

OXIDATION DITCH ALGAE REACTOR DALAM PENGOLAHAN NUTRIEN LIMBAH GREYWATER PERKOTAAN

Rian Nurrohman

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Kandungan nutrient yang berlebih dalam air dapat menimbulkan eutrofikasi yang berdampak pada peningkatan kekeruhan yang diakibatkan oleh pertumbuhan suatu organisme atau mikroorganisme yang kemudian akan menimbulkan kondisi anoksik pada perairan. Alga merupakan mikroorganisme autotrop yang memanfaatkan nutrient sebagai bahan baku metabolismenya sehingga kandungan nutrient di dalam air bisa berkurang. Oxidation Ditch Algae Reactor (ODAR) adalah pengolahan air limbah yang memanfaatkan interaksi simbiosis antara bakteri heterotroph dan sel-sel alga yang hidup diperairan. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi removal nutrient oleh alga. Penelitian dilakukan selama 26 hari dengan 13 hari pertama menggunakan limbah greywater dan 13 hari kemudian menggunakan limbah artifisial dengan campuran pupuk dan gula. Parameter yang akan diuji dalam penelitian ini adalah Klorofil-a, Amonia (NH_3) dan Fosfat (PO_4) sebagai parameter utama yang analisa dilakukan setiap 3 hari sekali. Selain ketiga parameter tadi, ada juga parameter kualitas air yang akan diamati yaitu oksigen terlarut, pH, intensitas cahaya, dan suhu. Hasil dari penelitian menunjukkan kemampuan ODAR dalam menurunkan amonia dan fosfat adalah sebesar 53,58% dan 41,15% dengan konsentrasi awal 4,14 mg/L dan 2,43 mg/L pada reaktor dengan limbah greywater. Sedangkan remofal amonia dan fosfat pada limbah artifisial adalah sebesar 59,70% dan 59,15 % dengan konsentrasi awal sebesar 23,68 mg/L dan 20,50 mg/L. Semakin tinggi konsentrasi klorofil-a pada reaktor, semakin rendah kandungan nutrient dalam reaktor.

Kata Kunci : Alga, amonia, fosfat, klorofil-a, ODAR

The excessive contents of nutrient might eutrofication in water, this could increase turbidity caused by the growth of organism or microorganism which then will lead to anoxic conditions in the water. Oxidation Ditch Algae Reactor (ODAR) is the wastewater treatment utilizing the symbiosis interaction between heterotroph bacteria and alga cells that lives in the waters. The purpose of this research is to determine the nutrient removal efficiency. The study was done in 26 days with the first 13 days using the greywater and the last 13 days using the artificial wastewater. The main parameter to be tested once every 3 days in this study is Chlorophyll-a, Ammonia (NH₃) and Phosphat (PO₄). Beside the three main parameter, there is parameters of water quality that to be tested as well namely dissolved oxygen, acidity, light intensity, and temperature. The results showed ODAR capability to reduce ammonia and phosphat in greywater by 53,58% and 41,15% with the initial concentration 4,14 mg/l and 2,43 mg/l. As for the artificial wastewater, the removal efficiency for ammonia and phosphate is 59,7% and 59,15 % with the initial concentration 23,68 mg/l and 20,50 mg/L. The greater the chlorophyll-a concentration, the nutrient contents in reactor will be less.

Keywords : *Algae, ammonia, phosphat, chlorophyll-a, ODAR*

1. Latar Belakang

Menurut *CIA World Factbook* Tahun 2015 Indonesia menempati peringkat ke empat dengan penduduk terbanyak di dunia yang setara dengan 3,5 % penduduk di seluruh dunia. Hal ini mengakibatkan produksi *greywater* masyarakat Indonesia cukup tinggi. Namun kurang ditunjang dengan instalasi pengelolaan air limbah yang memenuhi standar. Pengelolaan yang terdapat di Indonesia masih menggunakan proses pengolahan konvensional dengan memanfaatkan pengolahan fisik dan kimia.

Pengolahan limbah dengan alga masih sangat minim di Indonesia, padahal menurut Nur (2014) menjabarkan bahwa Indonesia merupakan negara ketiga di anggota APEC yang memiliki potensi cukup besar dalam produksi mikroalga. Dalam laporannya, Van Harmelen dan Oonk (2006) memaparkan bahwa wilayah negara dengan suhu di atas 15°C cenderung merupakan negara yang cocok digunakan untuk produksi mikroalga.

