

PEMANFAATAN KIAMBANG (*Salvinia molesta* D. Mitch) UNTUK FITOREMEDIASI LIMBAH ORGANIK PULP DAN KARATS

Iwan Simatupang¹, Siti Fatonah², Dyah Iriani²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Biologi FMIPA UR

²Dosen Jurusan Biologi FMIPA UR

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

Simatupangiwan90@gmail.com

ABSTRACT

Paper industry produce water wastethat contain organic and inorganic compounds. The efforts to control the pollution caused by waste is carried out using phytoremediationsuch as the use of *Salvinia molesta*(kiambang). The purpose of this research was to improve the quality of water in liquid organic water and paper pulp. The study used a completely randomized design (CRD) with five dilution treatment 25%, 50%, 75% and 100% and control (0%) for 15 days. Data were analyzed using ANOVA and followed by DMRT at 5% level. The results showedthat kiambang grown on paper and pulp wastecould improve the quality of waste at 25%concentrations, withincreasing DO content from 5 ppm to 16 ppmabove DO content of nomal water. Kiambang plant could absorb organic compounds and improved the value of DO while BOD, COD and TSS didn't reach the water quality standard yet for all treatments. However, for 25% and 50% concentration gave a closer result to the water quality standard.

Keywords: kiambang (*Salvinia molesta* D. Mitch), phytoremediation, pulp and paper industry

ABSTRAK

Industri kertas menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa organik dan anorganik. Upaya untuk mengatasi pencemaran akibat limbah dilakukan dengan cara fitoremediasi menggunakan tanaman *Salvinia molesta* (kiambang). Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan kualitas air pada air limbah organik cair pulp dan kertas. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan pengenceran 25%, 50%, 75% dan 100% serta kontrol selama 15 hari. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan diuji lanjut menggunakan DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan tanaman kiambang yang ditumbuhkan pada limbah pulp dan kertas memperbaiki kualitas limbah pada kosentrasi 25% yaitu meningkatkan kandungan DO dari 5 ppm menjadi 16 ppm yang memenuhi syarat nilai DO yaitu melebihi DO awal air nomal. Tanaman kiambang mampu menyerap senyawa organik dan memperbaiki nilai DO sedangkan untuk kandungan BOD, COD dan TSS belum mencapai baku mutu

perairan pada semua konsentrasi perlakuan limbah tetapi pada konsentrasi 25% dan 50% mendekati baku mutu perairan.

Kata kunci: kiambang (*Salvinia molesta* D. Mitch), fitoremediasi, industri pulp dan kertas

PENDAHULUAN

Banyaknya industri di berbagai wilayah menimbulkan masalah lingkungan antara lain limbah organik dan limbah anorganik. Dampak dari limbah organik cair adalah nilai konsentrasi *Biological Oxygen Demand*(BOD) dan *Chemical Oxygen Demand*(COD) yang tinggi dapat membahayakan sekaligus mematikan bagi ekosistem di perairan, apabila langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. *Total Suspended Solid*(TSS) ke dalam air dapat menimbulkan kekeruhan air, yang menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya, sehingga produktivitas primer perairan menurun. BOD dan COD yang tinggi juga dapat menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan, yang dapat mengakibatkan kematian organisme akuatik dan dampak akhirnya sampai pada puncak dari rantai makanan salah satunya manusia (Soemirat 1994). Oleh karena limbah organik mempunyai dampak yang sangat luas dan sangat merugikan manusia maka perlu dilakukan penanggulangan limbah (Wardana 2001).

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah organik baik dalam bentuk padat dan cair yang jumlahnya cukup besar (Setiadji 2000). Limbah organik industri pulp dan kertas banyak mengandung bahan-bahan

pencemar yang sangat potensial terutama adalah selulosa, hemiselulosa, lignin, resin, asam lemak, dan hormon tumbuhan (Cahyono 2007). Nilai ambang batas BOD, COD dan TSS menurut Peraturan Pemerintah Nomor 03 Tahun 2010 yaitu untuk nilai ambang batasnya COD 100 ppm, BOD 50 ppm, TSS 150 ppm dan kandungan DO air normal 8 ppm. Konsentrasi BOD, COD, TSS dari limbah cair industri kertas PT. Blabak, Jawa Tengah sebesar 1497, 4274, dan 1047 ppm (Isyuniarto *et al.* 2007).

Salah satu teknik yang dianggap lebih efisien dengan biaya yang relatif murah adalah dengan menggunakan tanaman atau lebih dikenal dengan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman untuk mengurangi konsentrasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reaktor maupun *in-situ* (langsung di lapangan) pada tanah atau perairan yang terkontaminasi limbah (Soetrisnanto *et al.* 2012). Limbah cair yang akan diolah ditanami dengan tanaman tertentu yang mampu menyerap, mengumpulkan dan mendegradasi bahan-bahan pencemar tertentu yang terdapat di dalam limbah tersebut. Tanaman air dapat memfilter, mengadsorpsi partikel organik dan mengabsorpsi ion-ion logam yang terdapat dalam air limbah melalui akar (Safitri 2009).

