

**LAJU SERAPAN TUMBUHAN AIR REED (*Phragmites australis*)
DAN CATTAIL (*Typha angustifolia*) DALAM SISTEM
CONSTRUCTED WETLAND UNTUK
MENURUNKAN COD AIR LIMBAH**

**SPECIFIC UTILIZATION RATE OF REED (*Phragmites australis*)
AND CATTAIL (*Typha angustifolia*) IN CONSTRUCTED
WETLAND SYSTEM FOR COD WASTEWATER
REMOVAL**

Mukhlis¹⁾, J.B. Widiadi²⁾ dan Susi Agustina Wilujeng²⁾

¹⁾Politeknik Kesehatan Padang

²⁾Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium secara *batch* untuk mengkaji laju serapan tumbuhan air *Reed* dan *Cattail* dengan variasi konsentrasi COD 200 mg/l dan 400 mg/l. Hasil penelitian menunjukkan laju serapan *Cattail* sebesar 11,51 mg/mg/hari dengan COD 200 mg/l. Sedangkan laju serapan *Reed* sebesar 3,32 mg/mg/hari pada COD 400 mg/l. Laju serapan pada konsentrasi COD 200 mg/l mempunyai perbedaan yang signifikan antara *Cattail* dengan *Reed*, tetapi pada konsentrasi COD 400 mg/l tidak dijumpai perbedaan yang berarti. Kemampuan perubahan konsentrasi COD kombinasi (tumbuhan dengan media tanam) lebih besar oleh *Cattail* pada COD 200 mg/l, dengan tersisa 3,80 mg/l. Sedangkan terkecil oleh *Reed* pada COD 400 mg/l, dengan tersisa 147,30 mg/l.

Kata kunci: *Cattail*, *constructed wetland*, laju serapan tumbuhan, *Reed*

Abstract

This research measured the Specific Utilization Rate (SUR) of Reed and Cattail and compared the performance and growth between Cattail and Reed. The experiment was done in laboratory scale using batch condition with COD concentration (200 mg/L and 400 mg/L). The results showed that the utilization rate of Cattail was faster (11.51 mg/mg/day) than that of Reed on 200 mg/L of COD. The Reed utilization rate was 3.32 mg/mg/day on 400 mg/L COD. At COD level of 200 mg/L there was a significant difference between the utilization rate of Cattail and Reed, but not at 400 mg/L COD. It was found out that with the combination of plant and media, Cattail had better ability to reduce COD level from 200 mg/L and remaining 3.80 mg/L, while Reed performed the highest reduction of 400 mg/L COD and remaining 147.30 mg/L.

Keywords: *Cattail*, *constructed wetland*, specific utilization rate, *Reed*

1. PENDAHULUAN

Setiap jenis tumbuhan air mempunyai karakteristik dan kemampuan dalam menurunkan kandungan bahan organik dalam air limbah. Menurut penelitian Lienard (1990), tumbuhan *Reed* mampu menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebesar 82,5%, sedangkan *Cattail* dapat menurunkan konsentrasi COD sebesar 50% sampai 93% (Vojant, 2000). Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan penelitian terhadap kemampuan *Reed* (*Phragmites australis*) dan *Cattail* (*Typha angustifolia*) untuk menurunkan konsentrasi COD

dan laju serapannya terhadap air limbah dalam sistem *constructed wetland*.

Tumbuhan air mempunyai kemampuan mengabsorpsi unsur hara yang merupakan polutan (organik maupun anorganik) dalam air limbah untuk keperluan metabolismenya. Penggunaan tumbuhan air, untuk mengolah air limbah tersebut, dengan menggunakan sistem *constructed wetland*, dimana sistem ini memanfaatkan simbiosis antara mikroorganisme tanah, dengan akar tumbuhan air, yang akan mengeluarkan oksigen. Sedangkan pada air limbah, mengandung mikroba yang memanfaatkan oksigen, dalam proses penguraian bahan organik. Se-

hingga dalam proses ini, terjadi sistem mutualisme pada dua makhluk hidup, dalam pengolahan air limbah ini.