Alga tumbuh dan bermetabolisme dengan memanfaatkan nutrient terutama nitrogen, fosfat, dan potassium. Karakteristik *greywater* pada umumnya banyak mengandung unsur nitrogen, fosfat, dan potasium (Lindstrom, 2000). Dalam pengolahannya bisa menggunakan berbagai macam reaktor, salah satunya adalah *oxidation ditch*.

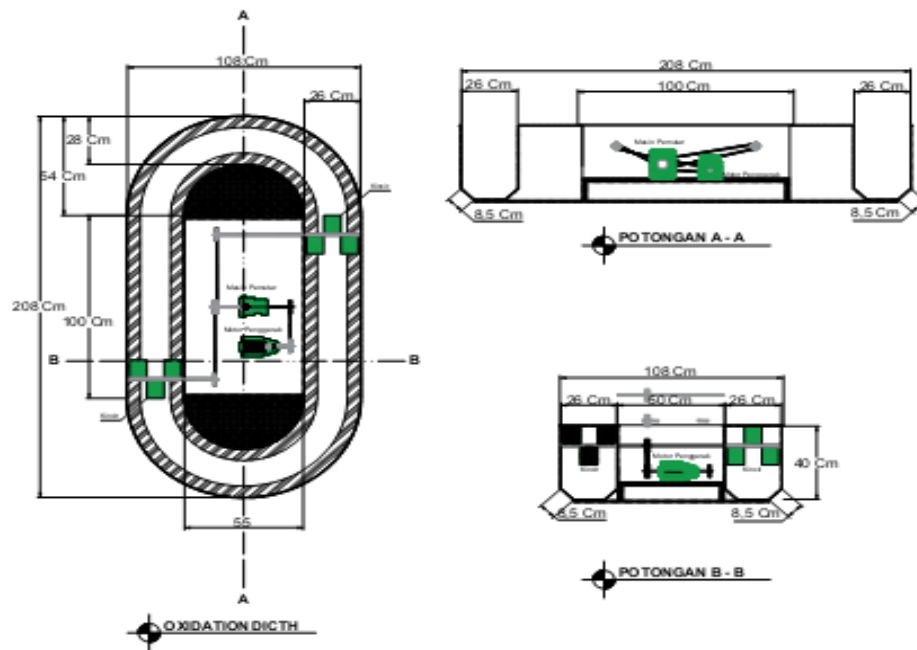
Oxidation ditch merupakan reaktor yang memanfaatkan kontak udara dan mikroorganisme tersuspendi didalamnya. Reaktor ini memiliki efisiensi removal yang tinggi. Menurut Sasono (2013) *oxidation ditch* memiliki kemampuan removal mencapai 85% sampai 90% dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan reaktor yang lainnya. Selain itu penggunaan pedal atau *brush aerator* dapat menghindarkan mengendapnya mikroorganisme di bagian dasar reaktor. Mengendapnya mikroorganisme dapat menurunkan efisiensi dari reaktor itu sendiri.

2. METHODOLOGY / EXPERIMENTAL

Pada penelitian kali ini akan diuji penurunan ammonia dan fosfat serta kenaikan variable tambahan yaitu klorofil-a, intensitas cahaya (lux), suhu, dan pH. Airasi

dilakukan dengan *brush aerator* yang terpasang dalam reactor. Pengujian dilakukan setiap dua atau tiga hari selama tiga belas hari pada reactor dengan limbah *greywater* dan artifisial.

Penelitian dilakukan dalam reactor yang sama namun dalam hari yang berbeda. Reactor yang dipakai memiliki kapasitas tiga ratus liter dengan putaran aerator sebesar enam puluh putaran setiap menit (rpm). Berikut gambar dari reactor yang digunakan :



Gambar 1 Detail reactor *oxidation ditch*

a. Seeding dan Aklimasi

Seeding dan aklimatisasi terlebih dahulu dilakukan agar mendapatkan alga yang siap digunakan dalam penelitian pada reactor yang sudah dipersiapkan sebelumnya. Konsentrasi alga pada saat *seeding* adalah sebesar 0,743 mg/L. Menurut penelitian Lei dan Ni pada tahun 2014 menyebutkan bahwa konsentrasi klorofil-a sebesar 0,6 mg/L sudah bisa dilakukan *running*.

