

KOMBINASI PENGOLAHAN *CONSTRUCTED WETLAND* DAN AERASI UNTUK MENINGKATKAN PENURUNAN BOD DAN TSS PADA LUMPUR TANGKI SEPTIK

Arlini Dyah Radityaningrum dan Maritha Nilam Kusuma

Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

E-mail: arlinidr@gmail.com, dyah@itats.ac.id

ABSTRAK

Lumpur hasil penyedotan tangki septik memiliki konsentrasi Biogeochemical Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solids (TSS) yang belum memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Kombinasi pengolahan wetland dan aerasi mampu meningkatkan penurunan BOD dan TSS pada lumpur tangki septik. Tujuan penelitian adalah untuk (i) menentukan efisiensi penurunan BOD dan TSS pada lumpur tangki septik (ii) menentukan waktu tinggal dan jenis tanaman pada wetland yang paling sesuai untuk mengolah lumpur tangki septik. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan operasional reaktor secara kontinyu dengan variasi waktu tinggal 5 hari, 15 hari, dan 25 hari serta variasi jenis tanaman Scirpus lacustris dan Cyperus papyrus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman Scirpus lacustris menghasilkan penurunan BOD dan TSS lebih tinggi dari tanaman Cyperus papyrus dengan waktu tinggal terbaik pada 25 hari. Penurunan BOD dan TSS lumpur tangki septik yang dihasilkan adalah 98% dan 87% pada tanaman Scirpus lacustris serta 97% dan 83% pada tanaman Cyperus papyrus. Tanaman Scirpus lacustris mampu mengolah lumpur tangki septik dengan hasil konsentrasi BOD dan TSS adalah 26 mg/l dan 30 mg/l sehingga telah memenuhi standar baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

Kata kunci: *constructed wetland, aerasi, BOD₅, TSS*

ABSTRACT

Septage has high concentration of Biogeochemical Oxygen Demand (BOD) and Total Suspended Solids (TSS) which has not meet the compliment of Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 yet. The combination of wetland and aeration treatment is able to improve BOD and TSS removal of septage. The research aims were (i) to determine the removal efficiency of BOD and TSS (ii) to determine the retention time and plant type of wetland and aeration treatment which give the best removal of TSS and BOD. The research was conducted on laboratory scale using continuous flow. The variation used were (i). the retention time of 5 days, 15 days and 25 days, (ii). the plants type of Scirpus lacustris and Cyperus papyrus. The results showed that the best retention time for those 2 (two) plants was 25 days. The removal of TSS and BOD within 25 days were 98% and 87% for Scirpus lacustris and 97% and 83% for Cyperus papyrus. The plant of Scirpus lacustris was able to comply with Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

Keywords: *constructed wetland, aeration, BOD₅, TSS*

PENDAHULUAN

Menurut (Zhang *et. al.* (2015), *constructed wetland* merupakan satu alternatif pengolahan limbah domestik berupa air bekas cucian dan lumpur tangki septik yang cocok dan berkelanjutan khususnya pada daerah tropis. Kondisi klimatologi pada daerah tropis mampu mendorong mikroorganisme untuk melakukan aktivitas lebih efektif sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih baik dalam penurunan konsentrasi bahan organik pada polutan.

Constructed wetland mampu menghasilkan efisiensi penurunan konsentrasi TSS, BOD₅, dan COD pada limbah domestik air bekas cucian sampai dengan masing-masing 97,9%, 98,22%, dan 95,8% (Zhang *et al.*, 2015). Selain itu, menurut Masi *et al.* (2010), aplikasi *constructed wetland* dalam pengolahan lumpur tangki septik mampu menghasilkan efisiensi penurunan COD sampai 86% dan N-NH₄⁺ sampai 89%.

Proses yang terjadi pada *constructed wetland* dalam pengolahan limbah cair merupakan proses alami yang melibatkan beberapa komponen yaitu vegetasi, substrat tanah, dan mikroorganisme. Kinerja dari *constructed wetland* dipengaruhi oleh jenis tanaman, lama waktu kontak (waktu tinggal) limbah dalam *constructed wetland*, komposisi dan volume dari substrat tanah, pH, dan suhu (Vymazal, 2010).

Pengolahan limbah domestik secara biologi dengan *constructed wetland* mampu menghasilkan penurunan polutan bahan organik efektif karena pada *constructed wetland* terjadi beberapa mekanisme pengolahan yaitu akumulasi padatan (sedimentasi), presipitasi, adsorpsi, filtrasi, nitrifikasi, denitrifikasi dan penyerapan oleh tanaman (Koottatep, Polprasert, dan Hadsoi, 2006). Menurut Sembiring dan Muntalif (2011), peran tanaman dalam mekanisme pengolahan pada HSSFCW adalah (i) pada zone akar sebagai penyedia oksigen, (ii) pada zone akar, sebagai tempat perlekatan mikroorganisme yang terbentuk serta (iii) pada

zone akar dan batang sebagai penyerap polutan. Proses penyerapan bahan organik oleh tanaman pada *constructed wetland* dipengaruhi oleh morfologi tanaman (Erlania, 2010).

Lumpur tangki septik merupakan lumpur hasil penyedotan tangki septik yang memiliki konsentrasi bahan organik yang tinggi. Karakteristik bahan organik dalam lumpur tangki septik adalah TSS 4.000–100.000 mg/l, COD 5.000–80.000 mg/l, BOD₅ 2.000–30.000 mg/l, dan total coliforms 56–8,03x10⁷ CFU/100 ml (Metcalf dan Eddy, 1997).

Lumpur tangki septik hasil penyedotan memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan limbah domestik air bekas cucian dan lumpur tangki septik perlu dilakukan menggunakan teknologi yang sederhana dan murah dalam operasional dan perawatan. *Constructed wetland* merupakan satu alternatif pengolahan biologi yang dilakukan secara aerob dan alamiah dengan biaya yang murah (Sembiring dan Muntalif, 2011).

Penelitian ini dilakukan menggunakan kombinasi pengolahan *constructed wetland* dan aerasi yang bertujuan untuk (i) menentukan efisiensi penurunan BOD dan TSS pada lumpur tangki septik, (ii) menentukan waktu tinggal dan jenis tanaman pada *wetland* yang paling sesuai untuk mengolah lumpur tangki septik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan kombinasi reaktor *Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetland* (HSSFCW) dan reaktor aerasi yang dialiri limbah lumpur tangki septik. Reaktor dioperasikan dengan aliran kontinyu.

Variasi jenis tanaman yang digunakan dalam HSSFCW adalah *Scirpus lacustris* dan *Cyperus papyrus* dengan jumlah tanaman pada setiap reaktor HSSFCW adalah 8 tanaman. Tanaman yang digunakan dalam HSSFCW memiliki usia yang hampir sama yaitu sekitar 1 (satu) bulan. Media kerikil dan pasir digunakan sebagai substrat dalam HSSFCW. Ukuran kerikil dan

pasir yang digunakan adalah kerikil berdiameter 1–3 cm sebanyak 13,4% volume dan berdiameter 0,5–1 cm sebanyak 15,1% volume serta pasir berdiameter 8 mm sebanyak 28,6% volume. Variasi waktu tinggal limbah lumpur tangki septik dalam kombinasi reaktor HSSFCW dan reaktor aerasi pada penelitian ini adalah 5 hari, 15 hari, dan 25 hari.

Limbah lumpur tangki septik ditampung dalam bak penampung bervolume 80 liter kemudian dialirkan secara gravitasi ke dalam reaktor HSSFCW dan reaktor aerasi masing-masing bervolume 0,05 m³. Pengolahan limbah lumpur tangki septik dilakukan dalam kombinasi reaktor HSSFCW dan reaktor aerasi. Observasi dilakukan pada setiap variasi waktu tinggal yang digunakan dengan parameter uji yang diamati adalah TSS dan BOD. Reaktor HSSFCW dan aerasi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 1. Jenis tanaman *Scirpus lacustris* dan *Cyperus papyrus* pada reaktor FSSFCW dapat dilihat dalam Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar -1: Kombinasi Reaktor HSSFCW dan Reaktor Aerasi



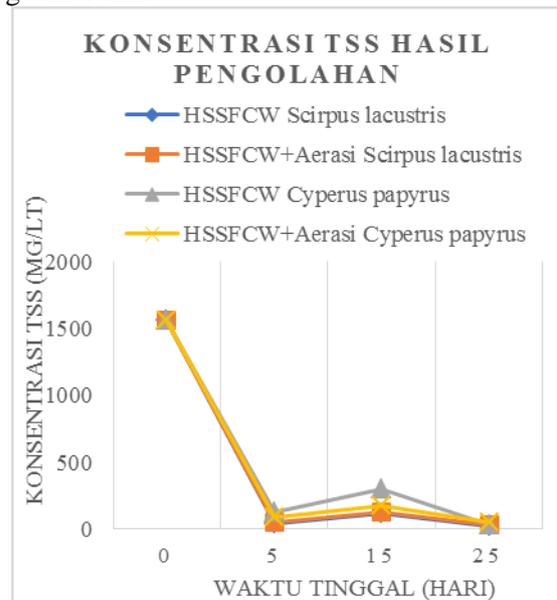
Gambar -2: Tanaman *Scirpus lacustris*



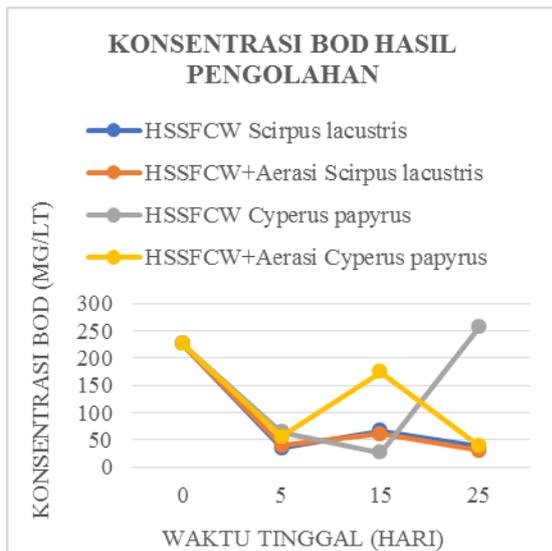
Gambar -3: Tanaman *Cyperus papyrus*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Limbah lumpur tangki septik pada penelitian ini memiliki konsentrasi TSS 1560 mg/l dan BOD 226 mg/l. Pengolahan limbah lumpur tangki septik dilakukan pada reaktor HSSFCW selama 5 hari, 15 hari, dan 25 hari dilanjutkan dengan proses aerasi pada reaktor aerasi. Waktu aklimatisasi sebelum pengolahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah selama 7 hari. Berdasarkan hasil pengamatan saat aklimatisasi dan pengolahan dengan waktu tinggal 5 hari, 15 hari, dan 25 hari pada masing-masing reaktor HSSFCW dan reaktor aerasi terjadi penurunan konsentrasi TSS dan BOD pada limbah lumpur tangki septik. Hasil pengamatan TSS dan BOD dapat dilihat dalam grafik berikut.



Grafik -1: Konsentrasi TSS Hasil Pengolahan



Grafik -2: Konsentrasi BOD Hasil Pengolahan

Berdasarkan Grafik 1 dan Grafik 2, konsentrasi TSS dan BOD hasil pengolahan limbah lumpur tinja yang dilakukan pada reaktor HSSFCW maupun reaktor kombinasi HSSFCW dan aerasi mengalami penurunan. Pada penelitian ini, tanaman *Scirpus lacustris* memberikan hasil konsentrasi TSS dan BOD lebih baik daripada tanaman *Cyperus papyrus*. Waktu tinggal yang memberikan hasil konsentrasi TSS dan BOD yang terbaik adalah pada waktu tinggal 25 hari.

Kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi menghasilkan efluen limbah lumpur tinja yang lebih baik dan sesuai dengan baku mutu yang disyaratkan pada Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013. Konsentrasi TSS dalam efluen yang dihasilkan pada kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi dengan waktu tinggal terbaik (25 hari) adalah 20 mg/l pada reaktor dengan tanaman *Scirpus lacustris* dan 46 mg/l pada tanaman *Cyperus papyrus*. Sedangkan konsentrasi BOD hasil pengolahan menggunakan kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi dengan waktu tinggal terbaik (25 hari) adalah 30 mg/l pada reaktor dengan tanaman *Scirpus lacustris* dan 38 mg/l pada reaktor dengan tanaman *Cyperus papyrus*. Konsentrasi TSS dan BOD efluen hasil pengolahan menggunakan kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi pada tanaman *Scirpus lacustris* telah memenuhi baku mutu yang disyaratkan di Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

Tanaman *Scirpus lacustris* memiliki morfologi akar serabut dan batang yang berongga

sehingga berpotensi menyerap polutan bahan organik pada limbah lumpur tangki septik lebih banyak daripada tanaman *Cyperus papyrus*. Berdasarkan hasil penelitian, dapat dilihat bahwa efluen pada HSSFCW dengan tanaman *Scirpus lacustris* memiliki konsentrasi TSS dan BOD yang lebih baik daripada efluen pada HSSFCW dengan tanaman *Cyperus papyrus*. Menurut Erlania (2010), tanaman *Scirpus lacustris* memiliki kemampuan untuk menghilangkan bakteri dan mikroorganisme serta detritus bahan organik yang terdapat pada air. Konsentrasi padatan tersuspensi (TSS) pada limbah lumpur tangki septik dapat diturunkan melalui mekanisme sedimentasi dalam reaktor HSSFCW dengan media substrat yang digunakan (Kootatop, Polprasert, dan Hadsoi, 2006).

Waktu detensi menentukan efisiensi proses degradasi polutan bahan organik oleh tanaman. Waktu detensi yang sesuai untuk mengolah limbah lumpur tangki septik dengan kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi adalah 25 hari untuk jenis tanaman *Scirpus lacustris* dan *Cyperus papyrus* yang digunakan. Selain itu, persediaan oksigen oleh tanaman pada zone akar mempengaruhi proses degradasi bahan organik dalam limbah. Mikroorganisme pengurai bahan organik dalam reaktor HSSFCW menggunakan persediaan oksigen untuk proses degradasi. Semakin cukup kebutuhan oksigen yang diperlukan, maka mikroorganisme mampu menguraikan bahan organik lebih besar sehingga konsentrasi bahan organik dalam efluen lebih kecil dan sesuai dengan standar baku mutu yang disyaratkan. Berdasarkan hasil penelitian, kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi memberikan hasil penurunan konsentrasi bahan organik yang lebih efektif karena pada reaktor kombinasi HSSFCW memiliki persediaan oksigen yang lebih besar untuk proses degradasi bahan organik. Efisiensi penurunan konsentrasi BOD dan TSS pada pengolahan kombinasi HSSFCW dan aerasi adalah 98% dan 87% dengan tanaman *Scirpus lacustris* serta 97% dan 83% dengan tanaman *Cyperus papyrus*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian ini adalah:

1. Efisiensi penurunan BOD dan TSS pada kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi adalah 98% untuk BOD dan 87% untuk TSS

- pada reaktor dengan tanaman *Scirpus lacustris* serta 97% untuk BOD dan 83% untuk TSS pada reaktor dengan tanaman *Cyperus papyrus*
2. Waktu tinggal yang sesuai untuk mengolah limbah lumpur tangki septik dengan kombinasi reaktor HSSFCW dan aerasi adalah 25 hari
 3. Jenis tanaman yang memberikan efisiensi penurunan BOD dan TSS terbaik dalam pengolahan limbah lumpur tangki septik adalah *Scirpus lacustris*.

Tropical And Subtropical Regions (2000–2013). *Journal of Environmental Science*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DRPM Kemenristek Dikti atas pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Pergub Jawa Timur. (2013). Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan atau kegiatan usaha lainnya, 1-7
- Erlania. (2010). Pengendalian Limbah Budi Daya Perikanan Melalui Pemanfaatan Tumbuhan Air Dengan Sistem Constructed Wetlands. *Media Akuakultur*. 5(2),129-137.
- Koottatep, T., Polprasert, C., Hadsoi, S. (2006). Integrated Faecal Sludge Treatment and Recycling Through Constructed Wetlands and Sunflower Plant Irrigation. *Water Science and Technology*, 54 (11), 155-164.
- Masi *et al.* (2010). Treatment of Segregated Black/Grey Domestic Wastewater Using Constructed Wetlands In The Mediterranean Basin: The Zero-M Experience. *Water Science and Technology*, 61 (1), 97-105.
- Metcalf dan Eddy. (1997). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal dan Reuse*. McGraw-Hill, New York
- Sembiring, Elsa T.J., dan Muntarif, B.S. (2011). Optimalisasi Efisiensi Pengolahan Lindi dengan Menggunakan *Constructed Wetland*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17 (2).
- Vymazal, J. (2010). Constructed Wetlands For Wastewater Treatment. *Water*, 2.
- Zhang, D.Q., Jinadasa, K.B.S.N., Gersberg, R. M., Liu, Y., Tan, S. K., Jern, W. Ng. (2015). Application of Constructed Wetlands For Wastewater Treatment In