Tumbuhan *hydrophyte* tipe *emergent*, yang sering digunakan adalah *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus lacustris*. Pada tumbuhan air ini, terdapatnya daerah *rhizopere* yang bersifat *aerob*, yang memungkinkan aktivitas berbagai bakteri pengurai bahan organik pencemar, dan unsur hara pencemar seperti nitrogen dan posfat berkembang dengan baik (Kurnadie, 2000). Jenis tumbuhan air ini, mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara (*aerenchyma*), sebagai alat transportasi oksigen dari udara ke bagian perakaran (*rhizopere*). Tumbuhan air ini, tidak memerlukan perawatan yang spesifik, dan tahan terhadap hama. Keuntungan menggunakan bioreaktor dengan tumbuhan air adalah, bahwa instalasinya sederhana, sehingga pengadaan dan pengoperasiannya mudah, serta biaya operasional yang dibutuhkan relatif murah. Salah satu alternatif untuk pengolahan air limbah adalah memanfaatkan bioreaktor tumbuhan air, *Cattail* dan *Reed*, dalam sistem *constructed wetland*, terhadap penurunan konsentrasi COD dan TSS air limbah.

Reed (Phragmites australis) merupakan tumbuhan air yang terdistribusi secara luas hampir di semua negara Eropa, Amerika dan Asia, namun demikian asal usulnya tidak jelas. *Phragmites* berasal dari bahasa Yunani "*Phragma*" yang berarti pagar, dimana tumbuhan ini tumbuh berdiri tegak, tersusun berkelompok seperti pagar. Tumbuhan ini sering dijumpai pada daerah rawa-rawa, payau, sepanjang aliran sungai yang alirannya lambat, danau, kolam dan tanah berlumpur. Tumbuhan ini mempunyai batang berongga, seperti polongan yang keras dan mempunyai tangkai daun yang kasar dan keras. Tumbuhan ini dapat bereproduksi dengan biji, tetapi terutama terjadi secara aseksual dengan *rhizoma* yang kuat dan menjalar (Klingman, 1998). Tumbuhan ini paling baik tumbuh pada daerah tanah liat yang bermineral, terutama bahan-bahan organik dan toleransinya sampai pada daerah yang agak bergaram atau payau. Habitatnya lebih suka pada daerah basah (*wetland*), dengan fluktuasi air pada 15 cm di bawah permukaan tanah dan 15 cm di atas permukaan tanah. Toleransi tumbuhan ini terhadap temperatur sekitar antara 6,6–26,6°C dan pH 4,8–8,2.

Tumbuhan *Cattail* merupakan tumbuhan sejenis rumput, yang tinggi dengan daun-daun yang tebal

tanpa tulang daun. Tumbuhan air ini terdiri dari dua bagian saja yaitu akar dan daun, memiliki *rhizoma* merayap, batang lurus dan kokoh berbentuk silinder dengan bagian bawah terendam air. Tumbuhan air ini termasuk kedalam jenis tumbuhan berbunga, yang berfungsi untuk memperkuat tegaknya batang. Sesuai dengan bentuknya, akar *Cattail* merupakan akar serabut, yang berfungsi sebagai akar tunjang, yaitu untuk memperkuat tegaknya batang tumbuhan. Selain itu, akar berfungsi sebagai organ penghisap air dan mineral serta unsur hara tanah. Panjang akar *Cattail* sekitar 0,15–0,3 m, sedangkan tumbuhan ini dapat hidup dengan baik pada range pH antara 4–10 dan temperatur 10–30 °C (Campbell dan Ogden, 1999).