b. Metode Pengambilan Contoh Uji dan Pengawetan

Untuk metode pengambilan contoh dan pengawetan sampel mengacu pada SNI 06-2412-1991 tentang metode pengambilan contoh kualitas air. Dengan menyesuaikan parameter yang akan di ambil dan di awetkan pada penelitian yang akan dilakukan.

c. Metode Kalasifikasi Alga

Klasifikasi yang dilakukan adalah dengan mengambil 10mL air alga lalu dimasukan dalam tabung sentrifuce yang kemudian diputar dalam mesin setrifuce selama 15 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Selanjutnya endapan di dasar tabung diamati dengan menggunakan mikroskop dengan pembesar 1600 kali.

d. Metode Pengujian Amonia (NH₃)

Untuk pengujian Amonia (NH₃) mengacu pada SNI 06-6989.30-2005 mengenai Air dan air limbah – Bagian 30 : Cara uji kadar amoniadengan spektrofotometer secara fenat

e. Metode Pengujian Fosfat (PO₄)

Untuk pengujian fosfat (PO₄) mengacu pada SNI 06-6989.31-2005 mengenai Air dan air limbah – Bagian 31 : Cara uji kadar fosfar dengan spektrofotometer secara asam askorbat

f. Metode Pengujian Klorofil-a

Untuk pengujian klorofil-a mengacu pada SNI 06-4157-1996 tentang pengujian kadar khlorofil a fitoplankton dalam air dengan spektrofotometer yang akan dijabarkan berikut :

Perhitungan Klorofil-a

Setelah didapatkan hasil absorbansi, rumus untuk menghitung kadar klorofil-a fitoplankton adalah sebagai berikut :

$$\text{Klorofil-a} = \frac{(26,7 (A-B) \times V_e)}{V_s \times L} \text{ mg/ m}^3$$

Keterangan :

- Angka 26,7 = Konstanta (koreksi) serapan masuk
- A = Selisih kerapatan optik sebelum pengasaman
- B = Selisih kerapatan optik setelah pengasaman
- V_s = Volume benda uji (l)
- V_s = Volume contoh uji (m³)
- L = Bagian transparan atau lebar kuvet (cm)

g. Analisis Data

Pencatatan data dilakukan secara sistematis mulai dari data penelitian pendahuluan, hingga data pelaksanaan penelitian. Data yang diperoleh dari hasil analisa laboratorium dan parameter-parameter uji dikelompokkan secara time series yang terjadi.

Kinetika penurunan nutrien dilakukan dengan uji korelasi untuk mengetahui hubungan data yang didapatkan dari variabel dengan parameter-parameter uji. Selain itu dapat pula diketahui pola hubungan dari kondisi reaktor yang telah dikondisikan.

Dalam analisis korelasi yang dicari adalah koefisien korelasi yaitu angka yang menyatakan derajat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau untuk mengetahui kuat atau lemahnya hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Adapun rumus yang digunakan menurut Sugiyono (2012) adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{n(\Sigma XY) - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2\} \{n(\Sigma Y^2) - (\Sigma Y)^2\}}}$$

Keterangan :

- r = Koefisien korelasi
- n = Banyaknya pasangan data X dan Y
- ΣX = Total Jumlah variabel X

ΣY = Total Jumlah variabel Y

ΣX^2 = Kuadrat dari total jumlah variabel X

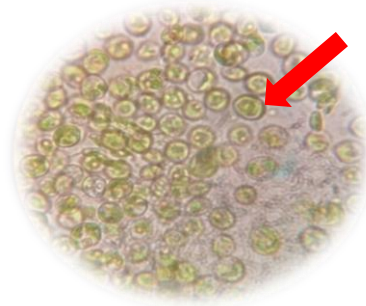
ΣX^2 = Kuadrat dari total jumlah variabel X

ΣXY = Hasil perkalian dari total jumlah variabel X dan variabel Y

3. Pembahasan

a. Jenis Alga

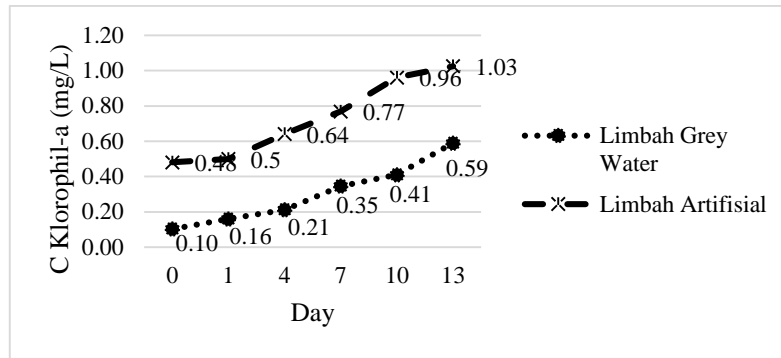
Sumber alga yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari kolam ikan yang terdapat di daerah Kaliurang yang kemudian dianalisis dengan terlebih dulu lalu memasukan alga sebanyak 10 mL ke dalam tabung sentrifuse dan diputar selama dua puluh menit dengan kecepatan 2000 rpm. Endapan yang ada di dasar tabung kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop jenis cahaya dengan lensa binokuler menggunakan pembesaran sebesar 1600 kali. Hasil dari pengamatannya dapat dilihat dalam **Gambar 2**:



Gambar 2 Hasil pengamatan menggunakan mikroskop cahaya dengan pembesaran 1600x

Hasil dari pengamatan menggunakan mikroskop didapat jenis alga yang paling dominan adalah *Chlorella* sp.

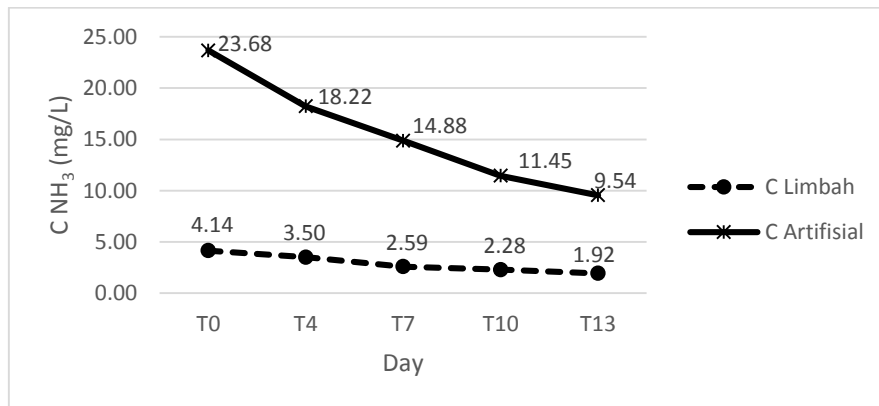
b. Analisis Klorofil-a



Gambar 3 Grafik perbandingan kadar klorofil-a antara reaktor dengan limbah dan artifisial

Dilihat dari grafik yang terbentuk diatas, maka hasil analisa menunjukkan kenaikan konsentrasi klorofil-a pada keduanya. Hal ini menunjukkan pertumbuhan alga yang meningkat dari mulai T0 sampai T13. Dari grafik diatas kenaikan konsentrasi klorofil-a mulai dari T0 sampai T13 menjadi 1,03 mg/L dari 0,48 mg/L pada reaktor dengan limbah *greywater*. Lalu kenaikan konsentrasi klorofil-a dari mulai T0 sampai T13 adalah menjadi 0,59 mg/L dari 0,1 mg/L. Hal ini menunjukkan pertumbuhan alga dalam reaktor mengalami kenaikan sehingga semakin banyak jumlah alganya.

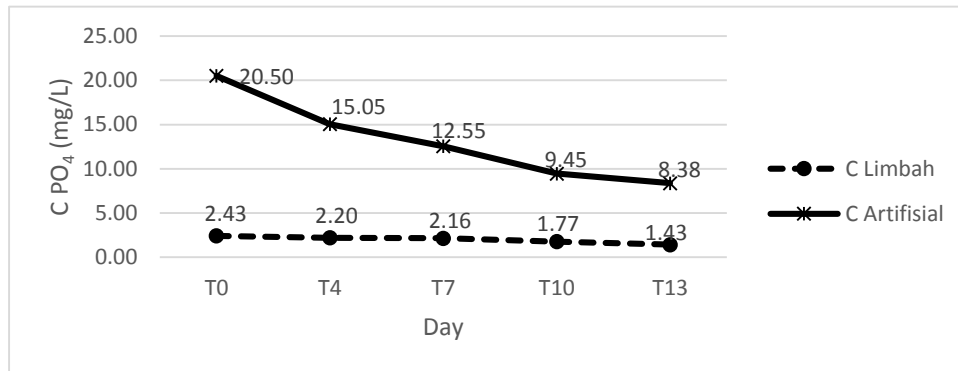
c. Analisis Amonia (NH₃)



Gambar 4 Grafik kadar amonia (NH₃) antara reaktor limbah *greywater* dengan amonia limbah artifisial

Dari grafik di atas menunjukkan semua reaktor menunjukkan penurunan kadar amonia (NH_3). Hal ini menunjukkan bahwa di setiap reaktor proses degradasi amonia (NH_3) telah berhasil walaupun dari awal limbah yang digunakan berbeda. Seperti yang diutarakan oleh Chalid (2012) Nutrien (N dan P) merupakan bahan baku metabolisme alga yang akan digunakan selama masa hidupnya. Selain alga, bakteri juga berperan dalam penurunan nutrient. Effendi (2003) menyatakan bahwa bentuk nitrogen tersebut mengalami transformasi (ada yang melibatkan mikrobiologi dan ada yang tidak) sebagai bagian dari siklus nitrogen.

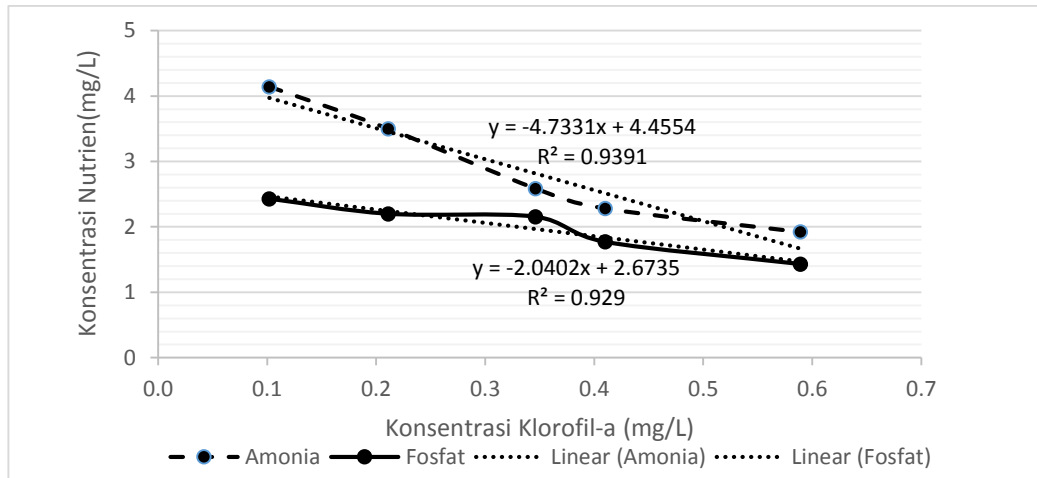
d. Analisis Fosfat (PO_4)



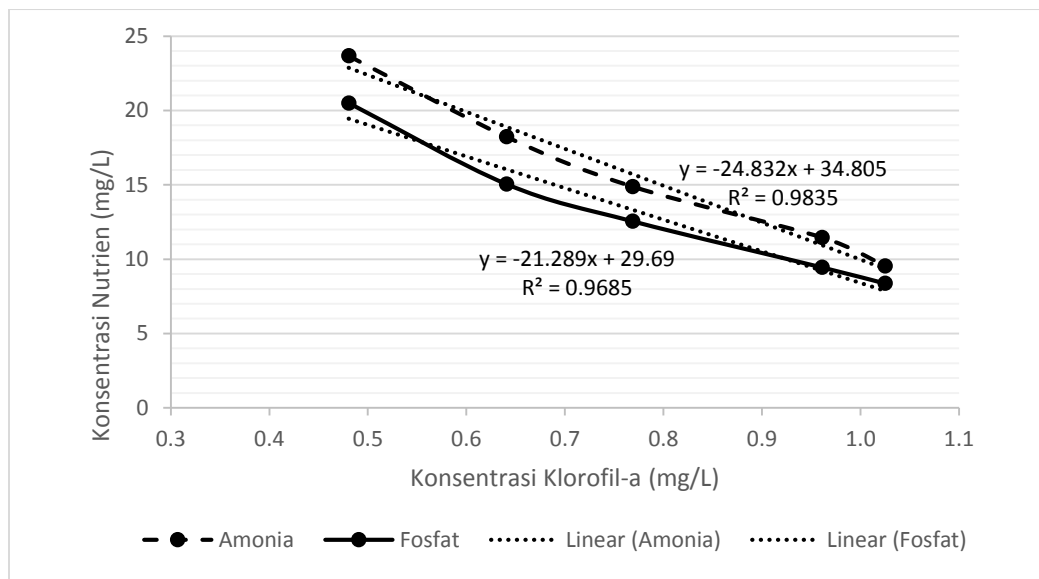
Gambar 4 Grafik kadar fosfat (PO_4) antara reaktor dengan limbah *greywater* dan limbah artifisial

Dilihat dari grafik diatas penurunan fosfat maka penurunannya terjadi mulai dari T0 sampai dengan P13. Penurunan paling tinggi dari kedua reaktor ada perbedaan. Untuk reaktor dengan limbah artifisial penurunan tertinggi berada pada T0 sampai T4, sedangkan untuk rektor dengan limbah *greywater* penurunan tertinggi berada di T10 sampai dengan T13. Perbedaan ini bias terjadi karena jenis dan konsentrasi limbah yang digunakan berbeda dan juga kondisi lingkungan yang berbeda karena dilakukan pada jangka waktu yang berbeda.

e. Korelasi Parameter



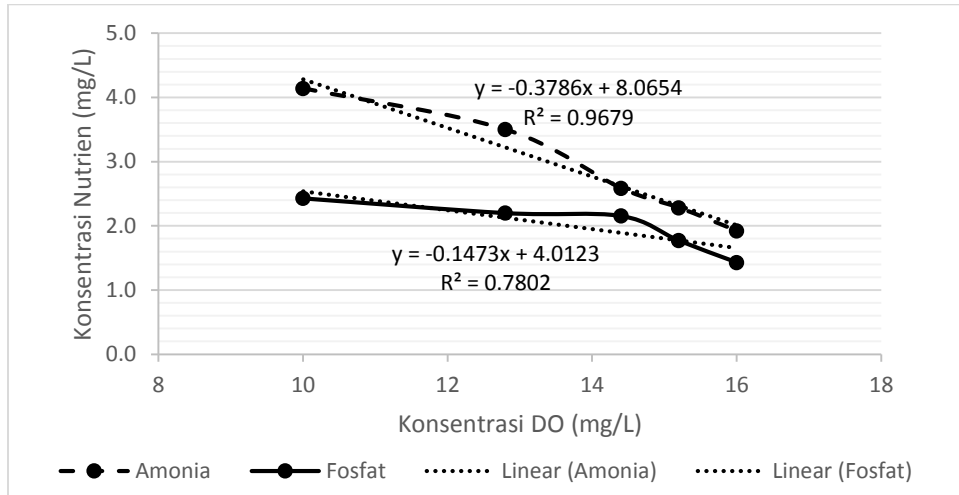
Gambar 5 Grafik korelasi amonia dan fosfat dengan klorofil pada limbah *greywater*



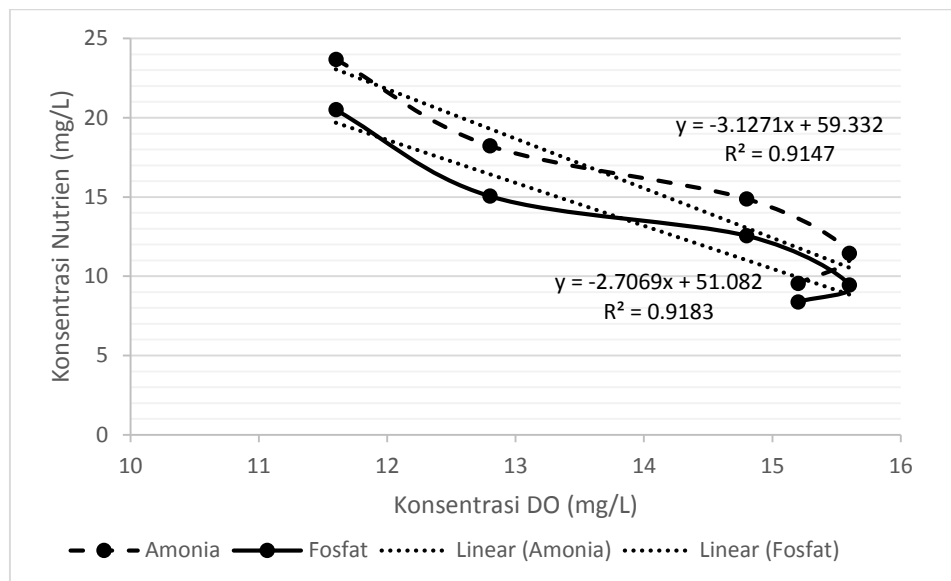
Gambar 5 Grafik korelasi amonia dan fosfat dengan klorofil pada limbah Artifisial

Dari diagram diatas terdapat korelasi yang memiliki kesamaan antara reaktor limbah *greywater* dengan reaktor artifisial. Semua *trend* saling bersilangan antara nutrient dengan klorofil-a dengan nilai tingkat hubungan bertolak belakang sangat kuat. Dari semua pengujian klorofil dari hari-kehari semakin meningkat, sedangkan

nutrient semakin menurun. Hal ini dikarenakan nutrient yang terkandung dalam air diserap oleh alga sebagai bahan untuk metabolisme.



Gambar 6 Grafik korelasi amonia dan fosfat dengan DO dalam *greywater*



Gambar 4.11 Grafik korelasi amonia dengan DO pada limbah Artifisial

4. Kesimpulan

- a. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan *Oxidation Ditch Algae Reactor* (ODAR) dalam menurunkan kadar amonia (NH_3) dan fosfat (PO_4) pada limbah *greywater* masing-masing sebesar 53,58% dan 41,15%, sedangkan dalam limbah artifisial masing-masing sebesar 59,70% dan 59,14 %.
- b. Kenaikan klorofil-a pada reaktor dengan limbah *greywater* dan limbah artifisial masing-masing sebesar 574% dan 200%. Klorofil berpengaruh terhadap penurunan nutrient (NH_3 dan PO_4) dalam reaktor ODAR. Intensitas cahaya, derajat keasaman (pH), dan suhu saling berhubungan dan sebanding antar ketiganya dalam fluktuasinya.

5. Saran

- a. Perlu dilakukan pengujian setiap hari untuk memperkuat korelasi antara alga, nutrien dan parameter kualitas air yaitu DO, pH, suhu dan cahaya.
- b. Penelitian selanjutnya dapat menambah parameter yang lain yang memungkinkan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan biakan alga seperti total nitrogen dan total fosfat.
- c. Perlu adanya analisis terlebih dahulu untuk mengetahui mikroorganisme yang ada dalam reaktor penelitian, agar lebih diketahui proses degradasi yang terjadi pada masing-masing secara akurat oleh alga ataupun oleh bakteri.
- d. Penelitian selanjutnya lebih baik menggunakan reaktor yang dioperasikan secara bersamaan sehingga pengaruh lingkungan memiliki pengaruh yang sama.

6. Referensi

Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor

Nur, M. M. Azimatun. 2014. **Potensi Mikroalga sebagai Sumber Pangan Fungsional di Indonesia**. UPN "Veteran" Yogyakarta. Vol XI, No. 2. 1410-394X

SNI 06-2412-1991 tentang Metode Pengambilan Contoh Kualitas Air

SNI 06-4157-1996 tentang Pengujian Kadar Klorofil a Fitoplankton Dalam Air Dengan Spektrofotometer

SNI 06-6986.30-2005 tentang Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer Secara Fenat

SNI 06-6986.31-2005 tentang Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat

Sugiyono. 2012. **Metodologi Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D.** Alfabetha. Bandung.

Van Harmelen, T. and Oonk, H., 2006, **Micro-algae Biofixation Processes: Applications and Potential Contributions to Greenhouse Gas Mitigation Options.** Andijan Engineering and Economic Institute. Uzbekistan.