Yulianti *et al.* (2005) menggunakan tanaman *Azolla microphylla* sebagai fitoremediator

limbah organik karet dengan 2 tahap. Tahap pertama tanaman *Azolla microphylla* 50 gram dengan luas tutupan 70% ditumbuhkan pada limbah cair karet selama 7 hari dengan konsentrasi limbah 0 (sebagai kontrol), 25, 50, 75, dan 100%. *Azolla microphylla* pada konsentrasi 25% merupakan pertumbuhan yang paling baik. Tahapan kedua limbah cair yang ditanami *Azolla microphylla* tersebut kemudian digunakan untuk menanam bibit padi (*Oryza sativa* L.) yang berumur 21 hari selama 6 minggu dengan konsentrasi 10, 15, 20, dan 25%. Hasil tidak ada perbedaan yang signifikan untuk semua parameter pertumbuhan akan tetapi terjadi peningkatan kualitas air dengan peningkatan DO dari 1,76 ppm menjadi 7,16 ppm sedangkan pada BOD terjadi penurunan dari 106 ppm menjadi 5,07 ppm dan COD terjadi penurunan dari 205,33 ppm menjadi 103,33 ppm. Tanaman air lainnya yang dapat digunakan sebagai fitoremediator yaitu teratai (*Nymphaeaspp.*) yang dapat menurunkan konsentrasi BOD dari 277 ppm menjadi 62 ppm dan COD dari 200 ppm menjadi 59 ppm dengan waktu 8 hari pada limbah cair jamu (Hadiyanto dan Christwardana 2012). Contoh tanaman lain yaitu kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) selama 12 hari digunakan pada limbah tahu dapat menurunkan kadar BOD dari 5643 ppm menjadi 38 ppm dan COD dari 7250 ppm menjadi 149 ppm (Damayanti *et al.* 2004).

Tanaman yang kemungkinan dapat digunakan sebagai remediator perairan yang terkontaminasi limbah pulp dan kertas adalah kiambang (*Salvinia molesta*). Kiambang merupakan tanaman remediator yang sangat baik dalam meremediasi limbah

organik maupun anorganik karena memiliki sifat hiperakumulator yang tinggi dan pertumbuhan yang sangat cepat (Mcfarland *et al.* 2004). Albaldawi *et al.* (2011) telah melakukan penelitian dengan limbah yang mengandung hidrokarbon dengan menggunakan kiambang pada konsentrasi 8700, 17400, 26000, 34800 dan 43500 ppm selama 2 minggu. Pada konsentrasi 8700 ppm tanaman kiambang 33,33% layu, sedangkan pada konsentrasi 43500 ppm tanaman kiambang 100% mati. Selain sebagai fitoremediator limbah organik tanaman kiambang juga dapat digunakan sebagai fitoremediator limbah anorganik. Penelitian Handayani (2012) menggunakan tanaman kiambang sebagai fitoremediator logam Cu dari larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Setelah ditanam kiambang selama 33 hari terjadi penurunan konsentrasi limbah Cu berurutan dari konsentrasi 0,94, 2,03, 2,98, 3,88, 5,04 ppm menjadi 0,02, 0,38, 1,49, 2,51, 3,36 ppm. Penelitian Permatasari (2009) menggunakan tanaman kiambang pada media air yang tercemar logam Cd dengan modifikasi air lumpur Siduarjo selama 21 hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai akumulasi Cd pada kiambang meningkat dengan bertambahnya waktu. Penurunan paling tinggi pada hari ke-21 sebesar 1,42 ppm. Penggunaan kiambang juga telah dilakukan oleh Widiarso (2011) untuk menurunkan konsentrasi Nikel dari larutan nikel klorida ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dengan 2 konsentrasi yaitu 3,15 ppm dan 5,9 ppm. Setelah ditanam kiambang selama 12 hari mengalami penurunan konsentrasi Nikel menjadi 0,38 ppm dan 2,36 ppm.

