

# Pengaruh Aerasi Dalam *Constructed Wetland* Pada Pengolahan Air Limbah Domestik

Euis Nurul Hidayah<sup>1</sup>, Andrysa Djalalembah<sup>2</sup>, Gina Aprilliana Asmar<sup>1</sup> dan Okik Hendriyanto Cahyonugroho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, UPN "Veteran" Jawa Timur; e-mail: euisnh.tl@upnjatim.ac.id

<sup>2</sup>Divisi IPAL, Ngoro Industrial Park, Mojokerto; e-mail: andrysa@gmail.com

## ABSTRAK

Penanganan air limbah domestik Kota Surabaya selama ini dilakukan dengan 2 cara, yakni untuk *blackwater* dialirkan ke tangki septik dan *greywater* dialirkan ke drainase tanpa pengolahan. Hal ini menyebabkan peningkatan pencemar pada sungai sebagai air baku. Salah satu teknologi alternatif yang dapat diaplikasikan dengan mudah dan rendah biaya operasional dibanding pengolahan air limbah lainnya adalah *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman *Iris pseudoacorus* sebagai kombinasi pengolahan biofilter dan proses fitoteknologi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi dari *constructed wetland* dengan tanaman *Iris pseudoacorus* untuk mengolah limbah domestik, serta menentukan bagaimana pengaruh dari adanya aerasi dan pengaruh waktu tinggal pada sistem *constructed wetland* dalam menurunkan bahan organik dan nitrogen pada air limbah. Penelitian ini dilakukan dalam skala uji laboratorium menggunakan reaktor berkapasitas 30 liter. Air limbah dialirkan pada reaktor dengan waktu tinggal 2 hari dan 3 hari, dengan variasi aerasi dan efisiensi pencemar diukur dengan parameter BOD, dan ammonia. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan BOD, dan ammonia dari limbah air domestik oleh reaktor *constructed wetland* dengan tambahan aerasi dan waktu tinggal selama 4 hari sangat efektif. Reaktor ini mampu menurunkan nilai BOD hingga 96% dan nilai ammonia sebesar 97%.

**Kata kunci:** Limbah Domestik, *Constructed Wetland*, Fitoteknologi, *Iris pseudoacorus*, Aerasi.

## ABSTRACT

Wastewater domestic in Surabaya City has been treated in two methods, including septic tank for blackwater and directly discharged into drainage system for greywater. This caused an increasing pollutant loading in source water. Constructed wetland with *Iris pseudoacorus*, one of the alternative natural treatment technology through biofilter and phytotechnology process, could be applied easily and less costly to other treatment. This research was conducted to know the efficiency of constructed wetland with *Iris pseudoacorus* in domestic wastewater treatment, and to reveal the effect of aeration and detention time in reducing organic and nitrogen content in domestic wastewater. Experiment has been conducted on a laboratory scale of continue aerated reactor and without aeration as control reactor. Detention time (days) 2 and 3 was setup, then sample was taken for BOD and ammonia measurement. The results indicated that constructed wetland with aeration and detention time 4 days had a higher performance to remove BOD up to 96% and ammonia up to 97% than without aeration and less than 4 days process.

**Keywords:** Domestic Wastewater, Constructed Wetland, Phytotechnology, *Iris pseudoacorus*, Aeration.

**Sitasi:** Hidayah, E. N., Djalalembah, A., Asmar, G.A. dan Cahyonugroho, G.A. (2018). Pengaruh aerasi dalam constructed wetland pada pengolahan air limbah domestik. Jurnal Ilmu Lingkungan, 16(2),155-161, doi:10.14710/jil.16.2.155-161

## 1. Pendahuluan

Meningkatnya kuantitas limbah domestik tanpa peningkatan kualitas dan kuantitas badan air penerima, akan menyebabkan pencemaran badan air akibat kuantitas limbah yang masuk ke badan air melebihi daya tampung maupun daya dukungnya (Effendi, 2003). Penanganan air limbah domestik Kota Surabaya selama ini dilakukan dengan 2 cara, yakni untuk *blackwater* dialirkan ke tangki septik dan *greywater* dialirkan ke drainase tanpa pengolahan. Belum adanya peraturan di Indonesia yang menjelaskan pengelolaan limbah *greywater* menyebabkan sering kali masyarakat membuang

limbah *greywater* ini pada saluran terbuka sehingga menimbulkan bau tidak sedap dan genangan pada saluran drainase rumah-rumah penduduk, contoh konkrit dari permasalahan ini dapat dilihat pada beberapa kompleks perumahan di Kota Surabaya.

Penerapan pengolahan limbah di kota Surabaya sebaiknya mengimplementasikan pengolahan dengan biaya rendah dan teknologi yang mudah dioperasikan dikarenakan mahalnya biaya operasional dan rumitnya sistem pengoperasian instalasi pengolahan air limbah (IPAL)

komunal. Untuk mencapai tujuan tersebut, sistem pengolahan air limbah dengan Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*) menjadi rekomendasi untuk pengolahan limbah yang ekologis karena karakteristik limbah domestik yang *biodegradable* (Vymazal, 2011; Zidan et al., 2015).

