fitoremediasi (*phytoremediation*) merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) yang dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi berkurang atau tidak berbahaya. Tanaman yang dapat dipergunakan untuk fitoremediasi adalah tanaman dari family *Aracea* yaitu tanaman Talas (*Colocasia esculenta*). Tanaman talas dapat hidup pada daerah dengan curah hujan tinggi maupun daerah dengan curah hujan rendah (Bappenas, 2000). Tanaman talas memiliki perakaran serabut sehingga hal ini dapat membantu untuk menciptakan rizosfer akar untuk pertumbuhan mikroba perombak maupun sebagai penyerap (Suyasa dan Wahyu, 2007). Sehingga, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas sistem fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman Talas (*Colocasia esculenta*) serta waktu tinggal yang optimal untuk menurunkan kandungan BOD (mg/L), COD (mg/L), Amonia (mg/L) pada *effluent* IPAL Suwung.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung Jalan By Pass Ngurah Rai No 90 Denpasar Bali dan Laboratorium Analitik Universitas Udayana bulan Juni - Agustus 2012. Variabel yang diukur terdiri variabel bebas yaitu tanaman talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)), batu koral berdiameter dua hingga tiga cm dan batu sikat berdiameter satu cm sebagai media. Variabel terikat adalah parameter kualitas air limbah seperti pH, suhu, DO, BOD, COD dan Amonia.

Pada tahap awal dilakukan Aklimatisasi tanaman talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) dengan menanam tanaman pada bak yang telah diisi

media batu sikat dan batu koral serta air limbah hingga tanaman dapat tumbuh. Setelah talas dapat tumbuh pada bak pengolahan maka penelitian dimulai dengan pemindahan tanaman pada bak pengolahan yang telah disiapkan. Bak pengolahan berupa bak yang terbuat dari styrofoam yang telah dilapisi dengan bahan kedap air dengan ukuran 120 cm x 35 cm x 25 cm. Konstruksi bak pengolahan disusun dengan lapisan-lapisan dari paling bawah ke atas yaitu batu koral dengan ketebalan 10 cm, batu sikat dengan ketebalan 10 cm serta pipa ukuran 3 dim yang telah dilubangi diletakkan pada bagian ujung-ujung sebagai tempat pengambilan sampel (*port sampling*). Tanaman talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) ditanam pada tengah-tengah antara *sampling port* dengan kedalaman hingga mencapai setengah dari lapisan batu koral. Bak pengolahan seperti tertera pada Gambar 1.



Gambar 1. Susunan bak pengolahan

Air limbah *effluent* IPAL Suwung yang akan dipergunakan, dimasukkan dengan dialirkan dari beberapa masukan pada bagian atas bak pengolahan. Setelah air mencapai ketinggian 22 cm pada bak pengolahan maka pemberian air limbah dihentikan. Jumlah air limbah yang bisa diolah pada bak pengolahan sebanyak 30 liter. Air limbah yang telah dimasukkan, distabilisasi terlebih dahulu selama satu jam. Selanjutnya pengambilan sampel air dilakukan sebanyak tujuh kali dalam rentang waktu 24 jam, dengan perincian yaitu pengambilan dengan rentang waktu tiga jam (sebanyak lima kali pengambilan) dan pengambilan dengan rentang waktu enam jam (sebanyak dua kali pengambilan). Pengambilan sampel dilakukan melalui pipa-pipa penampung air limbah (*port sampling*) pada 2 bak pengolahan utama kemudian dikomposit pada jerigen ukuran 2 liter. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada sampel air dalam 2 bak pengolahan ulangan. Pemeriksaan sampel dilakukan dalam dua tahap yaitu : Pemeriksaan secara *in situ* yaitu pemeriksaan untuk parameter yang sifatnya cepat berubah sehingga harus segera dilakukan pada saat itu juga. Parameter tersebut adalah suhu, pH dan DO (Dahuri, 1993 dalam Sundra, 1997) Sedangkan pemeriksaan parameter yang senyawanya bisa bertahan dalam suhu yang rendah, maka pengukuran dilakukan di Laboratorium Analitik

Universitas Udayana. Parameter yang diukur adalah BOD₅, COD dan Amonia (NH₃-N). Untuk sampel yang tidak dapat dianalisis pada hari tersebut karena keterbatasan waktu, maka sampel disimpan/diawetkan dengan cara didinginkan pada suhu sekitar 4oC (Alaerts dan Santika, 1987).