Pengolahan limbah industri pulp dan kertas selama ini menggunakan

kolam – kolam penampungan, dan sebelum dikolam penampungan limbah dimasukkan ke *sweatener* setelah itu disaring menggunakan alat *disc filter* sebagai penyaring serat. Setelah penyaringan limbah pulp dan kertas dialiri ke kolam kolam penampungan dan diberi alat aerator untuk menghasilkan oksigen terlarut pada limbah yang akan diberi bakteri. Pada kolam terakhir merupakan kolam indikator dengan pemberian ikan sebagai indikatornya (Masduqi dan Suciningtias 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan kiambang (*Salvinia molesta*) dalam meningkatkan kualitas air pada air limbah organik cair pulp dan kartas

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Juni 2014 sampai Juli 2014 di Rumah Kawat Kebun Biologi FMIPA dan Laboratorium Ekologi Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Simpang Baru Kecamatan Tampan Pekanbaru. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah erlenmeyer 250 ml, erlenpmeyer 1000ml, ember 2 liter diameter 20 cm, timbangan analitik, buret 50 ml, pipet tetes, botol winkler, gelas ukur, plastik, jerigen dan kertas saring Whatman.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*), sampel limbah cair organik pulp dan kertas pada kolam ke-2 yang diambil di daerah Riau, MnSO_4 10 %, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25 N, H_2SO_4 pekat, natrium thiosulfat, larutan FAS, KMnO_4 0.1 N, H_2SO_4 6 M, larutan

NaOH Ki, larutan amilum, indikator fenotralin, aquades, air keran.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor tunggal berupa perlakuan limbah cair organik pulp dan kertas dengan 5 taraf yaitu L1 (0%), L2 (25%), L3 (50%), L4 (75%), dan L5 (100%) dengan ulangan sebanyak 5 kali untuk masing-masing perlakuan.

Tanaman kiambang diambil di kanal perkebunan kelapa sawit yang ada di daerah Buluh Cina, setelah itu tanaman dibawa ke Laboratorium Botani Jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau. Tanaman yang telah dibawa diadaptasikan/ aklimatisasi pada tempat yang baru (ember plastik yang diisi dengan air biasa) selama seminggu.

Air limbah diambil dari industri pulp dan kertas pada kolam ke-2 di daerah Propinsi Riau dengan menggunakan jerigen ukuran 35 liter lalu dibawa ke Laboratorium Ekologi Perairan FAPERIKA Universitas Riau untuk diukur DO, COD, BOD dan TSS awal dan akhir perlakuan tanaman.

Kiambang ditimbang terlebih dahulu dengan timbangan analitik 40 gr untuk masing-masing ember dan ditanam kedalam ember yang telah diberi air limbah pulp dan kertas dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali untuk masing-masing perlakuan dilakukan di Rumah Kawat Kebun Biologi selama 15 hari. Untuk perlakuannya adalah 0% (kontrol), 25% (1:3), 50% (2:2), 75% (3:1), 100% (limbah murni) dengan volume 1,9 liter tiap-tiap ember perlakuan

Pengukuran kualitas limbah organik dianalisis menggunakan ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diuji. Hasil analisis ragam yang berpengaruh nyata diuji lanjut menggunakan Duncan Multi Range Test (DMRT) taraf uji 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Limbah

Kualitas limbah ditandai dengan nilai kandungan yang terdapat di dalam limbah tersebut. Pada limbah organik pulp dan kertas yang menjadi permasalahan adalah DO yang rendah, BOD yang rendah serta nilai COD dan TSS yang tinggi yang menyebabkan organisme yang ada di dalam air tidak dapat berkembang dan lama kelamaan menyebabkan kematian bagi organisme. Hasil ANOVA menunjukkan tanaman kiambang pada berbagai konsentrasi limbah berpengaruh nyata terhadap nilai

DO, BOD, COD dan TSS, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji DMRT taraf 5%. Terjadi peningkatan nilai DO dan BOD menunjukkan kemampuan tanaman kiambang dalam meningkatkan oksigen terlarut sedangkan menurunnya COD dan TSS menunjukkan kemampuan tanaman kiambang dalam menyerap senyawa organik dan anorganik serta padatan tersuspensi.

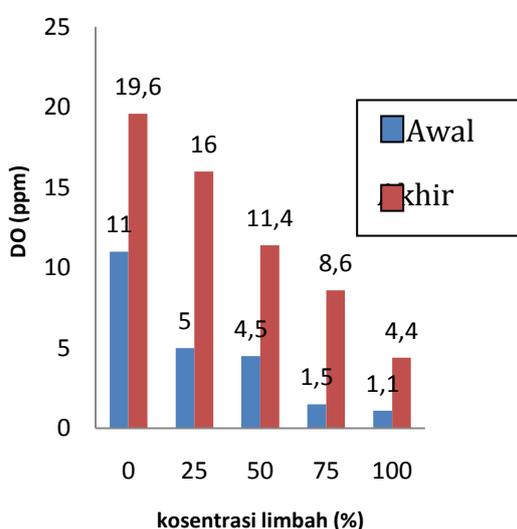
Kualitas limbah setelah ditanami tanaman kiambang mengalami peningkatan DO, serta penurunan COD dan TSS sedangkan pada BOD terjadi peningkatan. Ini karena organisme pengurai pada limbah tinggi sehingga penggunaan oksigen pada limbah juga meningkat dan tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil rerata kualitas limbah pulp dan kertas