*Iris pseudoacorus* sangat cocok untuk pengolahan limbah dengan sistem lahan basah buatan. *Iris pseudoacorus* memiliki sistem perakaran yang banyak dan cukup kuat untuk menyerap zat organik. Selain itu *Iris pseudoacorus* dapat menyerap unsur hara lebih banyak dari yang sebenarnya diperlukan untuk pertumbuhan dan menyimpannya dalam jaringannya dibanding tanaman air lainnya (Jacobs, et al., 2010; Suswati, 2012). *Iris pseudacorus* dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah karena kemampuannya untuk hidup di lingkungan tercemar. *Iris pseudacorus* mampu mengangkut dan mentranslokasikan berbagai kontaminan di sekitarnya melalui penyerapan oleh akar (Tangahu dan Warmadewanthi, 2001). *Iris pseudacorus* memiliki sistem perakaran yang banyak dan cukup kuat untuk menyerap zat organik (Jacobs, et al., 2010; Prawira, 2015).

Reaktor *constructed wetland* dengan menambahkan aerasi mampu meningkatkan penyisihan BOD jika dibandingkan dengan sistem lahan basah buatan tanpa tambahan aerasi. Penyisihan pencemar organik dengan waktu detensi 4 hari, mampu mencapai penyisihan pencemar organik 91,2-94,9% atau kualitas efluen sebesar 4,1-7,1 mg/L (Panelin, 2016). Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, penelitian terdahulu belum meneliti lebih lanjut terkait dengan kemampuan kombinasi tanaman *Iris pseudoacorus* dan penambahan aerasi pada *wetland* dalam mengurangi kandungan BOD, dan amonia (NH<sub>3</sub>) dalam air limbah domestik *greywater*, untuk itu perlu dilakukan penelitian terhadap kemampuan kombinasi kedua hal tersebut.

## 2. Metodologi Penelitian

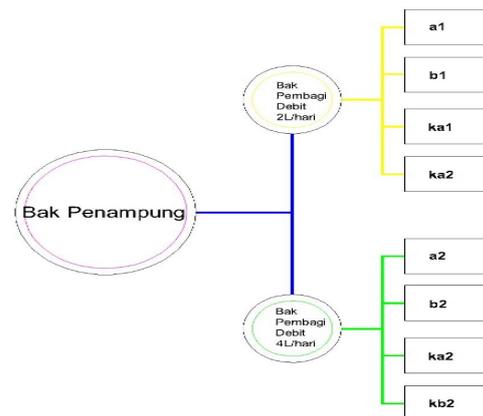
Penelitian ini menggunakan sistem lahan basah buatan dengan aerasi menggunakan jenis tanaman *Iris pseudocorus* dengan tipe aliran subsurface flow system dan arah aliran horizontal. Parameter utama yang akan digunakan adalah penurunan kadar BOD, dan NH<sub>3</sub>, adapun parameter pendukung seperti DO, pH dan suhu. Pengamatan dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap dampak dari adanya aerasi pada lahan basah buatan terhadap penurunan parameter limbah.

Penelitian diawali dengan tahap pembanyakan dan persiapan kebutuhan tanaman dan reaktor. Kemudian tahap aklimatisasi sebagai langkah tumbuhan beradaptasi dengan kondisi lingkungan penelitian. Tahap Range Finding Test (RFT) dilakukan untuk mengetahui konsentrasi maksimum polutan yang dapat diterima oleh tumbuhan (USEPA,

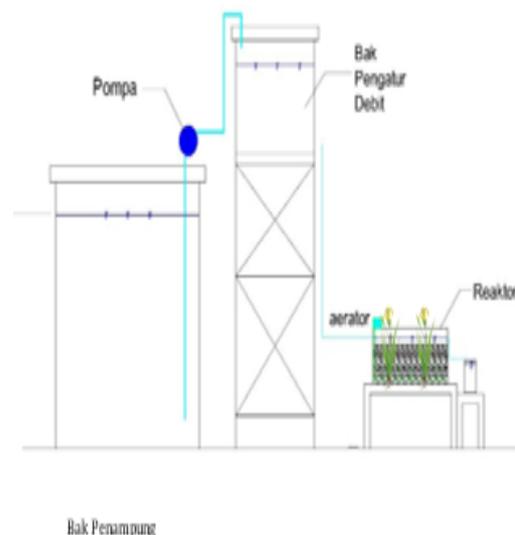
2000). Hasil uji RFT tersebut yang akan digunakan untuk melakukan penelitian utama yaitu uji lahan basah buatan dengan aerasi terhadap limbah cair domestik.

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di perumahan Wisma Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya. Variabel kontrol yang digunakan berupa kontrol tumbuhan dan kontrol limbah. Sebagai kontrol tumbuhan digunakan air PDAM dengan media dan tumbuhan. Sebagai kontrol limbah digunakan media tanpa tumbuhan.