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan dibuat dan disusun dalam tabel. Penentuan nilai efektivitas dari sistem fitoremediasi maka dipergunakan perhitungan efektivitas sistem pengolahan dengan rumus % efektivitas

$$\% \text{ efektivitas} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\% \quad (1)$$

A = kadar parameter awal

B = kadar parameter akhir

Penentuan waktu tinggal optimal untuk menurunkan kandungan BOD, COD dan amonia bebas berdasarkan pada grafik hasil analisis mempergunakan line chart dengan pendekatan polynomial orde 2 dan untuk mengetahui kualitas air limbah juga digunakan perbandingan kualitas air limbah dengan baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007 (Provinsi Bali, 2007)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas sistem fitoremediasi, waktu tinggal optimal dan perbandingan kualitas air limbah (BOD, COD dan Amonia) dengan Baku Mutu Air Limbah Domestik berdasarkan Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 tahun 2007

3.1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Biological oxygen demand (BOD) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan dalam air (Fardiaz, 1992). Hasil analisis rata-rata, nilai efektifitas BOD pada tiap jam pengambilan sampel serta baku mutu BOD tertera pada tabel 1

Hasil analisis parameter BOD dari air limbah IPAL Suwung yang diberikan perlakuan dengan sistem fitoremediasi seperti terteta pada gambar 2.

Hasil analisis parameter BOD₅ dari air limbah IPAL Suwung yang telah diberikan perlakuan fitoremediasi memperlihatkan bahwa pada tahap stabilisasi selama 1 jam telah terjadi penurunan nilai BOD dari nilai awal sebesar 66,24 mg/L menjadi 12,45 mg/L. Pada jam ke-1 hingga jam ke-3 nilai BOD masih hampir sama, tahap ini kemungkinan masih merupakan tahap adaptasi bakteri dalam air limbah. Pada jam ke 6 terjadi kenaikan nilai BOD sebesar 17,62 mg/L, pada tahap ini merupakan tahap pembiakan cepat dan aktivitas mikroorganisme menguraikan bahan organik dalam air limbah sangat tinggi. Hal ini diikuti oleh penurunan jumlah

Tabel 1 Hasil Analisis, Nilai Efektifitas dan Baku Mutu BOD (mg/L)

Jam ke-	Nilai awal (mg/L)	BOD (mg/L)			Baku Mutu (mg/L)*	Efektivitas Proses (%)
		T1	T2	Rata-Rata		
1	66,24	9,73	15,45	12,59	50	80,99
2		10,82	14,21	12,52	50	81,11
3		13,79	21,44	17,62	50	73,41
4		15,49	12,73	14,11	50	78,70
5		11,93	11,39	11,66	50	82,40
6		13,96	7,91	10,94	50	83,49
7		12,37	8,44	10,41	50	84,29

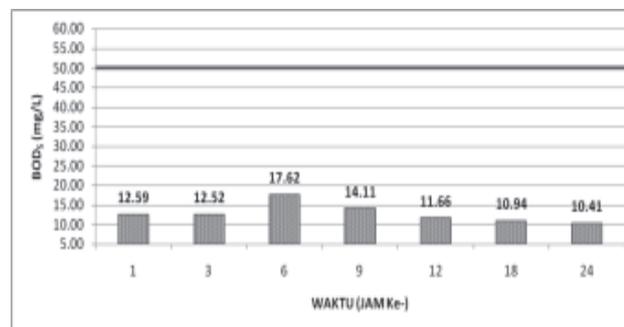
Keterangan :

Nilai awal : Hasil analisis BOD sebelum diberikan perlakuan dengan sistem fitoremediasi

T1 : Sampel komposit pada bak pengolahan 1 dan 2

T2 : Sampel komposit pada bak pengolahan 3 dan 4

* : Baku Mutu air limbah domestik sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007



Gambar 2. Rata-Rata Hasil Analisis BOD₅

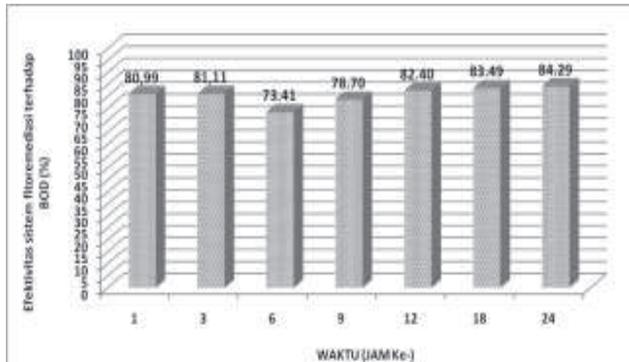
Keterangan:

— : Baku Mutu air limbah domestik berdasarkan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007

oksigen terlarut. *Biological oxygen demand* (BOD) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan dalam air (Fardiaz, 1992). Menurut Sunu (2001), pemanfaatan oksigen yang tinggi ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut. Organisme hidup yang bersifat aerob membutuhkan oksigen untuk beberapa reaksi kimia seperti mengoksidasi bahan organik. Dalam proses fitoremediasi, tanaman kemungkinan akan meningkatkan proses degradasi bahan organik dalam rizosfer dan jumlah mikroba juga dapat meningkat lebih banyak dibandingkan daerah yang bukan rizosfer (Environmental Protection Agency, 2000).

Penurunan nilai BOD mulai terjadi pada jam ke 9 (14,11 mg/L), hal ini menunjukkan penurunan aktifitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik serta penggunaan oksigen terlarut. Penurunan konsentrasi bahan organik dalam sistem *wetland* terjadi karena adanya mekanisme aktivitas mikroorganisme dan tanaman, melalui proses oksidasi bakteri aerob yang tumbuh disekitar rizosfer (Supradata, 2005).

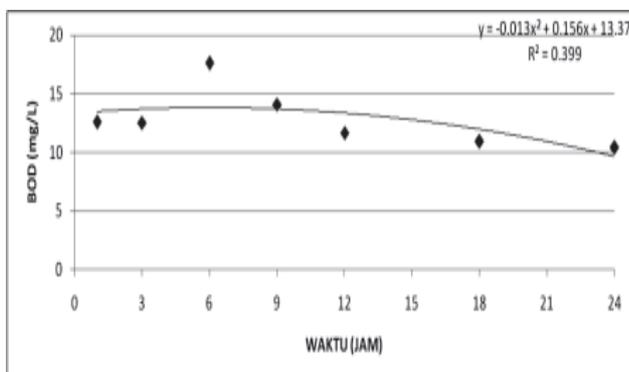
Bahan organik yang telah dicerna/dioksidasi oleh mikroorganisme dari air limbah, maka kebutuhan akan oksigen akan turun (Sugiharto, 2008). Hasil analisis BOD₅ mempengaruhi nilai efektivitas kandungan BOD₅ pada perlakuan fitoremediasi dengan mempergunakan tanaman Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) seperti tertera pada Gambar 3.



Gambar 3. Efektivitas Kandungan BOD₅ Rata-Rata (%)

Perlakuan fitoremediasi terhadap air limbah effluent IPAL Suwung efektif mulai dari jam ke 1. Hal ini terlihat dari hasil analisis BOD yang berada di bawah Baku Mutu air limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Bali nomor 8 Tahun 2007.

Efektivitas sistem fitoremediasi terhadap BOD terendah sebesar 73,41% pada jam ke 6 kemudian naik menjadi 78,70% pada jam ke 9 dan nilai efektivitas tertinggi terjadi pada jam ke 24 yaitu sebesar 84,29%. Semakin rendah nilai BOD maka efektivitas penurunan kandungan BOD dalam sistem fitoremediasi akan semakin tinggi dan sebaliknya. Bahan organik yang terdapat di dalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrisi, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Supradata, 2005).



Gambar 4. Waktu Tinggal Optimal Dalam Menurunkan Kandungan BOD

Berdasarkan hasil pemeriksaan rata-rata BOD, didapatkan waktu tinggal air limbah yang paling optimal untuk penurunan kandungan BOD di dalam keseluruhan sistem fitoremediasi yaitu pada jam ke 6 dengan nilai BOD sebesar 13,83 mg/L. Grafik waktu tinggal optimal air limbah dalam penurunan kandungan BOD tertera pada Gambar 4

Dalam penentuan waktu tinggal mempergunakan persamaan kuadrat $y = ax^2 + bx + c$ dan grafik (*chart*) dengan pendekatan polinomial orde 2. (sumbu y = nilai parameter yang didapat, sedangkan sumbu x merupakan waktu yang diperlukan).

Ø Untuk mendapatkan waktu saat titik puncak

$$\text{terjadi } x = \frac{-b}{2a}$$

Ø Untuk mendapatkan nilai parameter setiap perlakuan dengan memasukkan nilai x yang didapatkan ke persamaan kuadrat yang dihasilkan melalui pendekatan kuadrat

Hasil analisis BOD₅ air limbah yang diberikan perlakuan dengan sistem fitoremediasi dibandingkan baku mutu kualitas air limbah domestik seperti tertera pada Gambar 2.