Konsentrasi limbah (%)	DO (ppm)		BOD (ppm)		COD (ppm)		TSS (ppm)	
	awal	akhir	Awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir
0	11 ^c	19,6 ^c	80 ^d	108 ^b	450,8 ^a	336 ^b	0 ^a	131 ^b
25	5 ^c	16 ^d	59,2 ^c	87,6 ^b	1142,4 ^b	890,4 ^b	378 ^b	206 ^c
50	4,5 ^b	11,4 ^{bc}	36,8 ^b	41,6 ^a	3494,4 ^c	1108,8 ^d	524 ^c	254 ^d
75	1,5 ^b	8,6 ^b	10,4 ^a	22 ^a	3292,8 ^c	1512 ^c	610 ^d	510 ^e
100	1,1 ^a	4,4 ^a	4,4 ^a	8 ^a	4233,6 ^d	7795,2 ^a	708 ^e	614 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) pada uji DMRT taraf 5%

Dissolved Oxygen (DO)



Gambar 1. Oksigen terlarut pada berbagai konsentrasi limbah pada awal pengukuran dan akhir pemberian *Salvinia molesta*

Oksigen terlarut memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik maupun anorganik (Wulandari *et al.* 2012). Perlakuan limbah yang diberikan tanaman kiambang mempengaruhi jumlah DO pada semua konsentrasi. Nilai DO akhir pada semua perlakuan

mengalami peningkatan dari DO awal sebelum ditumbuhkan tanaman kiambang. Nilai DO akhir pada konsentrasi 25% dan 50% nilainya lebih tinggi daripada DO awal air tanpa limbah (kontrol), sedangkan pada konsentrasi limbah 75% dan limbah 100% nilai DO nya meningkat dari nilai DO awal tetapi tidak melebihi nilai DO awal air. Dengan demikian tanaman yang digunakan hanya mampu meningkatkan DO hingga konsentrasi 50%.

Nilai DO awal untuk konsentrasi 0% (kontrol) merupakan nilai tertinggi yaitu 11 ppm, sedangkan nilai terendah yaitu pada konsentrasi limbah 100% yaitu 1,1 ppm. Semakin tinggi konsentrasi limbah pulp dan kertas maka akan semakin menurun nilai kandungan DO pada air limbah. Konsentrasi limbah berpengaruh nyata terhadap nilai DO. Hasil ini dapat dilihat pada tabel 1. yang menunjukkan perbandingan DO awal dan DO akhir pada perlakuan (gambar 1).

DO akhir hasil perlakuan tanaman kiambang menunjukkan peningkatan nilai DO terjadi pada semua konsentrasi limbah. Peningkatan

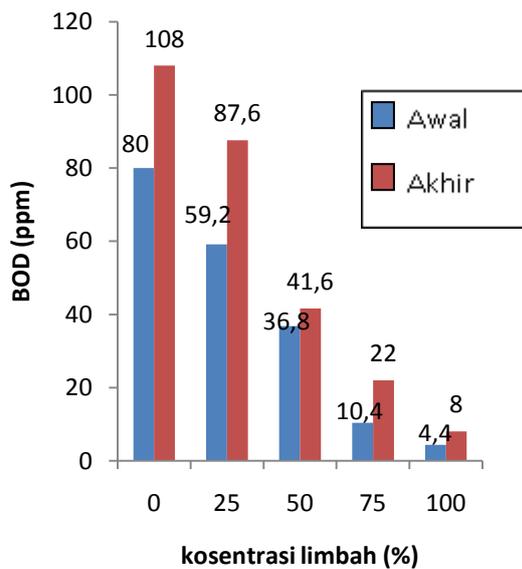
tertinggi terjadi pada konsentrasi 25% sedangkan untuk penambahan terendah pada konsentrasi 100%. Pada konsentrasi 25% peningkatan DO cenderung paling tinggi ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah produksi daun total yang menyebabkan hasil dari fotosintesis juga meningkat. Jumlah oksigen dipengaruhi oleh jumlah daun yang hidup, pada konsentrasi 0%, 25% dan 50% jumlah daun meningkat menyebabkan laju fotosintesis juga tinggi dan menghasilkan oksigen yang banyak. Tanaman yang ditumbuhkan pada limbah dengan konsentrasi 100% banyak mengalami kerusakan sehingga jumlah kandungan DO pada air limbah cenderung rendah. Tanaman banyak mengalami kerusakan daun, sehingga oksigen yang dihasilkan melalui proses fotosintesis juga rendah.

Oksigen memegang peran penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik, Karena proses ini maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami (Salmin 2005). Wulandari *et al* (2012) mengatakan kadar oksigen terlarut akan meningkat dengan menggunakan tanaman air, karena oksigen tersebut didapat dari proses fotosintesis tanaman tersebut.