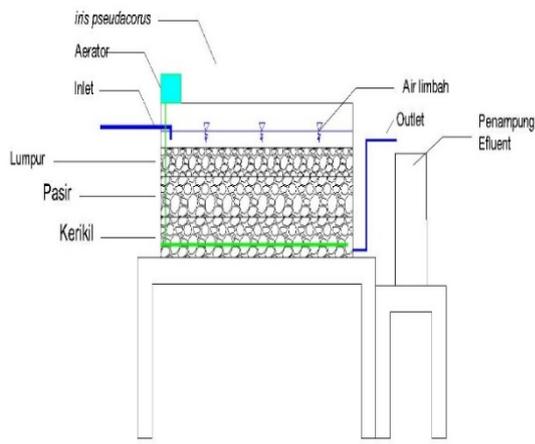
Parameter utama yang diukur adalah konsentrasi BOD (SNI 6989.72:2009) dan NH<sub>3</sub> dalam air limbah domestik perumahan. Parameter pendukung yang juga diukur adalah pH dan suhu dari air limbah domestik perumahan yang telah melalui sistem lahan basah buatan. Pengambilan sampel analisa BOD dilakukan setiap 2 hari sekali setelah overflow pertama yaitu pada hari ke- 4, 6, 8, 10, 12, 14, dan 16. Pengambilan sampel dilakukan secara langsung pada saluran outlet reaktor. Ukuran reaktor, panjang=60 cm, lebar=30 cm, tinggi=30 cm. Ketebalan media kerikil=25 cm, jarak antar tanaman=15 cm. Rangkaian alat penelitian dijelaskan dalam bentuk denah (Gambar 1), potongan (Gambar 2) dan detail (Gambar 3).



Gambar 1. Denah susunan alat



Gambar 2. Potongan susunan alat



Gambar 3. Detail Reaktor *Constructed Wetland*

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Karakteristik Limbah

Uji karakteristk air limbah ini digunakan untuk mengetahui kandungan awal pada limbah sesuai dengan parameter air limbah domestik pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

Hasil uji karakteristik limbah domestik perumahan dapat lihat pada Tabel 4. Nilai BOD dan  $\text{NH}_3\text{-N}$  limbah domestik perumahan Wiguna sebesar 105,5 mg/L dan 28,7 mg/L. Nilai ini melebihi dari baku mutu limbah domestik pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

#### 3.2. Tahap Aklimatisasi

Setelah pembuatan reaktor dan tanaman *Iris pseudocorus* yang sudah disiapkan pada beberapa polybag mencukupi kebutuhan, maka dilakukan pemilihan tanaman untuk digunakan dalam penelitian. Tumbuhan *Iris pseudocorus* optimal pada penelitian adalah tanaman yang berumur 3 bulan karena pada umur 3 bulan *Iris pseudocorus* memiliki tinggi 49 cm – 58 cm, lebar daun 2,6 cm – 3,2 cm dan jumlah daun 5 helai – 6 helai (Ningsih, 2017). Selain itu, umur 3 bulan ini merupakan fase generatif. Diharapkan sebelum memasuki fase ini tumbuhan dapat menyerap kontaminan secara optimal.

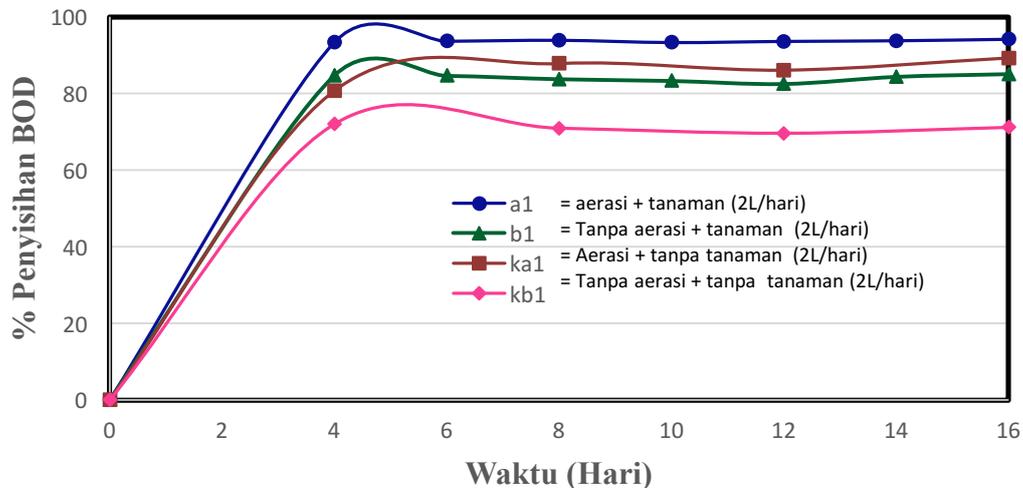
Tabel 4. Karakteristik Limbah Domestik

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
1	pH	-	6,8	6 – 9
2	BOD	mg/L	105,5	30
3	Amonia	mg/L	28,7	10