Biological Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik yang terlarut dan tersuspensi di dalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan buangan (Fardiaz, 1992). Menurut Sunu (2001), analisa BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran dan merancang sistem penanganan limbah secara biologis serta indikator pencemaran organik yang paling banyak digunakan untuk mengendalikan kualitas air.

Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007 tentang baku mutu kualitas air limbah domestik menetapkan nilai BOD₅ air limbah domestik yang diperbolehkan untuk dilepas ke badan perairan sebesar 50 mg/L. Berdasarkan hasil analisis pada keseluruhan sampel yang telah diperiksa menunjukkan bahwa nilai BOD₅ sudah berada di bawah dari baku mutu air limbah yang telah ditetapkan.

3.2. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan atau mengoksidasi limbah organik dan anorganik yang ada dalam air melalui reaksi kimia (Sunu, 2001). Hasil analisis rata-rata, nilai efektifitas serta baku mutu COD tertera pada tabel 2

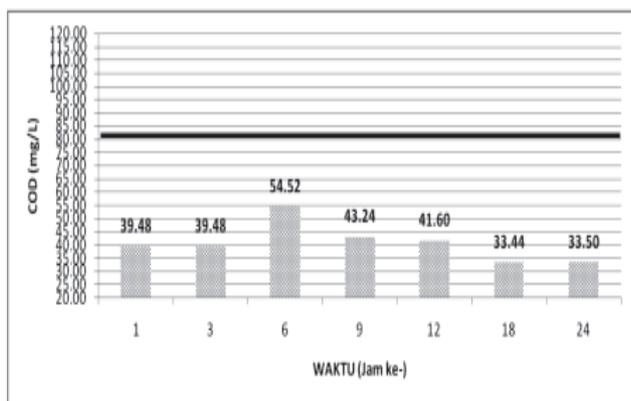
Tabel 2 Hasil Analisis, Efektifitas COD serta Baku Mutu (mg/L)

Jam ke-	COD (mg/L)			Rata-Rata	Baku Mutu(mg/L)*	Efektivitas Proses (%)
	Nilai Awal(mg/L)	T1	T2			
1	153,33	30,08	48,88	39,48	100	74,25
2		33,84	45,12	39,48	100	74,25
3		41,36	67,68	54,52	100	64,44
4		48,88	37,60	43,24	100	71,80
5		46,24	36,96	41,60	100	72,87
6		44,08	22,80	33,44	100	78,19
7		38,11	28,88	33,50	100	78,15

Keterangan :

- Nilai awal : Hasil analisis COD sebelum diberikan perlakuan dengan sistem fitoremediasi
- T1 : Sampel komposit pada bak pengolahan 1 dan 2
- T2 : Sampel komposit pada bak pengolahan 3 dan 4
- * : Baku Mutu air limbah domestik sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007

Hasil analisis COD dalam sistem fitoremediasi dengan tanaman Talas disajikan pada Gambar 5



Gambar 5. Rata-Rata Hasil Analisis COD

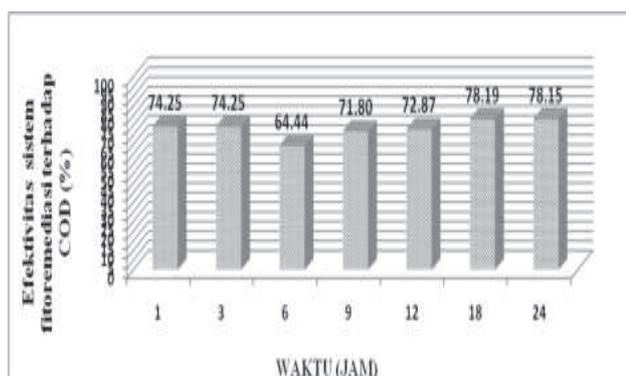
Keterangan:

- Baku Mutu air limbah domestik berdasarkan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007

Perlakuan air limbah effluent IPAL Suwung dengan sistem fitoremediasi menunjukkan nilai COD pada jam ke 1 hingga jam ke 3 memiliki nilai yang sama yaitu 39,48 mg/L, hal ini kemungkinan karena merupakan fase adaptasi bakteri. Memasuki jam ke 6 terjadi peningkatan nilai COD menjadi 54,52 mg/L. Nilai COD mulai menurun dari jam ke 9 (43,24 mg/L) dan nilai paling rendah terjadi pada jam ke 18 (33,44 mg/L). Nilai COD selalu lebih besar dari BOD karena pada uji COD tidak hanya mengukur senyawa organik yang dapat diuraikan melainkan juga mengukur senyawa anorganik (Gintings, 1995).