Biological Oxygen Demand (BOD)

BOD adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri pengurai untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air. Makin besar konsentrasi BOD suatu perairan, menunjukkan konsentrasi bahan organik di dalam air juga tinggi (Yudo 2010).

Peningkatan BOD sangat dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang ada di perairan dan jumlah bakteri pengurai. Apabila jumlah BOD tinggi maka kadar oksigen terlarutnya juga tinggi dan mikro organismenya meningkat, karena konsentrasi BOD adalah banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme pengurai untuk proses penguraian bahan organik. Setelah diberi perlakuan selama 15 hari terjadinya peningkatan BOD untuk semua konsentrasi. Tingginya nilai BOD ini menandakan bahan organik banyak terdapat, sehingga kebutuhan oksigen bagi bakteri pengurai sangat tinggi untuk melakukan proses penguraian.



Gambar 2. *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada berbagai konsentrasi limbah pada awal pengukuran dan akhir pemberian *Salvinia molesta*

BOD awal pada konsentrasi limbah 0%, 25% dan nilainya melebihi baku mutu yaitu 80 ppm dan 59,2 ppm. Ini dikarenakan pada kondisi ini jumlah oksigen awalnya juga cukup banyak sehingga menyebabkan banyaknya organisme pengurai berada dan kandungan oksigen terlarutnya tinggi, sedangkan pada konsentrasi limbah 50%, 75% dan 100% oksigen yang ada sedikit dan organisme pengurai juga sedikit sehingga nilai BOD awalnya rendah yaitu 36,8 ppm, 10,4 ppm dan 4,4 ppm. Ini disebabkan pada kondisi ini jumlah oksigen sangat sedikit dan kepekatan konsentrasi limbah juga mempengaruhi karena semakin pekat limbah maka sifat toksisitasnya semakin tinggi.

Nilai BOD akhir terjadi peningkatan pada semua konsentrasi ini

dikarenakan pada semua konsentrasi kandungan oksigen bertambah dari oksigen awal (gambar 2). Peningkatan tertinggi kadar BOD terjadi pada konsentrasi 25% dan peningkatan terendah terjadi pada konsentrasi 100%. Hal ini dapat disebabkan oksigen terlarut pada konsentrasi 0% dan konsentrasi limbah 25% lebih tinggi dari konsentrasi lainnya dan kepekatan limbah yang menyebabkan toksik lebih rendah sehingga jumlah bakteri pengurai sangat melimpah.

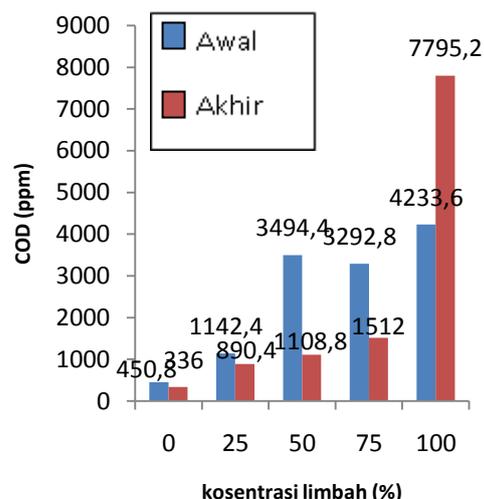
Semakin tinggi BOD maka air tersebut akan semakin tercemar. Sedangkan untuk konsentrasi 50%, 75% dan 100% nilai BOD sangat rendah. Ini juga disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi menyebabkan kepekatan limbah juga semakin tinggi dan toksisitas juga meningkat sehingga mempengaruhi jumlah organisme pengurai pada konsentrasi tersebut. Organisme pengurai mengalami keracunan dan jumlah oksigen terlarutnya untuk respirasi juga rendah.

Menurut Buttner *et al* (1993) produksi oksigen berlangsung melalui proses fotosintesis oleh komunitas autotrof, sedangkan konsumsi oksigen dilakukan oleh semua organisme melalui proses respirasi dan perombakan bahan organik ini yang menyebabkan tingginya nilai BOD menandakan bahwa organisme banyak terdapat pada air limbah yang melakukan respirasi.

Chemical Oxygen Demand (COD)

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimia (Yudo 2010). Hasil penelitian nilai COD lebih tinggi daripada nilai BOD karena pada proses ini senyawa-senyawa anorganik juga ikut teroksidasi selama proses. Semakin tingginya senyawa COD berarti jumlah oksigen yang dibutuhkan juga tinggi. COD dapat menguji limbah yang beracun yang tidak dapat diuji dengan BOD karena bakteri akan mati pada saat melakukan pengujian (Rahmawati 2011).