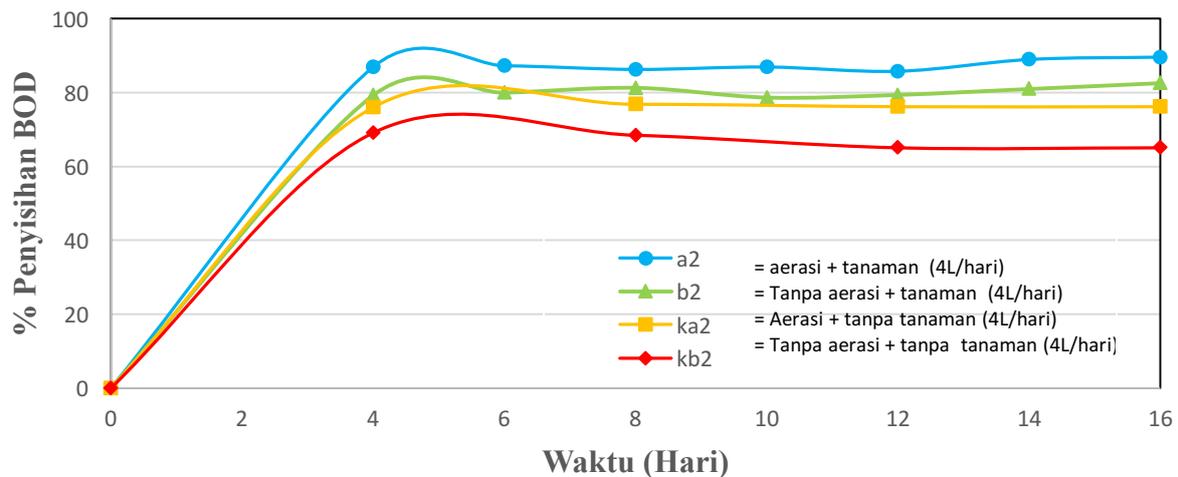
Sumber Hasil Analisa, 2018

Setelah mendapatkan *Iris pseudocorus* yang akan digunakan, maka dapat dilakukan tahap aklimatisasi, agar tanaman dapat beradaptasi dengan lingkungan baru, yaitu reaktor uji *wetland* dengan dan tanpa aerasi. Proses aklimatisasi dilakukan selama 2 minggu, dimana pada minggu pertama masih menggunakan air PDAM dan pada minggu kedua menggunakan air limbah. Pengamatan dilakukan

terhadap kondisi fisik mati atau layu yang menunjukkan apakah dapat bertahan hidup atau tidak. Setelah dipastikan bahwa tumbuhan tidak mengalami kondisi mati atau layu, atau tumbuhan *Iris pseudocorus* dapat beradaptasi dengan kondisi baru, maka penelitian dapat dilanjutkan pada penelitian dengan memberikan air limbah pada reaktor uji.



Gambar 4 Hubungan Waktu Sampling dengan % Penyisihan BOD pada Reaktor Debit 2 L/hari



Gambar 5 Hubungan Waktu Sampling dengan % Penyisihan BOD pada Reaktor Debit 4 L/hari

### 3.3 Pengaruh Aerasi dalam Reaktor *Wetland* terhadap Penurunan BOD

Gambar 4 menjelaskan besarnya penurunan kandungan BOD pada reaktor *wetland* dengan debit 2 L/hari, berkisar antara 69% - 94%. Terlihat pada siklus hari ke - 4 reaktor yang menggunakan aerasi mencapai penyisihan 93% dan mencapai penurunan tertinggi pada siklus hari ke - 16 yaitu 94,18%.

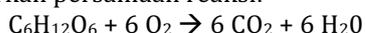
Pada reaktor tanpa aerasi dengan jenis media dan Penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penyisihan BOD pada reaktor uji lebih baik daripada reaktor kontrol, hal ini dikarenakan adanya proses adsorpsi yang terjadi pada media kerikil maupun zona akar melalui proses pertukaran ion dikarenakan adanya muatan ion (USEPA, 2000). Dibantu dengan peran mikroorganisme yang ada pada reaktor *wetland* dalam mengurai bahan organik menjadi bentuk-bentuk yang lebih sederhana, serta adanya peran *uptake* dari tumbuhan dalam menyerap nutrisi N dan P sehingga membantu menurunkan konsentrasi pencemar pada air limbah (Vymazal, 2011). Pada Gambar 5 dapat dilihat besarnya penurunan kandungan BOD pada reaktor *wetland* dengan debit 4 L/hari berkisar antara 69% - 89%. Terlihat pada siklus hari ke - 4 reaktor dengan debit 4 L/hari yang menggunakan aerasi mencapai penyisihan sebesar 86% dan mencapai penurunan tertinggi pada siklus hari ke - 16 yaitu 89%. Pada reaktor dengan jenis media dan debit aliran yang sama tetapi tanpa aerasi, penurunan kandungan BOD pada siklus hari ke - 4 memperoleh penurunan BOD sebesar 79% dan terus meningkat sampai tingkat penurunannya mencapai 82% pada siklus hari ke - 16. Reaktor kontrol untuk kedua reaktor di atas yaitu reaktor tanpa tanaman mengalami penurunan kandungan BOD sebesar 75% - 76% pada reaktor kontrol dengan aerasi, dan 65% - 69% pada reaktor kontrol tanpa aerasi.