Penurunan konsentrasi COD yang diikuti oleh penurunan konsentrasi BOD mengindikasikan bahwa bahan organik yang terkandung dalam air limbah sebagian besar merupakan bahan organik yang bersifat biodegradable (dapat diuraikan secara biologis). Air limbah yang diolah merupakan air limbah domestik yang berasal dari kamar mandi,

dapur dan toilet. Komposisi air limbah yang berasal dari kamar mandi dan toilet berupa feses dan urine yang mengandung bahan organik 88-97% (Sugiharto, 2008). Hasil analisis COD dalam sistem fitoremediasi mempengaruhi dalam penentuan efektivitas penurunan kandungan COD, seperti tertera pada Gambar 6.

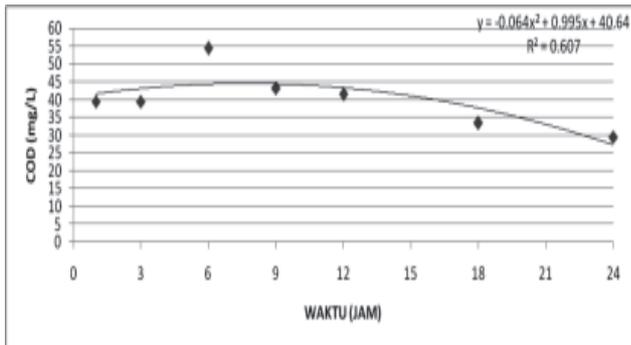


Gambar 6. Efektivitas Penurunan COD Rata-Rata

Efektivitas penurunan kandungan COD pada sistem fitoremediasi dengan mempergunakan tanaman talas mencapai nilai terendah sebesar 64,44% dengan nilai COD tertinggi pada jam ke 6 (Gambar 5) dan nilai efektivitas tertinggi sebesar 78,19% dengan nilai COD terendah pada jam ke 18 (nilai COD paling rendah). Tingginya nilai efektivitas penurunan kandungan COD ini mengikuti tingginya nilai efektivitas penurunan kandungan BOD.

Penentuan waktu tinggal air limbah yang optimal untuk parameter COD dalam sistem fitoremediasi dengan mempergunakan grafik pendekatan polynomial orde 2 maka mendapatkan waktu optimal pada jam ke 8 lebih 10 menit dan nilai COD yang tercapai sebesar 44,5 mg/L. Grafik waktu optimal COD seperti tersaji pada Gambar 7.

Perbandingan hasil analisis kandungan COD pada air limbah yang diolah dengan sistem fitoremediasi dengan baku mutu kualitas air limbah



Gambar 7. Waktu Optimal COD Dalam Sistem fitoremediasi

domestik seperti terlihat pada Gambar 5. Berdasarkan perbandingan hasil analisis COD dengan Peraturan Gubernur Bali Nomor Tahun 2007 menetapkan standar baku mutu kualitas air limbah domestik untuk COD dengan nilai maksimal sebesar 100 mg/L didapatkan bahwa keseluruhan sampel air limbah yang telah diperiksa yang menunjukkan nilai COD yang berada di bawah dari baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini sejalan dengan nilai BOD yang didapatkan. Pada pemeriksaan BOD dan COD mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik, namun Keuntungan dari pemeriksaan COD adalah menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada pengujian BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi pada pemeriksaan COD (Fardiaz, 1992).

3.3. Amonia (NH₃-N)

Amonia merupakan ciri khas dari air limbah domestik. Hal ini disebabkan karena senyawa amonia merupakan produk utama dari penguraian limbah nitrogen seperti pada *urine* dan *feses* yang masuk ke

Tabel 3 Hasil Analisis, Nilai Efektivitas dan Baku Mutu COD (mg/L)