Esmiralda dan Dita (2012) mengatakan bahwa semakin tinggi kandungan COD maka perairan tersebut semakin toksikdan sangat membahayakan organisme yang berada di perairan tersebut. Kandungan COD pada perairan yang tinggi akan membahayakan biota air bahkan dapat meracuni kehidupan organisme perairan tersebut. Perairan yang kadar COD tinggi dapat berdampak negatif bagi kehidupan organisme air hingga menyebabkan kematian pada organisme. Kenaikan COD selalu diiringi oleh turunnya kadar oksigenterlarut yang diperlukan bagi respirasi hewan-hewan air. Jika COD pada suatu perairan meningkat maka dapat dikatakan bahwa oksigen yang berada di suatu perairan akan menurun (Wulandari *et al* 2012).



Gambar 3. Chemical Oxygen Demand (COD) pada berbagai konsentrasi limbah pada awal pengukuran dan akhir pemberian *Salvinia molesta*

Tingginya nilai COD menunjukkan banyaknya senyawa organik dan anorganik. Nilai COD awal pada semua konsentrasi melebihi baku mutu. Pada konsentrasi limbah 0%, 25%, 50%, 75%, dan 100% nilai COD awalnya 450 ppm, 1142 ppm, 3494 ppm, 3292 ppm dan 4233 ppm. Nilai COD pada semua perlakuan mengalami penurunan dari nilai COD awalnya, namun belum memenuhi baku mutu perairan. Pada konsentrasi 0%, 25%, 50%, dan 75% nilai COD akhir mengalami penurunan karena adanya penyerapan bahan-bahan organik dan anorganik oleh tanaman kiambang. Tingginya penyerapan juga berbanding lurus dengan penambahan jumlah daun yang meningkat. Pada konsentrasi 50% dan 75% peningkatan jumlah total daun tinggi menyebabkan pada konsentrasi tersebut penyerapan bahan organik paling tinggi. Kandungan COD menurun karena senyawa organik dan

anorganik diserap oleh tanaman kiambang. Konsentrasi yang paling banyak menurunkan tingkat COD adalah pada konsentrasi 50% dengan total penurunan 2385,6 ppm sedangkan pada konsentrasi 100% dengan nilai COD mengalami peningkatan dari 4233 ppm menjadi 7795 ppm (gambar 3) disebabkan oleh tanaman pada konsentrasi itu mengalami kematian sehingga konsentrasi dari COD juga mengalami peningkatan. Nilai COD sangat tinggi menunjukkan air limbah yang diolah mengandung senyawa-senyawa kompleks yang sulit untuk didegradasi (Syamsudin *et al* 2008).

Banyaknya organisme pengurai (dekomposer) yang tidak dapat hidup pada konsentrasi tersebut menyebabkan nilai kandungan COD juga ikut meningkat. Pada konsentrasi limbah 100% tanaman kiambang banyak yang mengalami kerusakan sehingga menyebabkan penyerapan senyawa organik dan anorganik juga ikut terganggu. Faktor dari kepekatan kandungan limbah juga mempengaruhi organisme air, karena kandungan COD yang tinggi menyebabkan toksik bagi mikro organisme, kandungan logam juga sangat mempengaruhi sifat dari COD. Penurunan COD pada perlakuan dengan menggunakan tanaman kiambang menunjukkan bahwa telah terjadi perbaikan kualitas limbah cair pulp dan kertas. Tanaman mampu bertahan dan tumbuh bahkan berkembang biak hingga konsentrasi 75%.

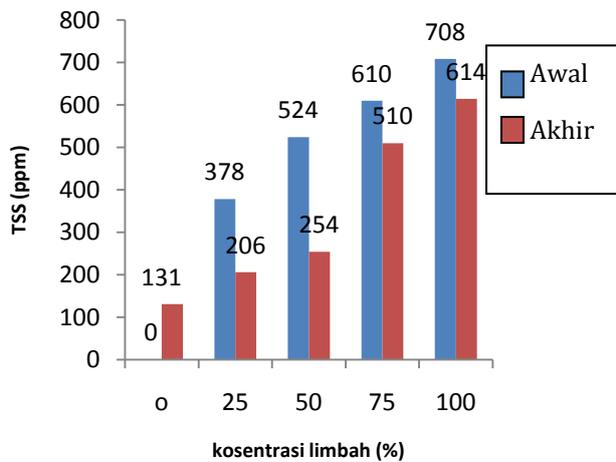
Pada penelitian Ratnani *et al* (2011) menggunakan tanaman air *Eichornia crassipes* mampu menurunkan kadar COD limbah tahu penurunan dari

768 ppm menjadi 208 ppm dan pada ulangan yang lainnya dilakukan dari 672 ppm menjadi 160 ppm dimana sudah di bawah baku mutu berdasarkan Perda Jateng No. 10 tahun 2004. Tanaman air memiliki potensi dalam menurunkan konsentrasi limbah baik organik maupun anorganik.