Tumbuhan *Cattail* mempunyai daun seperti pita dan tumbuh langsung dari akar. Bunga tumbuhan ini sering dibakar, yang mempunyai aroma yang sangat tajam dengan asapnya yang dapat mengusir nyamuk. Tumbuhan *Cattail* mempunyai daun yang kecil, seperti pita memanjang dan agak tebal, biasanya tersusun dalam 2 baris. Bunga berkelamin tunggal dalam jumlah besar dan tersusun rapat dalam tongkol yang berbentuk silinder dengan bunga jantan di bagian atas dan bunga betina di bagian bawah tongkol. Buahnya buah kering, akhirnya membuka dengan membelah membujur, biji dengan kulit biji yang bergaris-garis membujur. Biasanya tumbuhan jenis ini tersebar di daerah-daerah beriklim panas dan beriklim sedang (Tjitrosoepomo, 2001). Walaupun tumbuhan ini hidup pada habitat air atau lahan basah, namun pada umumnya *Cattail* akan mati, jika direndam dalam air pada kedalaman 4 kaki atau $\pm 1,2$ meter. Hal ini sesuai dengan tipe dari tumbuhan air yaitu *emergent type*.

Pengolahan air limbah dengan menggunakan tumbuhan air, pada prinsipnya adalah memanfaatkan simbiosis mikroorganisme dalam tanah dan tumbuhan air. Keanekaragaman hayati pada media tanah, lebih besar dibandingkan dengan media lingkungan lainnya, yang ditunjang dengan keanekaragaman unsur biotik. Dimana setiap spesies mempunyai tugas yang spesifik dalam mengasimilasi polutan.

Bakteri menguraikan bahan organik menjadi molekul atau ion yang dapat diserap oleh tumbuhan, hal ini akan memacu bakteri untuk mempercepat proses penguraian bahan organik. Juga proses penyerapan ion-ion oleh tumbuhan air, akan mencegah terjadinya penumpukan ion-ion yang dapat bersifat racun bagi bakteri itu sendiri. Dalam sistem *wet-*

land ini, bahan organik yang dapat terendapkan dihilangkan dengan sedimentasi dan penguraian anaerobik pada dasar *wetland*.

Penelitian ini bertujuan mengkaji laju serapan kedua tumbuhan air *Reed* dan *Cattail* dalam sistem *constructed wetland* terhadap penurunan konsentrasi COD (200 mg/l dan 400 mg/l) air limbah dan mengkaji pertumbuhan (berat kering, luas daun, jumlah daun, jumlah propagula dan tinggi tumbuhan) *Reed* dan *Cattail* dalam sistem *constructed wetland* terhadap penurunan beban konsentrasi COD (200 mg/l dan 400 mg/l) dari air limbah.

2. METODOLOGI

Model reaktor didesain dalam kondisi *batch* pada skala laboratorium menggunakan reaktor yang terbuat dari plastik dengan volume 12,2 liter sebanyak 108 buah yang terdiri dari *Reed*, *Cattail* dan kontrol (tanpa ditanami *Reed* atau *Cattail*) dan dilakukan secara replika.

Air limbah yang digunakan adalah air limbah sintetis yang terbuat dari sukrosa sebagai sumber karbon, NH_4Cl sebagai sumber nitrogen dan KH_2PO_4 sebagai sumber pospor. Perbandingan nu-trien C:N:P = 100:5:1. Untuk menunjang kebutuhan nutrisi mikro diperlukan senyawa tambahan (*trace element*).

Tumbuhan diaklimatisasi selama ± 15 hari dengan memberikan air bersih dari PDAM dan dilakukan penyiraman sebanyak 1 liter setiap 4 hari sekali. Setelah itu dilanjutkan dengan percobaan secara *batch* sesuai dengan variasi jenis tumbuhan air (*Reed* dan *Cattail*) dengan beban konsentrasi COD (200 mg/l dan 400 mg/l). Parameter uji adalah COD, pH, berat kering, tinggi tumbuhan, luas daun, jumlah daun dan jumlah propagula.