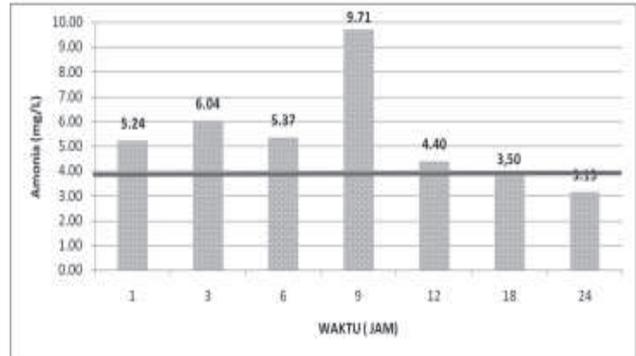
Jam ke-	Nilai awal (mg/L)	COD (mg/L)			Baku Mutu (mg/L)*	Efektivitas Proses (%)
		T1	T2	Rata-Rata		
1	153,33	30,08	48,88	39,48	100	74,25
2		33,84	45,12	39,48	100	74,25
3		41,36	67,68	54,52	100	64,44
4		48,88	37,60	43,24	100	71,80
5		46,24	36,96	41,60	100	72,87
6		44,08	22,80	33,44	100	78,19
7		38,11	28,88	33,50	100	78,15

Keterangan :

- Nilai awal : Hasil analisis COD sebelum diberikan perlakuan dengan sistem fitoremediasi
- T1 : Sampel komposit pada bak pengolahan 1 dan 2
- T2 : Sampel komposit pada bak pengolahan 3 dan 4
- * : Baku Mutu air limbah domestik sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007

dalam sistem pengolahan air limbah. Hasil analisis rata-rata, nilai efektifitas BOD pada tiap jam pengambilan sampel serta baku mutu BOD tertera pada tabel 3

Grafik hasil analisis amonia yang diolah dengan sistem fitoremediasi tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Rata-Rata Hasil Analisis Amonia (NH₃-N)

Keterangan:

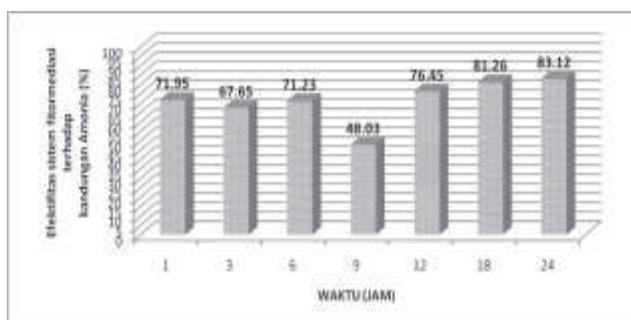
- : Baku Mutu air limbah domestik berdasarkan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007

perlakuan air limbah hasil IPAL Suwung dengan sistem fitoremediasi menunjukkan parameter amonia pada jam ke 1 hingga ke 3 terjadi kenaikan nilai amonia dari 5,24 mg/L menjadi 6,04 mg/L. Pada fase ini kemungkinan merupakan fase adaptasi bakteri dalam menguraikan bahan organik. Kemudian terjadi penurunan pada jam ke 6 dan terjadi kenaikan yang pesat pada jam ke 9 sebesar 9,71 mg/L. Hasil penguraian bahan organik oleh bakteri yaitu berupa unsur-unsur hara diantaranya Nitrogen (N) dan Fosfor (P). Nitrogen dalam air limbah pada umumnya terdapat dalam bentuk organik dan oleh bakteri dirubah menjadi amonia (Ginting, 1995).

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH₄⁺ pada pH rendah. Amonia dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja, serta dari oksidasi bahan organik secara mikrobiologis yang berasal dari alam atau air buangan penduduk. Senyawa nitrogen seperti Amonia, amonium, nitrat dan nitrit adalah senyawa yang terlarut (Alaerts dan Santika, 1987).

Pada jam ke 12 hingga jam ke 24 terjadi penurunan amonia. Hal ini karena bahan organik yang dirubah menjadi amonia, telah dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat. Nilai amonia terendah yaitu pada jam ke 24 sebesar 3,15 mg/L. Penurunan kandungan amonia dalam 20 liter air tanah juga dapat dilakukan dengan mempergunakan enceng gondok. Satu rumpun enceng gondok dapat menurunkan amonia hingga mendekati nol dalam waktu 7 hari sedangkan 5 rumpun enceng gondok dapat menyerap amonia dalam waktu 5 hari (Djenar dan Herawati, 2008). Menurut Waite, 1984 dalam Sasongko, 2006), amonia masuk ke dalam perairan