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5, perbandingan antara kemampuan reaktor dengan debit 2 L/hari dan debit 4 L/hari, didapat hasil bahwa reaktor dengan aerasi adalah reaktor yang paling tinggi dalam menyisihkan BOD yaitu dengan kemampuan 94% pada reaktor debit 2 L/hari dan 89,5% pada reaktor debit 4 L/hari. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh dari aerasi terhadap kemampuan reaktor dalam menyisihkan BOD pada air limbah domestik. Proses penurunan BOD ini terjadi melalui proses fisik dan biologis. Penyisihan BOD kemungkinan terjadi karena pengaruh media kerikil yang membantu untuk menangkap dan mengendapkan material partikulat. Selain itu pertumbuhan mikroba pada permukaan media dan menempel pada akar tumbuhan serta penetrasi rhizoma membantu menyisihkan BOD terlarut (Khatuddin, 2003; Randerson, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa organik dalam limbah merupakan sumber nutrisi bagi mikroba yang diolah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Melalui *phytotreatment*, kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berada pada tumbuhan tersebut merupakan proses yang mampu menurunkan pencemar dalam limbah cair (Hayati, 1992; Shelef et al., 2013).

Kenaikan penyisihan terjadi pada hampir pada setiap reaktor uji. Hal ini menunjukkan tumbuhan berperan dalam mendukung laju penyerapan unsur hara yang ada. Semakin tinggi aktivitas fotosintesis akan meningkatkan oksigen terlarut dalam lingkungan *wetland*, sehingga akan mendukung kinerja mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa organik yang ada. Beberapa hal yang dapat menjelaskan terjadinya penurunan bahan organik dalam sistem *wetland* adalah adanya mekanisme aktivitas mikroorganisme dan tumbuhan, proses oksidasi oleh bakteri aerob yang tumbuh disekitar *rhizosphere* tumbuhan maupun kehadiran

bakteri heterotrof di dalam air limbah (Tangahu dan Warmadewanthi, 2001; Hidayah dan Aditya, 2010; Vymazal, 2011; Shelef, et al., 2013).

Pada reaktor dengan penambahan aerasi, terjadi adalah proses aerobik dengan penyisihan organik yang utama berasal dari aktivitas respirasi berdasarkan persamaan reaksi:



Reaksi tersebut menunjukkan peranan oksigen dalam memecah rantai organik menjadi bentuk lain yakni CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Oleh karena itu, aerasi memiliki peranan penting dalam proses yang terjadi pada reaktor *wetland* (Mena, et al., 2008; Shelef, et al., 2013).

Pengaruh dari aerasi pada sistem *wetland* ini dapat dilihat pada hasil penyisihan pada reaktor dengan aerasi lebih tinggi dibanding dengan yang tanpa aerasi, hal ini disebabkan oleh adanya injeksi udara dari aerator yang meningkatkan kandungan oksigen terlarut pada air limbah didalam reaktor.

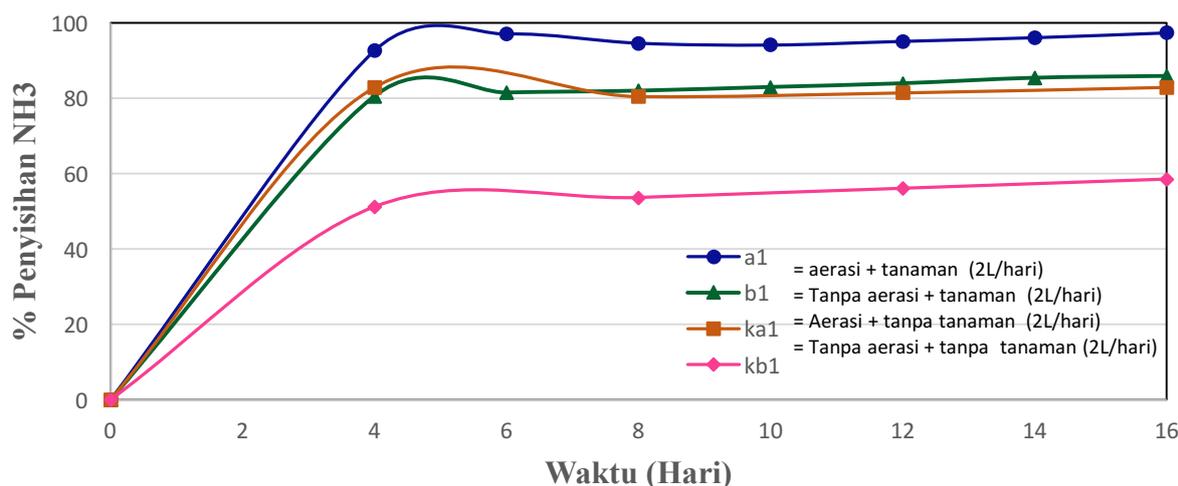
debit aliran yang sama, penurunan kandungan BOD pada siklus hari ke - 4 memperoleh penurunan BOD sebesar 84% dan terus meningkat sampai tingkat penurunan mencapai 89% pada siklus hari ke - 16. Setelah dilakukan percobaan pada reaktor selama 16 hari, diperoleh hasil efluen yang relatif stabil. Hasil itu yang diasumsikan sebagai kemampuan optimum dari sistem *constructed wetland*. Reaktor kontrol untuk kedua reaktor diatas yaitu reaktor tanpa tanaman mengalami penurunan kandungan BOD sebesar 81% - 89% pada reaktor kontrol dengan aerasi, dan 71% - 72% pada reaktor kontrol tanpa aerasi.

Semakin tinggi DO yang ada pada air akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme didalamnya untuk mendekomposisi bahan organik (Metcalf & Eddy, 2003). Proses dekomposisi oleh

mikroorganisme dapat menurunkan kandungan DO di perairan. Semakin tinggi bahan organik, maka semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme sehingga menyebabkan penurunan oksigen terlarut di perairan tersebut bahkan sampai pada kondisi anaerob. Disinilah peran penambahan aerasi dalam reaktor dapat mengakibatkan penyisihan BOD yang lebih tinggi dibanding reaktor tanpa aerasi. Aerasi membuat kebutuhan oksigen bakteri terpenuhi.

Pada reaktor kontrol yang berisi media kerikil dan limbah domestik tanpa tumbuhan juga mengalami kenaikan nilai penyisihan BOD. Meskipun nilai penyisihan BOD masih berada dibawah nilai penyisihan BOD pada masing-masing reaktor uji dengan tanaman. Kenaikan nilai penyisihan BOD pada reaktor kontrol terjadi karena adanya mikroorganisme dan alga yang tumbuh pada media kerikil dan berperan dalam mendegradasi polutan (Hidayah dan Aditya, 2010; Zidan, et al., 2015).

Tumbuhan memegang peranan dalam penyediaan oksigen yang secara prinsip terjadi karena adanya proses fotosintesis. Melalui prinsip difusi, oksigen akan mengalir ke pori-pori daun menuju batang tumbuhan dan menuju ke akar tumbuhan sehingga akan terbentuk zona rizosfer yang kaya akan oksigen diseluruh permukaan akar (Suprihatin, 2014). Pelepasan oksigen oleh akar tumbuhan air menyebabkan adanya kandungan oksigen terlarut yang tinggi dalam air atau media disekitar rambut akar. Hal ini memungkinkan menjadi mikro habitat untuk mikroorganisme aerob melakukan aktivitas penguraian. Hal ini terlihat dengan adanya efisiensi penurunan parameter organik.



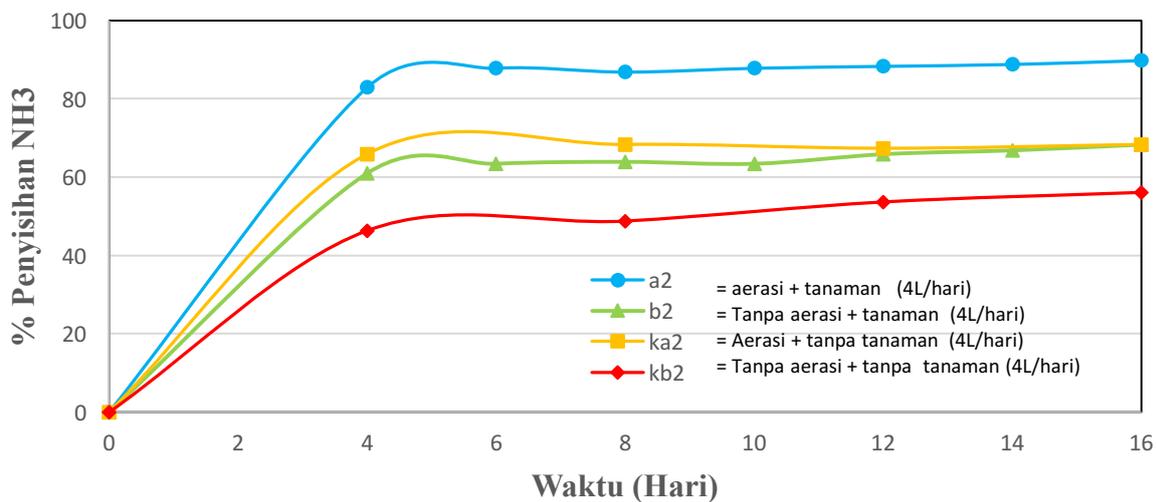
Gambar 6 Hubungan Waktu Sampling dengan % Penyisihan NH<sub>3</sub> pada Reaktor Debit 2 L/hari

### 3.4 Pengaruh Aerasi dalam Reaktor *Wetland* terhadap Penurunan NH<sub>3</sub>

Gambar 6 menunjukkan perbandingan reaktor dengan aerasi dan tanpa aerasi dengan debit 2 L/hari, terjadi penurunan kandungan ammonia pada kedua reaktor uji dan reaktor kontrol. Pada setiap siklus dapat dilihat bahwa terjadi penurunan yang signifikan pada konsentrasi ammonia hingga mencapai 100% penyisihan pada reaktor dengan aerasi. Pada siklus hari ke - 4 penyisihan untuk reaktor dengan aerasi mencapai 92,6%, sedangkan 80,4 untuk reaktor tanpa aerasi angka itu terus mengalami peningkatan, dimana penurunan terbesar dapat mencapai 97,3% untuk reaktor dengan aerasi dan 85,8% untuk reaktor tanpa aerasi pada siklus hari ke - 16. Pada reaktor kontrol juga terjadi penurunan yang cukup signifikan pada setiap siklusnya tetapi tidak sebesar pada reaktor uji, penurunan terbesar mencapai 82,9% pada reaktor kontrol dengan tambahan aerasi sedangkan penurunan tertinggi

terjadi pada reaktor kontrol tanpa aerasi yaitu sebesar 58,5%.

Gambar 7 menunjukkan penurunan nilai ammonia pada reaktor dengan Debit 4 L/hari berkisar antara 82,9% - 89,7% pada reaktor uji dengan aerasi dan 60,9% - 68,2% pada reaktor uji tanpa aerasi sedangkan pada reaktor kontrol berkisar antara 65,8% - 68,2%. Perbedaan antara reaktor uji dan kontrol ini bisa diakibatkan karena adanya uptake dari tumbuhan sehingga penurunan lebih tinggi terjadi pada reaktor uji. Perbandingan Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan antara reaktor dengan aerasi dan tanpa aerasi, dimana penyisihan ammonia pada reaktor dengan aerasi bisa mencapai 93% - 97%, sedangkan pada reaktor tanpa aerasi hanya berkisar antara 80% - 85%. Terlihat jelas bahwa kemampuan reaktor dengan aerasi lebih baik dalam menurunkan kandungan ammonia pada air limbah.



Gambar 7 Hubungan Waktu Sampling dengan % Penyisihan NH<sub>3</sub> pada Reaktor Debit 4 L/hari

Namun, efisiensi penyisihan ammonia pada siklus akhir tidak mengalami penurunan yaitu masih 97% penurunan. Selain itu, penelitian ini menunjukkan kemampuan penyisihan ammonia menggunakan aerasi relatif stabil atau tanpa terjadi peningkatan dan penurunan yang berarti. Adanya penambahan aerasi pada reaktor uji baik pada reaktor debit 2 L/hari maupun debit 4 L/hari memberikan dampak positif yaitu peningkatan penyisihan pada parameter uji ammonia, hal ini bisa terjadi karena adanya aerasi bisa menjaga kondisi reaktor memiliki kandungan oksigen terlarut (DO) yang tinggi sehingga mencukupi kebutuhan mikroorganisme untuk mengurai ammonia menjadi unsur yang lebih sederhana dan mudah diserap oleh tumbuhan dan dilepas ke udara yaitu nitrit dan nitrat melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Shelef, et al., 2013).

Perbandingan antara reaktor uji dengan reaktor kontrol menunjukkan bahwa reaktor kontrol mampu menyisihkan ammonia hingga 82%. Penyisihan ammonia pada reaktor uji dan reaktor kontrol kemungkinan karena adanya mekanisme penyisihan melalui uptake tumbuhan, adsorpsi, serta aktivitas mikroorganisme. Namun, pada reaktor kontrol terdapat satu mekanisme yang cukup signifikan dalam menyisihkan ammonia, yaitu volatilisasi (Shunan, et al., 2016). Volatilisasi merupakan proses perubahan ammonia menjadi bentuk gas, pada kondisi basa atau pH>8 (Bastviken, 2006). Volatilisasi ammonia juga terjadi pada keadaan tanah tergenang, walaupun keadaan tergenang belum tentu menyebabkan terjadinya volatilisasi pada *wetland* (Fillery, et al., 1986). Efisiensi penyisihan ammonia pada reaktor kontrol tidak lebih baik dari reaktor uji yang menggunakan

tumbuhan. Hal ini disebabkan karena tumbuhan mampu meningkatkan penyisihan nitrogen melalui proses uptake nitrogen dan proses ini lebih baik daripada proses volatilisasi (Zhang *et al.*, 2016).

#### 4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. *Constructed wetland* dengan *Iris pseudoacorus* efektif dalam menyisihkan parameter BOD dan  $\text{NH}_3$  dibandingkan *Constructed wetland* tanpa tanaman, hal ini terjadi karena adanya uptake oleh tanaman yang membantu menyisihkan BOD dan  $\text{NH}_3$
2. Aerasi pada *wetland* berpengaruh dalam menurunkan parameter pencemar dibuktikan pada reaktor dengan aerasi memiliki penyisihan BOD dan  $\text{NH}_3$  lebih baik, dikarenakan dengan adanya aerasi membantu mencukupi kebutuhan oksigen terlarut digunakan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan pencemar
3. Semakin kecil debit yang digunakan atau waktu tinggal yang lebih lama memiliki penyisihan BOD dan  $\text{NH}_3$  lebih baik, hal ini dikarenakan semakin lama kontak antara air limbah dengan reaktor *wetland* maka daya serap tanaman terhadap pencemar semakin baik, dan juga mikroorganisme memiliki waktu yang cukup untuk memproses pencemar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bastviken, S. 2006. Nitrogen removal in treatment wetlands-factors influencing spatial and temporal variations. Thesis. Departement of Biology, Linkoping University.
- Effendi, H. (2003). Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fillery, I., J. Simpson, S. De Datta. 1986. Contribution of ammonia volatilization to total nitrogen loss after applications of urea to wetland rice fields. *Fertilizer Research*, 8: 193-202.
- Gubernur Jatim. 2013. Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Hayati, N. 1992. Kemampuan eceng gondok dalam mengubah sifat fisik-kimia limbah cair pabrik pupuk urea dan asam format. Tesis. Pascasarjana Biologi Institut Teknologi Bandung.
- Hidayah, E.N. dan W. Aditya. (2010). Potensi dan pengaruh tanaman pada pengolahan air limbah domestik dengan sistem constructed wetland. *Envirotek*, 2 (2): 11-18.
- Jacobs, J., M. Graves, J. Mangold. 2010. Plant guide for paleyellow iris (*Iris pseudacorus*). USDA-Natural Resources Conservation Service, Montana State Office: Montana.
- Khiatuddin, M. 2003. Melestarikan sumber daya air dengan teknologi rawa buatan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mena, J. 2008. Design of horizontal and vertical subsurface flow constructed wetlands treating industrial wastewater. *Transactions on Ecology and the Environment*, 111: 555-564.
- Metcalf and Eddy. 2003. Wastewater engineering treatment and reuse. MC. Graw- Hill. New York. America.
- USEPA. 2000. Introduction to phytoremediation. National Risk Management Research Laboratory. Cincinnati: Environmental Protection Agency.
- Ningsih, D. A. 2017. Uji penurunan kandungan BOD, COD, dan warna pada limbah cair pewarnaan batik menggunakan *Scirpus grossus* dan *Iris pseudacorus* dengan Sistem Pemaparan Intermittent. Skripsi. Teknik Lingkungan FTSP ITS.
- Panelin, Y. 2016. Studi potensi penyisihan organik pada efluen ipal domestik dengan penggunaan constructed wetland (studi kasus: IPAL Bojongsoang, Bandung). *Journal of Env. Engineering & Waste Management*, Vol. 1 (1): 25-34.
- Prawira, J. 2015. Efektifitas sistem lahan basah buatan sebagai alternatif pengolahan limbah domestik menggunakan tumbuhan hias *Iris pseudacorus* L. Skripsi. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Riau.
- Randerson, P. F. 2006. Constructed wetlands and vegetation filters: an ecological approach to wastewater treatment. *Environmental Biotechnology*, 2 (2): 72-79.
- Shelef, O., A.S. Gross, S. Rachmilevitch, 2013. Role of plants in a constructed wetland: current and new perspectives. *Water*, 5: 401-409.
- Suswati, A., G. Wibisono, A. Masrevaniah, D. Arfiati. 2012. Analisis luasan constructed wetland menggunakan tanaman iris dalam mengolah air limbah domestik (greywater). *Indonesian Green Technology Journal*, 1 (3): 1-7.
- Suprihatin, H. 2014. Kandungan organik limbah cair industri batik jetis sidoarjo dan alternatif pengolahannya. Skripsi. Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Pembangunan Surabaya.
- Tangahu, B. V. dan I.D.A.A. Warmadewanthi. 2001. Pengelolaan limbah rumah tangga dengan memanfaatkan tanaman cattail (*typha angustifolia*) dalam sistem constructed wetland. *Purifikasi*, 2 (3): 791-798.
- Vymazal, J. 2011. Plants used in constructed wetlands with horizontal subsurface flow: a review. *Hydrobiologia*, 674: 133-156.
- Shunan, Z. X. Runlin, L. Feng, Z. Juan, L. Hongfang, W. Jinshui. 2016. Effect of vegetation on nitrogen removal and ammonia volatilization from wetland microcosms. *Ecological Engineering*, 97: 363-369.
- Zidan, A. R. A., M.M. El-Gamal, A.A. Rashed, M.A. Eid. 2015. Wastewater treatment in horizontal subsurface flow constructed wetlands using different media (setup stage). *Water Science*, 29: 1-10.