Total Suspended Solid (TSS)

Dampak pengaruh TSS di atas nilai ambang baku mutu dipengaruhi oleh padatan tersuspensi yang beragam, tergantung pada sifat kimia alamiah bahan tersuspensi tersebut, khususnya bahan toksik. Kandungan zat padat tersuspensi yang tinggi banyak mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam air, sehingga jumlah cahaya yang diterima air permukaan tidak cukup efektif untuk proses fotosintesis.

Konsentrasi yang paling tinggi TSS awal adalah konsentrasi 100% sedangkan yang paling rendah adalah konsentrasi 0%. Tanaman memberi pengaruh nyata dalam mengurangi padatan yang ada pada limbah cair pulp dan kertas. Pada semua konsentrasi terjadi pengurangan kecuali pada konsentrasi 0% meningkat jumlah TSS nya akibat adanya padatan yang dibawa oleh tanaman kiambang (gambar 4).



Gambar 4. Total Suspended Solid (TSS) pada berbagai konsentrasi limbah pada awal pengukuran dan akhir pemberian *Salvinia molesta*

Pada hasil akhir menunjukkan perubahan dimana pada penyerapan padatnya sangat berbeda-beda. Konsentrasi yang paling tinggi menyerap padatan adalah konsentrasi 50% pada konsentrasi ini jumlah daun mengalami peningkatan sehingga penyerapan unsur-unsur organik cukup tinggi, sedangkan yang paling sedikit penyerapannya adalah konsentrasi 100%. Pada konsentrasi ini tanaman banyak mengalami kerusakan sehingga laju penyerapan padatnya sangat rendah dibandingkan konsentrasi 25% dan konsentrasi 75%. Pada konsentrasi 0% justru malah bertambah padatan tersuspensinya, padatan ini berasal dari tanaman tersebut.

Menurunkan nilai TSS kemungkinan disebabkan oleh adanya penyerapan unsur-unsur yang dikandung dalam TSS oleh kiambang. Pada penelitian Yulianti (2005) menggunakan

tanaman *Azolla microphylla* pada limbah cair karet mulai konsentrasi 0%, 10%, 15%, 20% mengalami penurunan dari nilai awalnya 55ppm, 53 ppm, 45 ppm, 43 ppm menjadi 30 ppm, 48 ppm, 40 ppm, dan 36 ppm.

KESIMPULAN

Tanaman *Salvinia molesta* dapat meningkatkan nilai DO melebihi DO air normal pada konsentrasi 25% dari 5 ppm menjadi 16 ppm dan konsentrasi 50% dari 4,5 ppm menjadi 11,4 ppm. Terjadi peningkatan BOD untuk semua konsentrasi karena banyaknya aktivitas organisme pengurai pada limbah. Peningkatan tertinggi pada konsentrasi 0% dari 80 ppm menjadi 108 ppm dan pada konsentrasi 25% dari 59,2 ppm menjadi 87,6 ppm. Penurunan kandungan COD dan TSS karena adanya penyerapan yang dilakukan *Salvinia molesta*. Untuk penurunan COD tertinggi yaitu pada konsentrasi 50% dari 3494,4 ppm menjadi 1108,8 ppm dan penurunan TSS yang tertinggi pada konsentrasi 50% dari 524 ppm menjadi 254 ppm. Tanaman ini dapat memperbaiki nilai DO sedangkan untuk kandungan BOD, COD dan TSS namun belum mencapai baku mutu perairan pada semua konsentrasi perlakuan limbah tetapi terjadi perbaikan pada konsentrasi 25% dan 50% dan merupakan konsentrasi paling optimal perbaikan kualitas limbah yang mendekati baku mutu perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Albaldawi, Israa Abdulwahab, Fatimah Suja, Siti Rozaimah Sheikh Abdullah, Mushrifah Idris. 2011. Preliminary Test of Hydrocarbon Exposure on *Salvinia molesta* in Phytoremediation Process. *Revelation And Science*. Vol. 01 (02) : 52-56.
- Buttner, Joseph K. ,Richard W. Soderberg, Daniel E. Terlizzi, 1993. An Introduction to Water Chemistry in Freshwater Aquaculture. *Nrac Fact Sheet* No. 170
- Cahyono, Rachman. 2007. Dampak Limbah Cair PT Kertas Basuki Rachmat,Banyuwangi Terhadap Kesehatan Masyarakat. TesisProgram Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Esmiralda. Dita Oktarina. 2012. Pengaruh COD, Fe, Dan NH₃Dalam Air Lindi Lpa Air DinginKota Padang Terhadap Nilai LC50. *Jurnal Teknik Lingkungan Unand*Vol. 9 (1) : 44-49
- Hadianto Dan Marcelinus Christwardana. 2012. Aplikasi Fitoremediasi Limbah Jamu dan Manfaatnya untuk Produksi Protein. *Jurnal Ilmu Lingkungan* Vol. 10 (1) : 32-37
- Handayani, Ika Furi, Elly Setyowati, Agus Muji Santoso. 2012. Efisiensi Fitoremediasi Pada Air Terkontaminasi Cu Menggunakan *Salvinia molesta*. Biologi Universitas Nusantara PGRI Kediri. Kediri.
- Isyunaiarto, Widdi Usada, Agus Purwadi. 2007. Degradasi Limbah Cair Industri Kertas Menggunakan Oksidan Ozon dan Kapur. Pusat Teknologi Akselerator Dan Proses Bahan Batan. Yogyakarta.
- Masduqi, A dan Suciningtias W. 2005. Minimisasi Limbah Pada Industri Pulp Dan Karats. Prosiding Seminar Nasional Kimia Lingkungan VII.
- Mcfarland, D.G., L. S. Nelson, M. J. Grodowitz, R. M. Smart, C. S. Owens. 2004. *Salvinia molesta* D. S. Mitchell (Giant *Salvinia*) in the United States : a Review Of Species Ecology and Approaches to Management. U.S. Army Corps Of Engineers Wasington, D.C 20314-1000.
- Permatasari, Atika Ayu. 2009. Fitoremediasi Logam Berat Cd Menggunakan ki ambang (*Salvinia Molesta*) Pada Media Modifikasi Air lumpur sidoarjo. Its. Surabaya.
- Rahmawati, Deazy. 2011. Pengaruh Kegiatan Industri Terhadap Air Sungai Diwak Dibergas Kabupaten Semarang dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. Program Pascasarjana Universitas Diponogoro. Semarang

- Ratnani, Rita D, Indah Hartati, Laeli KurniaSari.2011. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan COD (*Chemical Oxygen Demond*), pH, Bau, Dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. *Momentum* Vol. 7 No. 1 Hal 41-47.
- Safitri, R. 2009. Phytoremediasi Greywater Dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Dan Tanaman Ki Ambang (*Salvinia molesta*) Serta Pemanfaatan Untuk Tanaman Selada (*Lactuca Sativa*) Secara Hidroponik. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Salmin. 2005. "Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan". *Jurnal Oseana* Vol 30. 21-26.
- Setiadji Dan Sri Purwati. 2000. Pengaruh Penambahan Nutrient Mikro Terhadap Efektivitas Biodegradasi Pencemar Organik pada Pengelolahan Air Limbah Pulp Proses Lumpur Aktif. *Berita Selulosa* Vol. 36 (3-4) : 48-57.
- Soemirat, J. S. 1994. Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Soetrisnanto, Dani, Marcelinus Christwardana, Hadiyanto. 2012. Application Of Phytoremediation For Herbal Medicine Waste And Its Utilization For Protein Production. *Jurnal Reaktor* Vol. 14 (2) 129-134.
- Syamsudin. Sri Purwati. Ike Rostika. 2006. Pemanfaatan Campuran Limbah Padat Den Ganlindi Hitam dari Industri Pulp dan Kertas Sebagai Bahan Biobriket. *Berita Selulosa* Vol. 42 (2), Hal 67-74.
- Syamsudin. Sri Purwati. Andri Taufick. 2008. Efek Aplikasi Enzim Dalam System Lumpur Aktif pada Pengolahan Air Limbah Pulp Dan Kertas. *Berita Selulosa* Vol. 43(2) Hal 83-92.
- Wardana, W.A. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan Hidup. Penerbit Andi Yogyakarta. Yogyakarta
- Widiarso, T. 2011. Fitoremediasi Air TercemarNikelMenggunakanKiambang (*Salvinia molesta*). Skripsi.JurusanBiologi. FakultasMatematikaDanIlmuPengetahuanAlamInstitutTeknologiSepuluhNopember. Surabaya.
- Wulandari, R. Yuli Siti F, Eka Septia W, Jenni Indah Dpn , Niken Rh. 2012. Pemanfaatan Tumbuhan Iris Air (*Neomari cagracillis*) sebagai agen bioremediasi air limbahrumahtangga. Seminar Nasional X PendidikanBiologiFkip Uns.

Yudo, S. 2010. Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen Dan Bakteri Coli. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, Vol. 6. 34-42.

Yulianti , D., Kusumo W, Widya M. 2005. Pemanfaatan limbah cair karet PTPN IX kebun batu jamur karangayar hasil fitoremediasi dengan *Azolla microphylla* Kaulf Untuk Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa* Linn). *Jurnal Biosmart* Vol. 7 (2) : 125-130.