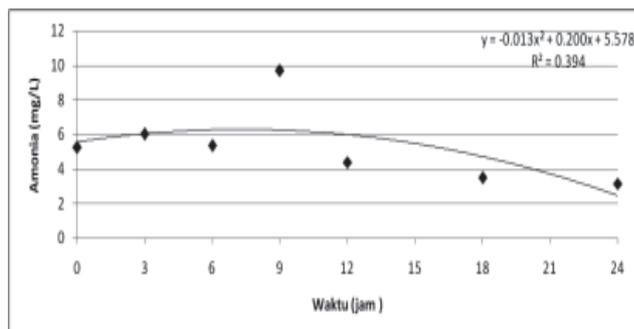
melalui pembusukan organisme yang sudah mati dan limbah serta pengikatan nitrogen atmosferik oleh bakteri. Selanjutnya amonia secara cepat dioksidasi dengan memanfaatkan ketersediaan oksigen terlarut dalam air menjadi nitrit dan nitrat. Proses ini dimediasi oleh bakteri nitrosomonas dan nitrobacter yang secara esensial menghasilkan energi dari proses oksidasi tersebut. Nitrosomonas berfungsi sebagai mediator oksidasi amonia menjadi nitrit sedang nitrobacter berfungsi sebagai mediator oksidasi nitrit menjadi nitrat. Dengan demikian nitrifikasi amonia potensial terjadi pada kondisi aerobik, sehingga memberi dampak terhadap penurunan kandungan oksigen terlarut dalam air. Adapun waktu yang dibutuhkan dalam sistem fitoremediasi untuk menurunkan kandungan amonia dinyatakan dalam persen efektif seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Efektivitas Sistem fitoremediasi dalam menurunkan kandungan Amonia (NH3-N)

Proses penurunan kandungan amonia dalam sistem fitoremediasi memiliki efektivitas tertinggi sebesar 83,12% pada jam ke 24 sedangkan efektivitas terendah sebesar 48,03% pada jam ke 9.

Berdasarkan hasil analisis amonia dan grafik (chart) dengan pendekatan polynomial orde 2 maka didapatkan waktu tinggal optimal amonia di dalam sistem fitoremediasi. Waktu tinggal optimal menggambarkan waktu yang paling terbaik untuk terjadinya proses penguraian nitrogen dalam air limbah oleh bakteri menjadi amonia, sehingga waktu tinggal optimal amonia dalam sistem fitoremediasi didapatkan yaitu pada jam ke 8 lebih 9 menit dan nilai amonia yang dicapai yaitu 6,34 mg/L. Waktu tinggal optimal amonia seperti tertera pada Gambar 10.



Gambar 10. Waktu tinggal optimal Amonia

Berdasarkan perbandingan hasil analisis amonia dengan baku mutu amonia dalam Peraturan Gubernur Bali Nomor Tahun 2007 tentang Baku Mutu Kualitas Air Limbah Domestik menetapkan nilai amonia sebesar 1 mg/L yang telah ditetapkan, didapatkan bahwa keseluruhan sampel yang diperiksa, kadar amonia yang didapatkan masih melampaui baku mutu yang telah ditetapkan.

Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur. Proses penguraian bahan organik melalui oksidasi oleh bakteri aerobik, maka bahan organik akan dipecah menjadi gas karbon dioksida, air dan gas amoniak (Wardana, 1995). Menurut Effendi (2003), dekomposisi bahan organik terjadi melalui dua tahap. Pada tahap pertama, bahan organik diuraikan menjadi bahan anorganik. Pada tahap kedua, bahan anorganik yang tidak stabil mengalami oksidasi menjadi bahan anorganik yang lebih stabil, misalnya amoniak mengalami oksidasi menjadi nitrit dan nitrat. Senyawa nitrogen seperti amonia, nitrat dan nitrit adalah senyawa yang terlarut (Alaerts dan Santika, 1987).

Proses penguraian amonia dalam siklus nitrogen terjadi dalam beberapa tahap sebagai berikut : (a). tahap fiksasi nitrogen, (b) tahap asimilasi (c) tahap amonifikasi tumbuhan atau hewan mati, dimana nitrogen organik diubah menjadi amonium (NH4+) oleh bakteri dan jamur, (d) tahap nitrifikasi (pada tahap ini. bakteri nitrifikasi seperti Nitrosomonas mengoksidasi amonium (NH4+) dan mengubah amonia menjadi nitrit (NO2-), sedangkan bakteri Nitrobacter berperan untuk oksidasi nitrit menjadi nitrat (NO3-) dan (e) tahap denitrifikasi atau proses reduksi nitrat untuk kembali menjadi gas nitrogen. Denitrifikasi umumnya berlangsung melalui beberapa kombinasi dari bentuk peralihan sebagai berikut: NO3" ? NO2" ? NO + N2O ? N2 (g) (Ernawan, 2012).

