

Metode Pengolahan *Effluent* Limbah Sistem *Vertical* dan *Horizontal Sub Surface Flow Wetland* Terhadap Pengurangan Nitrit dan Amonia di PT. Phapros Semarang

Nikola Fibrian F^{1*}, Hena Rya Sunoko², Munifatul Izzati²

¹Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

²Staff Pengajar Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

*Email: nikola.fibrianfirstikesuma@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to improve the quality of wastewater effluent chemical industry by using artificial wetlands vertical subsurface flow (VSSF Wetland) and horizontal (HSSF Wetland). Wastewater parameters chosen are nitrite and ammonia that still exceed water quality standards. The study was conducted by using two reactors of the same size, with the planting medium sand, gravel, and wastewater effluent to surface boundary which included planting medium. Plants used are plant based Mendong because previous studies, using the same method, this plant can improve the quality of wastewater effluent paper industries. Research carried out for fourteen days in which every two days once the sample quality testing. Based on the research results, both methods of artificial wetlands subsurface flow vertically or horizontally to reduce the concentration of nitrite and ammonia from wastewater effluent chemical industry significantly. Wetland VSSF method can reduce nitrite from 0.31 mg / l to 0.14 mg / l and ammonia from 2.403 mg / l to 0.683 mg / l. While the method can reduce nitrite HSSF Wetland of 0.31 mg / l to 0.08 mg / l and ammonia from 2.403 mg / l to 0.963 mg / l. Conclusion of this study is wastewater effluent treatment using Vertical Sub-Surface Flow Wetland and Horizontal Sub-Surface Flow Wetland can reduce levels of nitrite and ammonia. Method of Vertical Flow Wetland Sub Surface can reduce nitrite to ammonia efficiency of 56% and 72%. While the method Horizontal Sub Surface Flow Wetland to reduce nitrite with an efficiency of 76% and 60%.

Keyword : Wetland, Nitrit, Amonia.

1. PENDAHULUAN

Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup diperlukan untuk untuk melestarikan fungsi lingkungan, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Upaya yang dilakukan meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup. Selain itu, upaya konservasi sumber daya alam juga perlu dilakukan (UU No 32 Tahun 2009).

Perda Prov Jawa Tengah No 5 Tahun 2012 mengatur pembuangan air limbah berbagai industri ke sumber air. Berdasarkan Perda ini, pembuangan air limbah industri ke sumber air tidak boleh melampaui beban pencemaran maksimum. Yaitu ukuran batas tertinggi suatu unsur pencemar yang terkandung di dalam air limbah. Hasil monitoring terhadap *effluent* IPAL PT Phapros tanggal 22 Juni 2012 diperoleh hasil bahwa kadar pencemar dari *effluent* limbah PT Phapros telah memenuhi baku mutu limbah industri kimia untuk dibuang ke lingkungan sesuai dengan Perda tersebut.

Selain mengatur perlindungan dan pengelolaan lingkungan, UU No 32 Tahun 2009 juga mengatur konservasi sumber daya alam. Kegiatan konservasi sumber daya alam dilakukan dengan mengelola sumber daya alam secara bijaksanaserta menjamin kesinambungan ketersediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai serta keanekaragamannya.

Sesuai dengan pengertian konservasi sumber daya alam diatas, PT Phapros berusaha untuk meningkatkan kualitas *effluent* air limbahnya sehingga harapannya air limbah tersebut dapat dimanfaatkan kembali. Metode pengolahan limbah cair yang sederhana, murah, efektif, efisien dan pengoperasionalan yang mudah mutlak diperlukan. Metode pengolahan limbah dengan menggunakan tumbuhan air dalam sistem *constructed wetland* (lahan basah buatan) telah banyak digunakan di beberapa Negara. Akan tetapi metode ini belum begitu populer di Indonesia karena kajian dan publikasi mengenai metode ini masih kurang (Supradata: 2005).

Keuntungan dari penggunaan lahan basah buatan untuk mengolah air limbah adalah sebagai berikut:

1. Pembuatannya membutuhkan biaya yang lebih murah dibanding dengan sistem pengolahan yang lain
2. Pemanfaatan proses alami
3. Konstruksinya sederhana (dapat dibangun dengan menggunakan bahan-bahan lokal)
4. Sistem pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah
5. Efisiensi biayanya efektif (biaya pembuatan dan operasi murah)
6. Prosesnya stabil.

Sedangkan batasan dari sistem lahan basah buatan ini adalah kriteria desain yang belum dikembangkan untuk pengolahan air limbah yang berbeda dan di daerah dengan iklim yang berbeda (Davis). Lebih lanjut, penelitian

dengan menggunakan metode *VSSF Wetland* dan *HSSF Wetland* dengan menggunakan tanaman mendong untuk mengolah *effluent* air limbah pabrik kertas yang dilakukan Purwati (2006) dapat menurunkan konsentrasi pencemar air limbah.

Berdasarkan keuntungan-keuntungan dan hasil penelitian tersebut, penulis memilih metode *constructed wetland* (lahan basah buatan) untuk mengolah *effluent* air limbah dengan membandingkan antara *Vertical Sub Surface Flow Wetland (VSSF Wetland)* dengan *Horizontal Sub Surface Flow Wetland (HSSF Wetland)* menggunakan tanaman Medong (*Fimbristylus globulosa*).

2. METODOLOGI

Terdapat pembagian kelas-kelas air sesuai dengan kualitasnya. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 mengklasifikasikan mutu air menjadi empat kelas. Kelas satu peruntukannya sebagai air baku air minum, kelas dua untuk sarana dan prasarana rekreasi, kelas tiga untuk budidaya ikan air tawar dan kelas empat untuk pertanian. Penentuan parameter-parameter air limbah yang akan ditingkatkan kualitasnya didasarkan pada keempat kelas air tersebut. Penentuannya dilakukan dengan uji pendahuluan terhadap *effluent* air limbah PT Phapros kemudian hasil uji pendahuluan dibandingkan dengan keempat kelas air tersebut. Parameter-parameter air limbah yang akan ditingkatkan kualitasnya adalah parameter-parameter air limbah melampaui baku mutu.

Setelah didapatkan parameter-parameter yang hendak ditingkatkan kualitasnya, kemudian dilakukan penelitian dalam skala lab. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua buah reaktor dengan ukuran yang sama (120 cm x 30 cm x 40 cm). Satu reaktor digunakan untuk *VSSF Wetland* dan reaktor yang lain digunakan untuk *HSSF Wetland*.

Penelitian diawali dengan aklimatisasi tanaman. Yaitu proses penyesuaian diri tanaman dengan kondisi air limbah. Aklimatisasi dilakukan dengan memberikan air limbah pada reaktor dengan konsentrasi 25 % kemudian apabila tanaman dapat menyesuaikan diri dengan baik, konsentrasi air limbah ditingkatkan setiap dua hari sekali sebesar 25 % sampai konsentrasi air limbah 100 %.

Tahap penelitian dimulai ketika telah digunakan air limbah dengan konsentrasi 100 %. Pelaksanaan penelitian direncanakan selama empat belas hari dengan pengujian sampel setiap dua hari sekali. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang. Analisis dilakukan dengan membandingkan penurunan parameter-parameter air limbah antara *VSSF Wetland* dengan *HSSF Wetland*.

3. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian diawali dengan uji pendahuluan terhadap *effluent* air limbah PT Phapros Semarang. Uji pendahuluan dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang dengan mengacu pada parameter-parameter air bersih sesuai dengan PP No 82 Tahun 2001. Hasil dari uji pendahuluan tersebut ditunjukkan oleh Tabel 1.1. Berdasarkan Tabel 3.1 tersebut, terdapat beberapa parameter-parameter air yang masih melampaui baku mutu. Akan tetapi disini hanya diambil dua parameter yaitu nitrit dan amonia.

Tabel 3.1. Hasil uji pendahuluan *effluent* air limbah PT Phapros Tanggal dengan parameter air bersih.

No	Parameter	Satuan	Hasil	Kelas 1	Kelas II	Kelas III	Kelas IV
1	Amonia	mg/l	4.99	0.50	-	-	-
2	Khlorida	mg/l	263.86	600.00	(-)	(-)	(-)
3	Nitrit	mg/l	16.77	0.06	0.06	0.06	-
4	pH	mg/l	6.78	6-9	6-9	6-9	5-9
5	Total Zat padat terlarut (TDS)	mg/l	497.00	1000.00	1000.00	1000.00	2000.00
6	BOD	mg/l	36.10	2.00	3.00	6.00	12.00
7	COD	mg/l	69.77	10.00	25.00	50.00	100.00
8	Fosfat	mg/l	0.16	0.20	0.20	1.00	5.00
9	Total coliform	Jml/100ml	3.00	1000.00	5000.00	10000.00	10000.00

Hasil uji pendahuluan tersebut hanya digunakan untuk penentuan parameter-parameter yang akan diambil untuk peneliitian. Pada pelaksanaan penelitian akan dilakukan uji *effluent* air limbah dengan parameter nitrit dan amonia. Sesuai dengan metode penelitian, penelitian dilakukan selama empat belas hari. Akan tetapi karena laboratorium tutup pada hari sabtu dan minggu maka uji sampel tidak dapat dilakukan setiap dua hari sekali. Uji sampel dilakukan pada hari ke-0, hari ke-2, hari ke-4, hari ke-7, hari ke-9, hari ke-11, dan hari ke-14.

Kondisi awal sampel yang digunakan untuk penelitian mempunyai kandungan amonia 2.403 mg/l dan nitrit 0.31 mg/l. Hasil ini berbeda dengan hasil uji pendahuluan namun sama-sama masih melampaui baku mutu air bersih. Setelah dilakukan pengolahan air limbah dengan metode *VSSF Wetland* dan *HSSF Wetland* diperoleh hasil sebagai berikut :

a. Nitrit

Tabel 3.2. Hasil uji konsentrasi nitrit selama empat belas hari penelitian.

No.	Hari ke-	Konsentrasi Nitrit <i>VSSF Wetland</i> (mg/l)	Konsentrasi Nitrit <i>HSSF Wetland</i> (mg/l)
1	0	0.31	0.31
2	2	0.26	0.25
3	4	0.19	0.10
4	7	0.18	0.11
5	9	0.17	0.07
6	11	0.13	0.07
7	14	0.14	0.08

Hasil pengolahan *effluent* air limbah PT Phapros dengan menggunakan metode *Wetland* baik *VSSF Wetland* maupun *HSSF Wetland* untuk parameter nitrit ditunjukkan oleh Tabel 3.2. Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pengolahan, semakin berkurang konsentrasi nitrit dari air limbah. Namun demikian terjadi kenaikan konsentrasi nitrit pada hari terakhir penelitian baik untuk *VSSF Wetland* maupun *HSSF Wetland*. Sehingga dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa waktu optimum penelitian adalah sebelas hari. Penurunan konsentrasi nitrit selama empat belas hari pengolahan untuk *VSSF Wetland* sebesar 56% sedangkan untuk *HSSF Wetland* sebesar 76%. Maka untuk parameter nitrit, metode *HSSF Wetland* lebih efisien daripada *VSSF Wetland*.

b. Amonia

Tabel 3.3. Hasil uji konsentrasi amonia selama empat belas hari penelitian.

No.	Hari ke-	Konsentrasi Amonia <i>VSSF Wetland</i> (mg/l)	Konsentrasi Amonia <i>HSSF Wetland</i> (mg/l)
1	0	2.403	2.403
2	2	1.362	0.938
3	4	1.152	0.679
4	7	0.926	0.597
5	9	0.695	0.535
6	11	0.333	0.449
7	14	0.683	0.963

Tabel 3.3 diatas menunjukkan hasil pengolahan *effluent* air limbah PT Phapros dengan menggunakan metode *VSSF Wetland* dan *HSSF Wetland* untuk parameter amonia. Seperti pada parameter nitrit, berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa metode ini dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi amonia. Pola penurunan pada *VSSF Wetland* terlihat lebih konstan daripada *HSSF Wetland*. Sedangkan pada metode *HSSF Wetland* terlihat bahwa pada empat hari pertama penurunannya besar namun hari selanjutnya penurunannya mulai berkurang. Secara keseluruhan, semakin lama waktu tinggal semakin berkurang konsentrasi amonia. Akan tetapi pada hari terakhir penelitian konsentrasi amonia bertambah. Hal ini sama seperti yang terjadi pada nitrit. Penurunan konsentrasi amonia pada metode pengolahan *VSSF Wetland* sebesar 72 % sedangkan untuk metode *HSSF Wetland* sebesar 60 %. Sehingga untuk parameter amonia, pengolahan dengan metode *VSSF Wetland* mempunyai efisiensi yang lebih tinggi daripada metode *HSSF Wetland*.

Menurut UN-HABITAT (2008) suatu sistem *wetland* pada dasarnya terdiri dari air limbah, substrat, vegetasi, serta organisme/bakteri. Masing-masing komponen pada sistem ini mempunyai peran masing-masing. Proses penghapusan polutan pada sistem *wetland* terjadi melalui beberapa proses yang meliputi proses fisik, kimia dan biologi. Ketika air limbah mulai dimasukkan ke dalam sistem *wetland*, terjadi proses filtrasi dan sedimentasi. Padatan yang masih ada di dalam air limbah akan tertahan dan terjebak pada substrat. Kemudian ketika air limbah

sudah mencapai dasar reaktor, terjadi proses sedimentasi yang akan mengendapkan padatan yang masih lolos dari substrat.

Mikroba yang hidup di dalam sistem *wetland* berperan terhadap penghilangan senyawa organik terlarut, yaitu melalui mekanisme degradasi biologis aerob maupun anaerob. Sedangkan untuk mekanisme penghapusan nitrit dan amonia mencakup penguapan, amonifikasi, nitrifikasi/denitrifikasi, dan penyerapan tanaman. Pada proses nitrifikasi, amonia diubah menjadi nitrit kemudian diubah kembali menjadi nitrat oleh bakteri pada kondisi aerob. Selain diubah menjadi nitrit, amonia juga diserap oleh tumbuhan. Sehingga berkurangnya amonia dapat dijelaskan oleh kedua proses ini. Pengurangan nitrit juga dapat dijelaskan oleh proses nitrifikasi tersebut serta penyerapan oleh tanaman. Namun pada hari terakhir konsentrasi amonia dan nitrit bertambah kembali. Hal ini mungkin disebabkan konsentrasi oksigen di dalam tanah mulai berkurang/habis sehingga kondisi berubah menjadi anaerob. Proses nitrifikasi tidak lagi terjadi dan berubah menjadi denitrifikasi. Pada proses denitrifikasi, nitrat justru diubah menjadi nitrit sehingga memungkinkan jumlah nitrit bertambah. Sedangkan penambahan amonia selain disebabkan berhentinya proses nitrifikasi juga adanya proses amonifikasi atau pembentukan amonia dari senyawa nitrogen organik. Proses penguapan juga kemungkinan menyebabkan bertambahnya nitrit dan amonia pada hari terakhir penelitian karena pada pelaksanaan penelitian cuaca panas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan analisis data penelitian dapat disimpulkan bahwa pengolahan *effluent* air limbah dengan menggunakan metode *Vertical Sub Surface Flow Wetland* dan *Horizontal Sub Surface Flow Wetland* dapat menurunkan kadar nitrit dan amonia. Metode *Vertical Sub Surface Flow Wetland* dapat menurunkan nitrit dengan efisiensi 56 % dan amonia sebesar 72 %. Sedangkan metode *Horizontal Sub Surface Flow Wetland* dapat menurunkan nitrit dengan efisiensi sebesar 76 % dan 60 %.

5. REFERENSI

- Davis, L. __ . *A Handbook of Constructed Wetlands*. USDA-Natural Resources Conservation Service and the US Environmental Protection Agency-Region III
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Purwati, S., Surachman, A. 2006. *Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Pulp dan Kertas dengan Sistem Lahan Basah*. Berita Selulosa Vol. 42 (2): 45-53.
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Ciperus alternifolius, L. dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*. Semarang: Tesis.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- UN-HABITAT, 2008. *Constructed Wetlands Manual*. UN-HABITAT Water for Asian Cities Programme Nepal, Kathmandu.