Laju serapan tumbuhan terhadap suatu zat ditentukan dengan formula:

$$\text{SUR} = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \times \frac{\log M_2 - \log M_1}{M_2 - M_1} \text{ (mg/mg/hari)}$$

Dimana :

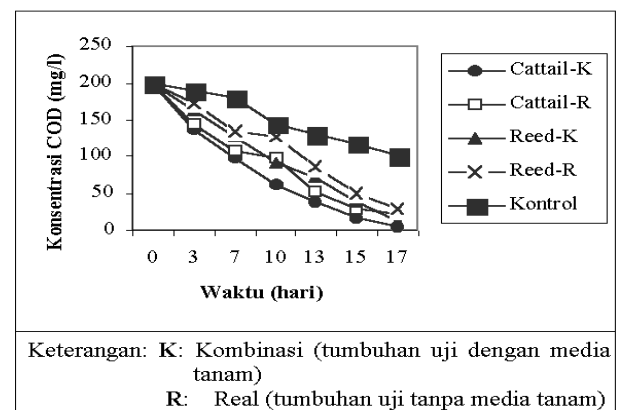
- W_1 : Berat kering awal T (mg)
- W_2 : Berat kering setelah T (mg)
- T_1 : Waktu awal (hari)
- T_2 : Waktu akhir (hari)
- M_1 : Konsentrasi zat awal (mg/L)

M_2 : Konsentrasi zat setelah (mg/L)

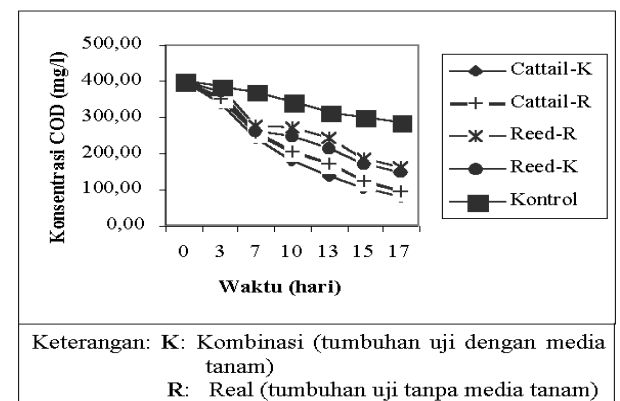
Sedangkan analisis data dengan uji statistik terhadap jenis tumbuhan, beban konsentrasi COD, parameter uji dengan Uji Anova Faktorial dan Uji Homogenitas Ragam (Uji *Levene*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan konsentrasi COD rata-rata dari setiap replika sampling, terlihat bahwa tumbuhan *Cattail* mempunyai kemampuan lebih besar dalam perubahan beban konsentrasi COD yang diberikan, yaitu 200 mg/l dan 400 mg/l daripada dengan tumbuhan *Reed*. Hal ini terjadi pada COD kombinasi dan real seperti terlihat pada Gambar 1 dan 2.



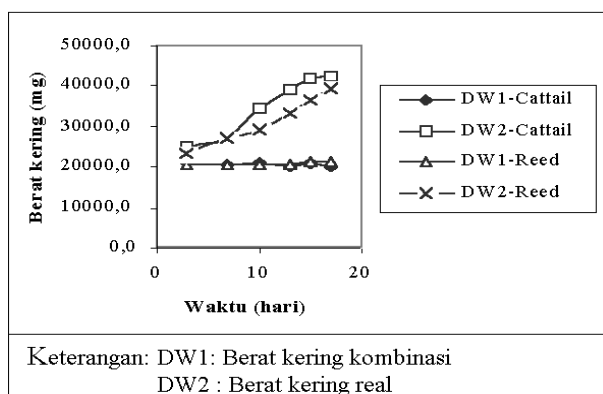
Gambar 1. Konsentrasi COD Dengan Beban Konsentrasi COD 200 mg/l



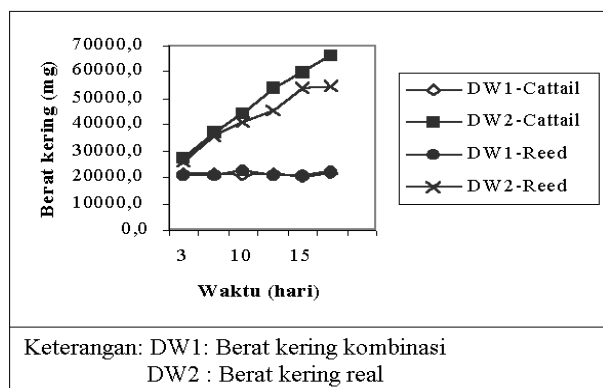
Gambar 2. Konsentrasi COD Dengan Beban Konsentrasi COD 400 mg/l

Pengamatan terhadap pertumbuhan tumbuhan uji dilakukan untuk melihat respon tumbuhan uji terhadap air limbah yang diberikan. Tumbuhan selama masa hidupnya akan membentuk biomassa. Perubahan akumulasi biomassa seiring dengan bertambahnya umur tumbuhan merupakan indikator dari pertumbuhan tumbuhan. Produksi biomassa

akan mengakibatkan penambahan berat, diikuti dengan penambahan ukuran lain yang dapat dinyatakan secara kualitatif. Dalam penelitian ini salah satu indikator pertumbuhan tumbuhan uji adalah berat kering. Hasil analisis berat kering rata-rata tumbuhan uji pada beban konsentrasi COD 200 mg/l dan 400 mg/l terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Berat Kering Tumbuhan Uji Dengan Beban Konsentrasi COD 200 mg/l

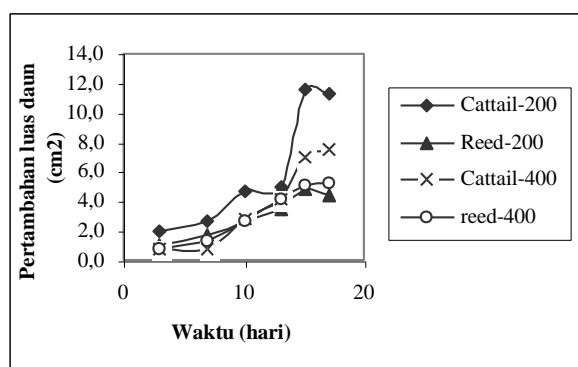


Gambar 4. Berat Kering Tumbuhan Uji Dengan Beban Konsentrasi COD 400 mg/l

Pada Gambar 3 terlihat kesamaan pada berat kering awal tumbuhan *Cattail* dan *Reed*, hal ini terkait dengan pemilihan awal terhadap tumbuhan uji. Tetapi setelah diberi air limbah, kedua tumbuhan uji menunjukkan kecenderungan berat kering yang berbeda yang berarti terjadi perubahan konsentrasi COD pada reaktor menjadi produk biomassa bagi tumbuhan uji. Dari pengamatan ini terlihat bahwa terjadi pertumbuhan tumbuhan yang positif terhadap keberadaan air limbah. Tumbuhan *Cattail* dan *Reed* selain mampu mengurangi bahan organik air limbah, juga menunjukkan pertumbuhan yang positif. Tumbuhan *Cattail* mempunyai peningkatan berat kering yang lebih besar daripada tumbuhan *Reed*. Pada beban konsentrasi COD 400 mg/l menunjukkan pola yang hampir sama dengan beban

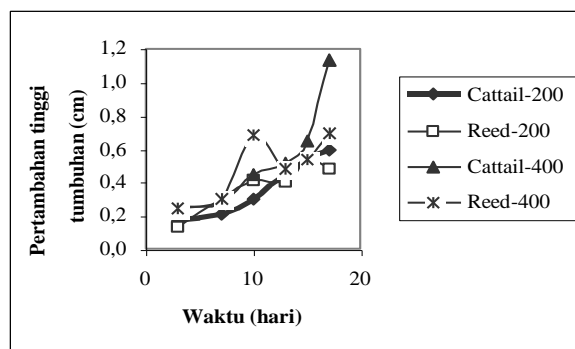
konsentrasi COD 200 mg/l, dimana terjadi peningkatan berat kering tumbuhan uji.

Pertambahan luas daun rata-rata dari *Cattail* dan *Reed* menunjukkan kecenderungan yang berbeda terhadap beban konsentrasi COD yang diberikan. Pertambahan luas daun rata-rata dari tumbuhan *cattail* pada beban konsentrasi COD 200 mg/l menunjukkan pertambahan yang lebih besar bila dibandingkan pada beban konsentrasi COD 400 mg/l. Sedangkan tumbuhan *Reed* baik pada beban konsentrasi COD 200 mg/l maupun 400 mg/l menunjukkan pertambahan luas daun rata-rata yang hampir sama seiring dengan perubahan waktu seperti terlihat pada Gambar 5.



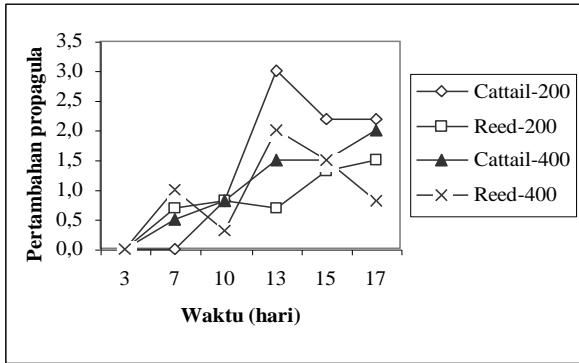
Gambar 5. Pertambahan Rata-Rata Luas Daun Tumbuhan Uji

Pertambahan tinggi rata-rata pada kedua tumbuhan uji menunjukkan sedikit perbedaan walaupun pada dasarnya kedua tumbuhan uji mengalami kenaikan tinggi tumbuhan. Tumbuhan *Cattail* menunjukkan pertambahan tinggi rata-rata yang selalu cenderung naik, sedangkan tumbuhan *Reed* tidak demikian. Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa pertambahan tinggi rata-rata kedua tumbuhan uji terlihat lebih besar pada beban konsentrasi COD 400 mg/l daripada 200 mg/l.



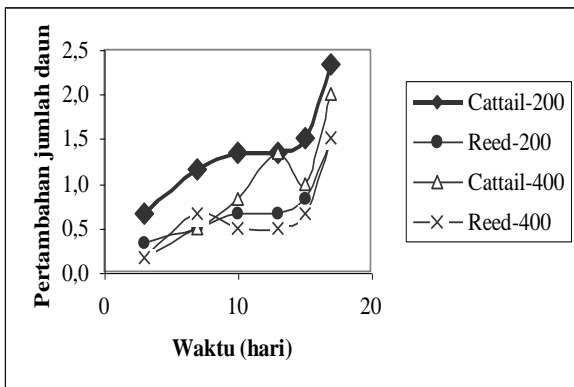
Gambar 6. Pertambahan Rata-Rata Tinggi Tumbuhan Uji

Pertambahan rata-rata jumlah propagula pada tumbuhan *Cattail* dengan beban konsentrasi COD 200 mg/l dan 400 mg/l menunjukkan jumlah yang lebih besar apabila dibandingkan dengan *Reed*. Pertambahan jumlah propagula ini menunjukkan adanya pertumbuhan yang positif dari tumbuhan uji seperti terlihat pada Gambar 7.



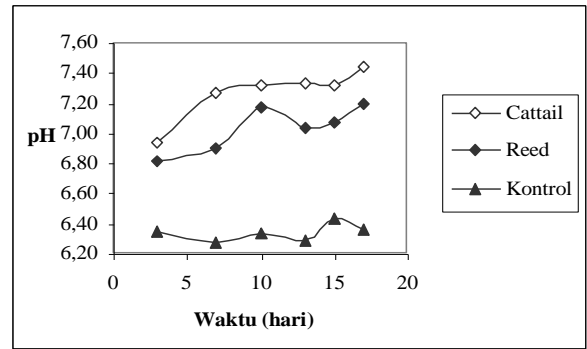
Gambar 7. Pertambahan Rata-Rata Jumlah Propagula Tumbuhan Uji

Pertambahan jumlah daun selama masa penelitian menunjukkan pola yang berbeda pada kedua tumbuhan uji seperti terlihat pada Gambar 8. Pertambahan rata-rata jumlah daun tumbuhan *cattail* pada beban konsentrasi COD 200 mg/l dan 400 mg/l menunjukkan nilai yang lebih besar daripada tumbuhan *Reed*. Namun selama penelitian tumbuhan *Reed* tetap menunjukkan kenaikan pertambahan jumlah daun.

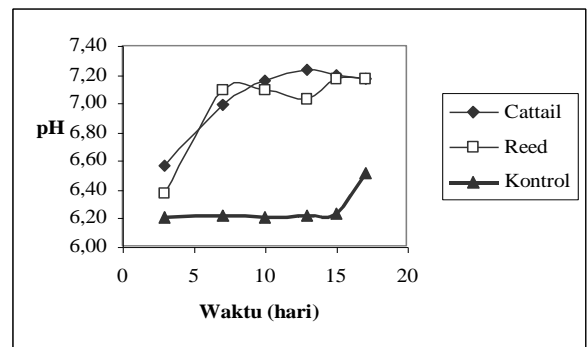


Gambar 8. Pertambahan Rata-Rata Jumlah Daun Tumbuhan Uji

Kondisi pH kedua tumbuhan selama penelitian dengan beban konsentrasi 200 mg/l dan 400 mg/l menunjukkan peningkatan dan berada dalam *range* netral. Rata-rata pH pada tumbuhan *Cattail* adalah di atas 7,2, sedangkan untuk tumbuhan *Reed* adalah antara 6,8 sampai 7,2 yang dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



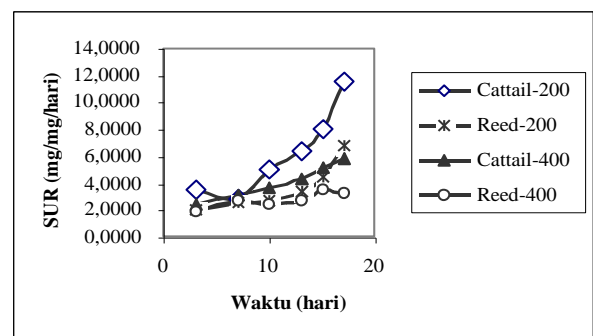
Gambar 9. Perkembangan pH Dengan Konsentrasi COD 200 mg/l



Gambar 10. Perkembangan pH Dengan Konsentrasi COD 400 mg/l

Salah satu penyebab kenaikan pH adalah adanya proses fotosintesis oleh tumbuhan uji. Dalam proses fotosintesis CO₂ diubah menjadi C₆H₁₂O₆, yang memerlukan input energi dan hidrogen. Energi diperoleh dari cahaya matahari, sedangkan hidrogen (ion H⁺) diperoleh dari air limbah dan oksigen dari udara. Dengan demikian pengambilan ion H⁺ dari air limbah akan menaikkan pH (Watson, 1990)

Laju serapan tumbuhan merupakan penggunaan bahan organik untuk proses metabolisme tumbuhan. Laju serapan rata-rata kedua tumbuhan uji terhadap konsentrasi COD menunjukkan pola yang berbeda seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Laju Serapan Tumbuhan

Pada umumnya laju serapan kedua tumbuhan menunjukkan peningkatan selama penelitian, namun pada tumbuhan *Reed* dengan beban konsentrasi COD 400 mg/l menunjukkan sedikit penurunan laju serapan di hari ke-17. Hal ini dikarenakan faktor individu tumbuhan uji dalam menyerap bahan organik.

Tumbuhan *Cattail* dengan beban konsentrasi COD 200 mg/l dan 400 mg/l menunjukkan laju serapan yang lebih besar bila dibandingkan dengan *Reed* (Gambar 11). Hal ini dikarenakan morfologi sistem perakaran dan batang dari kedua tumbuhan. Tumbuhan *Cattail* mempunyai akar serabut yang lebih banyak dan lebih panjang dibandingkan dengan tumbuhan *Reed*. Batang, tumbuhan *Cattail* tidak mempunyai bentuk yang nyata, namun merupakan daun seperti gabus, sedangkan tumbuhan *Reed* mempunyai batang yang keras.

Akar adalah bagian pokok nomor tiga (disamping batang dan daun) bagi tumbuhan. Akar bagi tumbuhan mempunyai tugas untuk memperkuat berdirinya tumbuhan, kemudian berfungsi untuk menyerap air dan zat-zat makanan yang terlarut di dalam air dari dalam tanah, mengangkut air dan zat-zat makanan ke tempat-tempat pada tubuh tumbuhan yang memerlukan dan kadang-kadang sebagai tempat penimbunan makanan.

Kelarutan unsur hara dipengaruhi oleh cairan tertentu yang berasal dari akar. Pengisapan unsur hara oleh tumbuhan merupakan hubungan yang erat antara akar dan tanah, dimana akar menghasilkan cairan-cairan tertentu sebagai ekskresi, dimana cairan tersebut dimanfaatkan oleh mikroba. Akar tumbuhan juga dapat meningkatkan aktivitas mikroba, melalui produksi organik karbon dan melepaskan substansi seperti gula dan asam amino. Tumbuhan air juga dapat menstabilkan air limbah, menyerap dan menyimpan nutrisi serta bau dari air limbah (Tanner dan Sukies, 1995 dalam Coleman, 2001).

4. KESIMPULAN

Laju serapan *Cattail* terbesar yaitu 11,51 mg/mg/hari dengan COD 200 mg/l dan terkecil oleh *Reed* yaitu 3,32 mg/mg/hari dengan COD 400 mg/l. Laju serapan pada konsentrasi COD 200 mg/l mempunyai perbedaan yang signifikan antara *Cattail* dengan *Reed*. Sedangkan pada konsentrasi COD

400 mg/l belum dijumpai perbedaan yang berarti. Pada percobaan secara *batch*, kemampuan perubahan konsentrasi COD kombinasi terbesar terjadi pada *Cattail* dengan beban COD 200 mg/l dengan sisa 3,80 mg/l dan terkecil terjadi pada *Reed* dengan beban COD 400 mg/l dengan sisa 147,30 mg/l. Hal yang sama juga terjadi pada perubahan konsentrasi COD real.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, C.S. dan Ogden, M.H. (1999). **Constructed Wetlands In The Sustainable Landscape**. John Wiley dan Sons, Inc. New York.
- Coleman, J. (2001), **Treatment of Domestic Wastewater by Three Plant Species in Constructed Wetland**. *Water, Air and Soil Pollution*. Vol. 128. Hal. 283-295. West Virginia University. United States of America.
- Klingman, G. (1998). **Weed Control As A Science**. Wiley Eastern Private Limited. New Delhi
- Kurnadie. (2000). **Akar Olah Limbah**. *Ozon*. September. hal 66-67
- Lienard, A. (1990). **Domestic Wastewater Treatment With Emergent Hydrophyte Beds In France**. *Water Pollution Control*. hal. 183-192.
- Tjitrosoepomo, G. (2001). **Taksonomi Tumbuhan**. UGM Press. Yogyakarta.
- Voijant, B., (2000). **Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman *Cattail* (*Typha angustifolia*) Dalam Sistem Constructed Wetland**. Laporan Penelitian. Teknik Lingkungan. Lemlit ITS. Surabaya.
- Watson, T. (1990). **Performance Of Constructed Wetland Treatment Systems At Benton, Hardin and Pembroke, Kentucky, During The Early Vegetation Establishment Phase**. *Water Pollution Control*. Hal. 171 - 182.