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

1. Perlakuan dengan sistem fitoremediasi terhadap air limbah hasil IPAL Suwung sudah efektif untuk penurunan nilai BOD dengan nilai efektivitas proses sebesar 84,29% dan nilai efektivitas baku mutu sebesar 79,19%. Untuk parameter COD, perlakuan dengan fitoremediasi juga sudah mendapatkan efektivitas proses sebesar 78,19% dan nilai efektivitas baku mutu sebesar 66,56% dan pada parameter amonia mendapatkan nilai efektivitas proses sebesar 83,12 % sedangkan nilai efektivitas baku mutu sebesar -215,40% (tidak efektif terhadap baku mutu)

2. Perlakuan air limbah *effluent* IPAL Suwung dalam sistem fitoremediasi mendapatkan waktu tinggal optimal air limbah untuk parameter BOD yaitu pada jam ke 6. Waktu tinggal optimal pada parameter COD didapatkan pada 8 jam 10 menit dan pada parameter Amonia didapatkan waktu tinggal optimal setelah 8 jam 9 menit.
3. Kualitas air hasil IPAL Suwung yang diberikan perlakuan dengan fitoremediasi dibandingkan dengan baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Gubernur Bali No 8 Tahun 2007 mendapatkan hasil yaitu parameter BOD dan COD sudah berada di bawah dari baku mutu yang telah ditetapkan, namun parameter Amonia belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

4.2. Saran

1. Perlakuan dengan sistem fitoremediasi dapat menurunkan kandungan BOD dan COD di bawah baku mutu air limbah domestik dengan waktu kurang dari 24 jam, sedangkan untuk parameter amonia belum mampu diturunkan agar berada di bawah baku mutu dalam waktu kurang dari 24 jam. Maka disarankan untuk penambahan waktu dalam stabilisasi air limbah serta penambahan pengolahan berbasis saringan
2. Kandungan amonia dari air limbah yang di olah dengan memanfaatkan tanaman Talas masih berada diatas baku mutu. Sehingga perlu dicoba untuk membuat susunan tanaman yang lebih rapat guna memperluas risosfer akar untuk perlekatan mikroba serta penambahan tanaman yang mampu menyerap amonia.
3. Diperlukan pengujian bakteri patogen sebelum air limbah dilepas ke lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan S.S. Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya
- BAPPENAS. 2000. Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Tentang Budidaya Pertanian. (Online). Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Jakarta.
- Djenar, Nancy Sita dan Herawati Budiastuti. 2008. Absorpsi Polutan amoniak Di Dalam Air Tanah Dengan Memanfaatkan Tanaman enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Spektrum Teknologi*: 15(2) : Hal 97-103.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2000. Introduction to Phytoremediation. National Risk Management Research Laboratory. Office of Research and Development. U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio.
- Ernawan, Y. 2012. Daur Nitrogen (online) Available at : <http://yoniernawan.blogspot.com/2012/09/daur-nitrogen.html>
- Diakses tanggal 9 Februari 2013
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Polusi Udara*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Gintings, P. 1995. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- UPT Pengelolaan Air Limbah. 2012. Laporan Operasional IPAL Suwung. Denpasar.
- Mahida, U.N. 1993. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Rajawali Press. Jakarta.
- Provinsi Bali. 2007. Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup. Provinsi Bali.
- Sasongko. L.A. 2006. Kontribusi Air Limbah Domestik Penduduk Di Sekitar Sungai TUK Terhadap Kualitas Air Sungai Kaligarang Serta Upaya Penanganannya (Studi Kasus Kelurahan Sampangan dan Bendan Ngisor Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang). (Tesis). Universitas Diponegoro. Semarang
- Sugiharto. 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.
- Sundra, K. 1997. Pengaruh Pengelolaan Sampah Terhadap Kualitas Air Sumur Gali Di Sekitar Tempat Pembuangan Sampah Suwung, Denpasar, Bali. Tesis. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Sunu, P. 2001. *Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan ISO 14001*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Supradata. 2005. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius*, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands). (Tesis). Semarang. Universitas Diponegoro.
- Suyasa, I.W. Budiarsa dan Wahyu D. 2007. Kemampuan Sistem Saringan Pasir-Tanaman Menurunkan Nilai BOD dan COD Air Tercemar Limbah Pencelupan. *Ecotrophic*: 2 (1): hal 1-7.
- Wardhana, A.W. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta