

# ***OXIDATION DITCH ALGA REACTOR DALAM PEGOLAHAN ZAT ORGANIK LIMBAH GREY WATER***

**Rafika Rahma Ardhiani**

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia  
E-mail : rafikarahmaa@gmail.com

## **ABSTRAK**

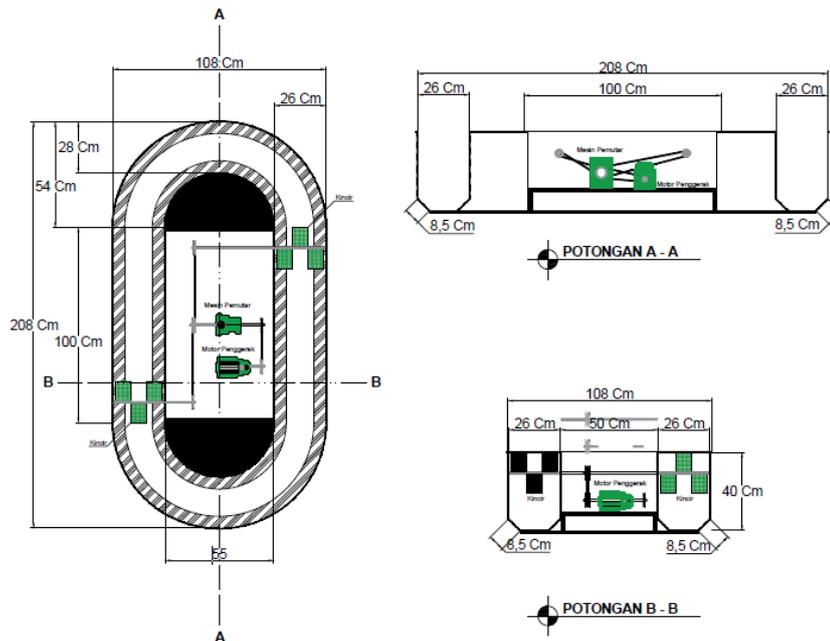
Kandungan zat organik yang berlebih dalam air limbah dapat mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Pengolahan menggunakan *Oxidation Ditch Algae Reactor* (ODAR) memanfaatkan alga yang hidup di perairan bebas dan simbiosisnya dengan bakteri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi removal *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari limbah yang digunakan dalam reaktor. Penelitian pertama dilakukan dengan menggunakan limbah *grey water*, dan selanjutnya dilakukan penelitian tahap kedua dengan menggunakan limbah artifisial. Parameter utama berupa BOD yang diuji setiap 7 hari sekali, COD yang diuji setiap 3 hari sekali dan klorofil-a sebagai parameter pertumbuhan alga. Selain itu terdapat analisis faktor lain berupa parameter kualitas air yaitu oksigen terlarut, derajat keasaman, temperatur, intensitas cahaya, dan Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS). Hasil penelitian menunjukkan kemampuan ODAR dalam menurunkan BOD dan COD adalah sebesar 25,52 % dan 50 % untuk limbah *grey water* dan 29,45% dan 40% untuk limbah artifisial. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa parameter kualitas air berpengaruh pada kinerja ODAR.

**Kata Kunci:** Alga, BOD, COD, Klorofil-a, ODAR.

## **I. PENDAHULUAN**

Berbagai pengolahan air limbah yang dilakukan kebanyakan tidak bersifat berkelanjutan dan belum dapat mengoptimalkan manfaat yang masih bisa diambil dari air limbah. Pengolahan menggunakan alga tidak hanya dapat menurunkan kandungan zat-zat berlebih saja, tetapi juga dapat memanfaatkan air limbah sebagai media pertumbuhannya. Alga mengambil nutrient yang ada dalam air limbah untuk tumbuh, sehingga dapat menghasilkan biomassa. Biomass ini yang nantinya dapat dipanen dan dimanfaatkan menjadi sumber daya.

Dalam penelitian ini dilakukan pengolahan limbah domestik menggunakan reaktor *oxidation ditch algae reactor* (ODAR) dengan pengolahan biologis menggunakan alga non selektif untuk mengetahui kemampuannya dalam penurunan zat organik. Dengan pemanfaatan tersebut, diharapkan penelitian ini akan memberikan manfaat untuk penggunaan alga sebagai pengolahan air limbah ke depannya.



Gambar 1 Bentuk dan dimensi ODAR

Penelitian ini menggunakan air yang mengandung alga yang kemudian ditumbuhkan di media air lainnya. Warna air tersebut memiliki dominasi warna hijau sehingga hipotesis awal adalah spesies dominan adalah alga hijau. Salah satu spesies alga hijau yang paling umum ditemukan di perairan adalah spesies *Chlorella*. Spesies ini merupakan uniselular yang termasuk dalam filum Chlorophyta dan memiliki dua jenis klorofil yaitu klorofil a dan klorofil b. Kecepatan pertumbuhan spesies ini adalah 0,66/ hari pada suhu 30°C. terkadang spesies ini memiliki satu hingga 8 flagel. Spesies ini juga sering digunakan untuk menurunkan CO<sub>2</sub> dalam air. penelitian menunjukkan bahwa spesies tertentu seperti *Chlorella vulgaris* dapat menurunkan CO<sub>2</sub> hingga 251,64 mg/l/hari (Singh & Singh, 2014).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Abdel-Raouf, dkk (2012) limbah domestik yang dilepaskan ke lingkungan mengandung konsentrasi zat organik dan anorganik yang tinggi. Untuk menghilangkan zat-zat yang mudah mengendap dan mengoksidasi zat organik dalam air limbah maka diperlukan proses pengolahan bertingkat. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Malla dan Khan, dkk.(2015) menunjukkan efisiensi removal BOD dan COD dalam pengolahan limbah sewage drains menggunakan alga jenis *Chlorella minutissima* sebesar 31% dan 27 %. Penelitian lain yang dilakukan oleh Chandra dan Usha, dkk. (2016) penurunan BOD dan COD sebesar 82% dan 75%.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Metode Penelitian

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengujian BOD dan COD menggunakan acuan SNI 06-6989.14-2004 dan SNI 6989.72:2009 untuk uji BOD dan SNI 06-6989.2-2004 untuk uji COD. Selain itu dilakukan juga pengujian untuk parameter kualitas air yang menjadi variabel tambahan yaitu klorofil-a, intensitas cahaya (lux), suhu, DO, dan pH. Aerasi dilakukan dengan *brush aerator* yang terpasang dalam reaktor. Dalam reaktor sendiri telah terpasang paddle yang memungkinkan adanya pengadukan dengan rotasi 61 rpm. Pengujian COD dilakukan setiap tiga sampai empat hari selama tiga belas hari pada reaktor dengan limbah *grey water* dan limbah artifisial.

Tabel 1 Parameter kualitas air yang diuji dan alat yang digunakan

No	Parameter	Alat Yang Digunakan
1	Ph	pH meter
2	DO	Titration
3	Suhu	Termometer
4	Intensitas Cahaya	Luxmeter

### 2.2. Kultur Alga

Alga diambil dari perairan bebas berupa kolam yang terletak di Jalan Kaliurang, Yogyakarta. Setelah pengambilan dilakukan seeding dan aklimatisasi untuk mempersiapkan alga agar siap digunakan dalam running.

### 2.3. Limbah Yang Digunakan

Terdapat dua jenis limbah yang digunakan dalam penelitian ini. Limbah *grey water* yang digunakan pada penelitian selama 13 hari pertama diambil dari limbah Kantin Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia. Pada 13 hari selanjutnya digunakan limbah artifisial.

### 2.4. Analisis Korelasi

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.

$$R = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\} \{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\}}} \dots\dots\dots(1)$$

Menurut Sugiyono (2012) untuk dapat memberikan penafsiran besar kecilnya koefisien korelasi, dapat berpedoman pada ketentuan tabel berikut ini

Tabel 2 Pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi

Intrerval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat kuat

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan alga berbentuk *coccus* atau lingkaran dengan warna hijau. Oleh karena itu disimpulkan bahwa spesies alga tersebut merupakan *Chlorella sp.* Spesies ini termasuk dalam divisi Chloropyhta dan dapat hidup di tempat yang memiliki suhu 30-40°C. Selain itu *Chlorella sp.* juga termasuk dalam mikroorganismenya yang uniselular namun hidup berkoloni. (Singh & Singh, 2014)



Gambar 1 *Chlorella sp.* hasil pengamatan

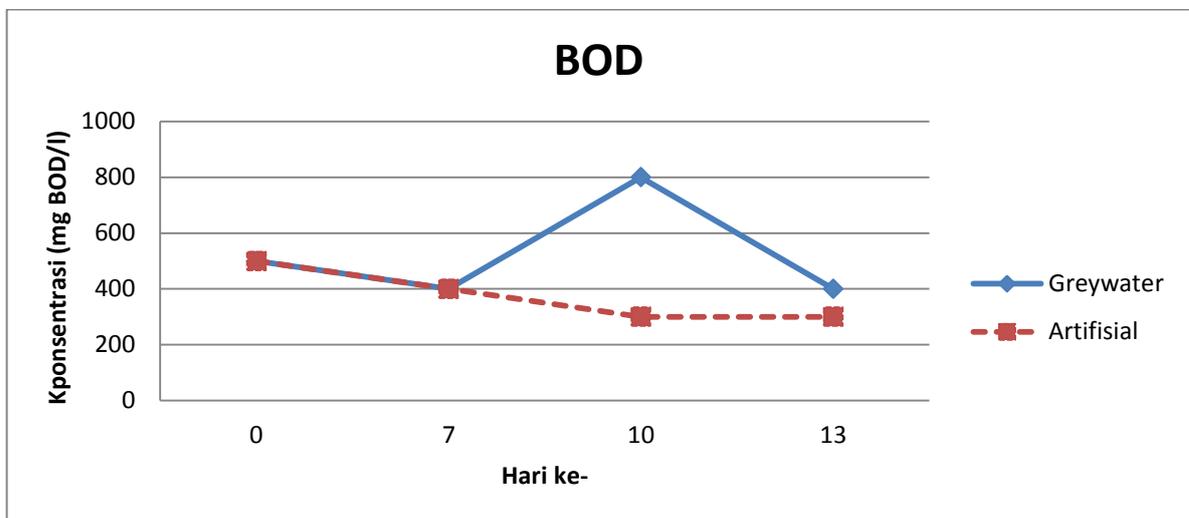
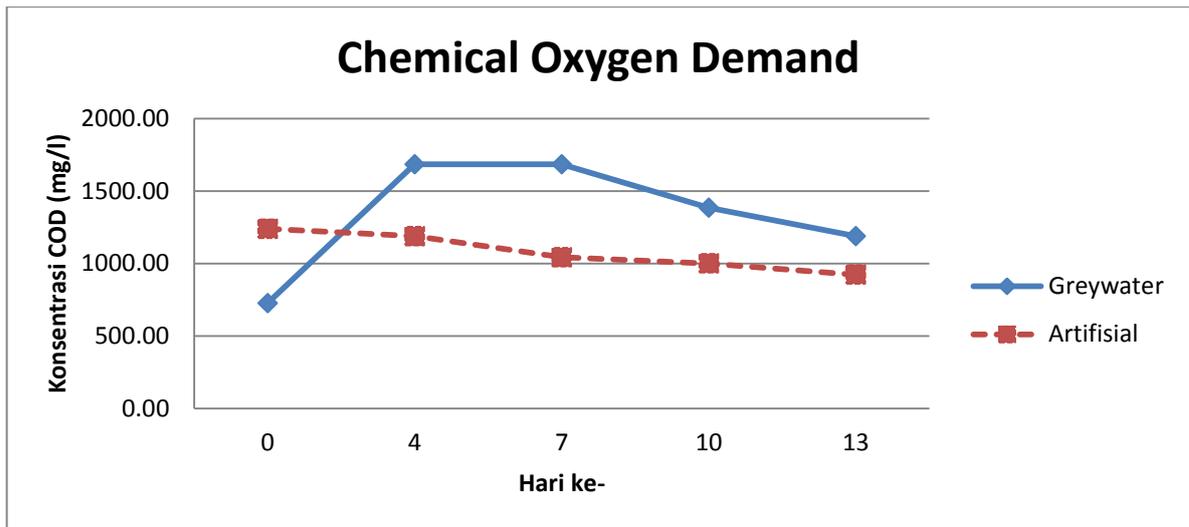
Tabel 3 Data Hasil Pengujian Klorofil-a

Hari ke-	Limbah Grey water	Limbah Artifisial
0	0.10	0.48
4	0.21	0.64
7	0.35	0.77
10	0.41	0.96
13	0.59	1.03

#### 3.1. Klorofil-a

Kenaikan konsentrasi klorofil dapat dilihat dari grafik yang terus meningkat setiap pengujian. Peningkatan yang terjadi hampir mencapai 400% atau empat kali lipat dari nilai awal, yang berarti alga berkembang dengan baik. Data yang tersaji pada Tabel 3 juga menunjukkan bahwa alga dapat tumbuh lebih subur pada air limbah artifisial yang menggunakan pupuk NPK. Hal ini mungkin terjadi karena nutrisi dalam limbah artifisial memiliki konsentrasi ammonia 23,68 mg/l dan konsentrasi fosfat 20,50 mg/l. Sedangkan pada limbah *grey water* kemungkinan terdapat banyak faktor yang mengganggu pertumbuhan alga seperti zat-zat yang tidak dibutuhkan yang mengganggu penyerapan nutrisi bagi alga.

#### 3.2. Penurunan BOD & COD



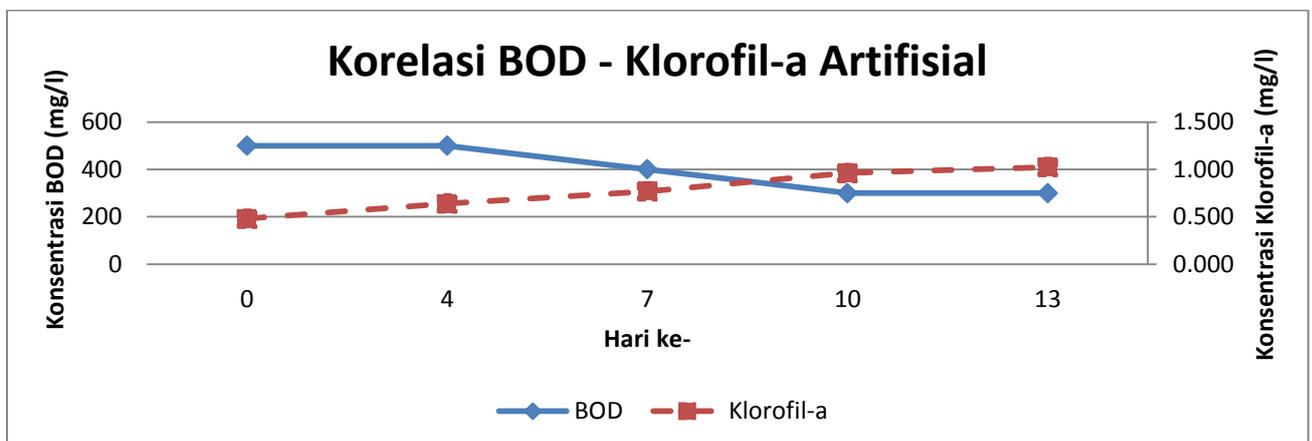
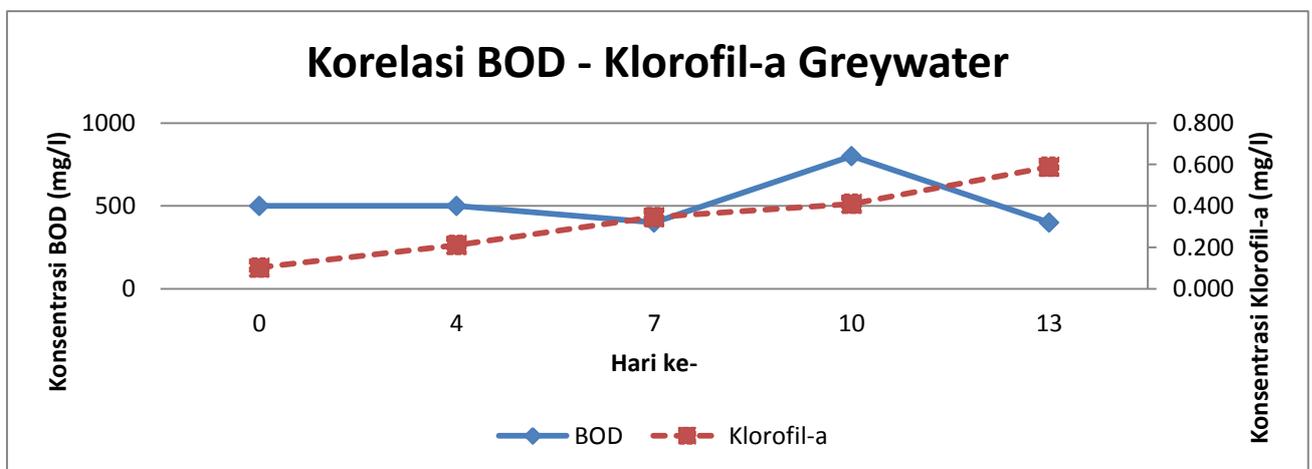
Hasil pengujian yang tersaji pada Gambar di atas menunjukkan adanya penurunan nilai COD terutama pada limbah artifisial. Sedangkan pada limbah *grey water* pada hari ke 0 menuju hari ke 4 terdapat kenaikan sebesar dua kali lipat sebelum mengalami penurunan pada hari ke 7. Efisiensi removal pada limbah artifisial adalah sebesar 25,52%. Sedangkan pada limbah *grey water* efisiensi removal yang dimulai pada hari ke 7 hingga hari ke 13 adalah sebesar 29,45 %.

Dari hasil yang tersaji di atas didapat efisiensi penurunan BOD untuk limbah *grey water* dari hari ke 0 menuju hari ke 7 adalah sebesar 20%. Pada hari ke 7 menuju hari ke 10 terdapat peningkatan sebesar dua kali lipat, hal ini dikarenakan adanya penambahan limbah untuk menambah nutrient dalam air. Hal tersebut dilakukan karena adanya indikasi bahwa alga sudah menguning dan kemungkinan mati. Setelah penambahan di hari ke-10 ODAR berjalan normal kembali dan dapat mereduksi hingga 50% BOD dalam air di hari ke 13. Pada limbah artifisial, dapat dilihat bahwa penurunan terus terjadi hingga hari ke 10. Namun demikian, pada hari ke 10 hingga hari ke-13 tidak terjadi perubahan yang signifikan pada hasil BOD. Efisiensi penurunan untuk BOD pada limbah artifisial adalah sebesar 40%.

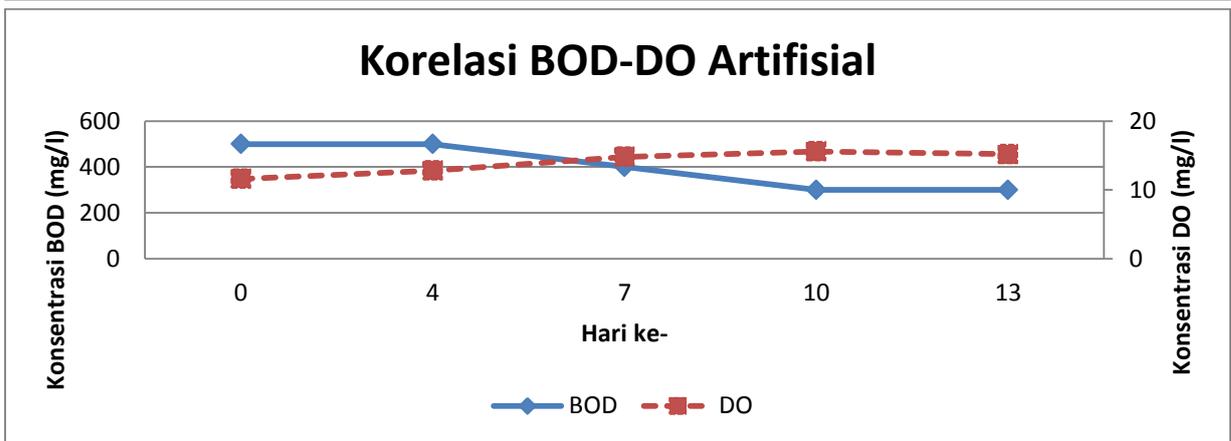
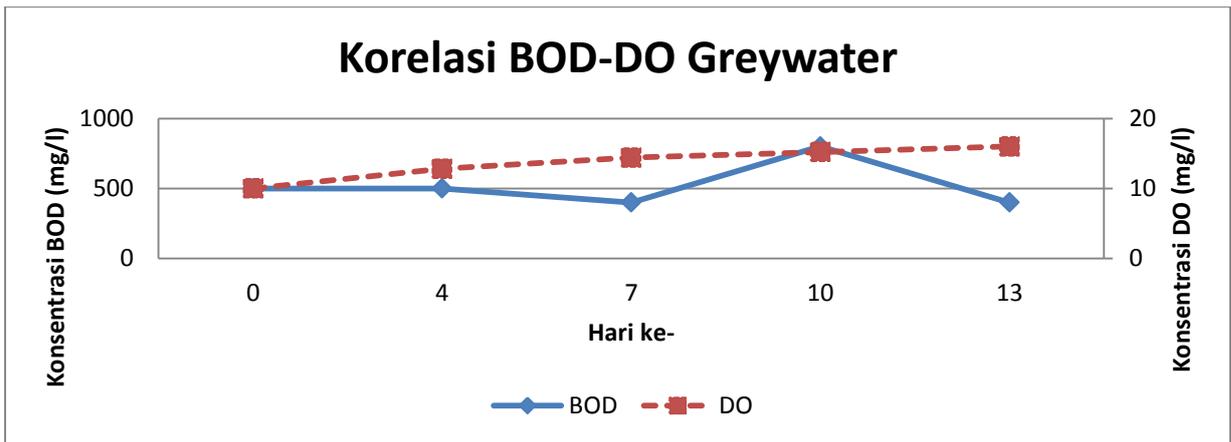
### 3.3. Parameter Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini adalah temperatur, pH, DO, dan intensitas cahaya. Pada variabel temperature, air diukur setiap harinya pada jam 12.00 WIB untuk mengukur temperature tertinggi yang didapat ODAR setiap harinya. Hasilnya temperature berada di antara 27-31°C. Sedangkan untuk variabel pH diukur menggunakan pH meter. Hasil dari pengukuran adalah pH ODAR berada di kisaran 6,02 hingga 6,57. Sedangkan untuk DO digunakan titrasi sebagai metode pengukuran. Hasilnya menunjukkan kenaikan dari hari ke-0 hingga ke hari ke-13 sebesar 23,7% untuk limbah artifisial dan 37,5% untuk limbah grey water. Intensitas cahaya diukur menggunakan lux meter. Angka pengukuran menunjukkan intensitas cahaya yang cukup bagi alga untuk melakukan fotosintesis, dengan kisaran 520-8210 lux.

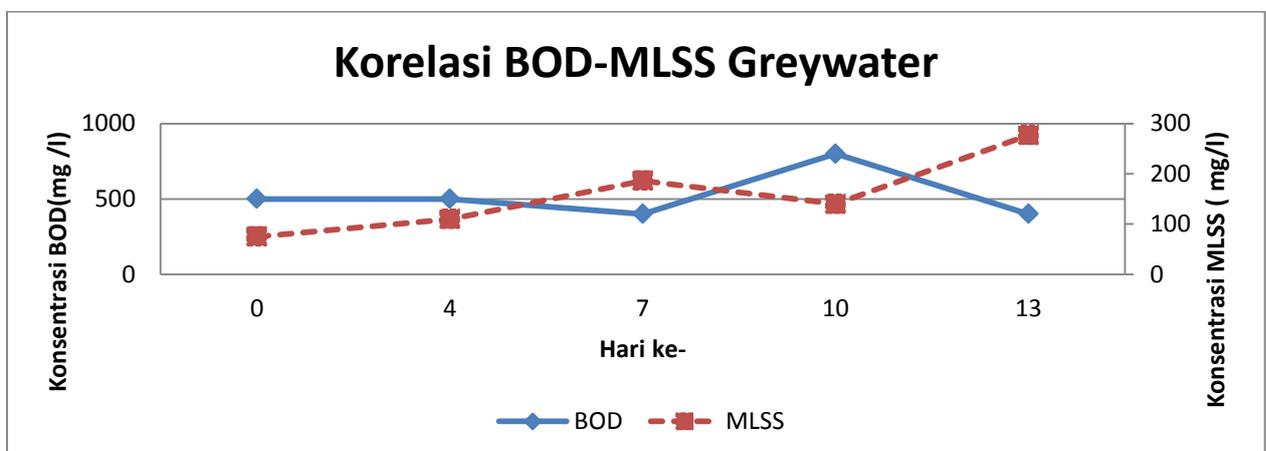
### 3.4. Korelasi

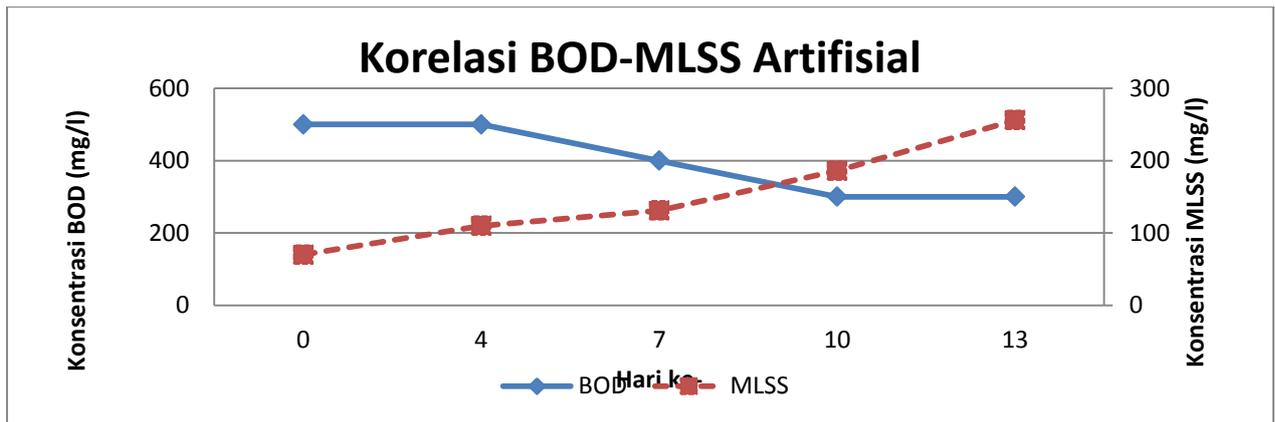


Pada hubungan BOD dan klorofil-a, BOD adalah variable X dan klorofil-a bertindak sebagai variable Y. Nilai korelasi yang didapat untuk limbah *grey water* adalah -0.029 dan untuk limbah artifisial nilai korelasi adalah -0.21. Angka minus menunjukkan pengaruh X yang sangat kuat dan negatif terhadap Y. Dengan demikian semakin besar nilai klorofil-a semakin kecil nilai BOD dalam air. Selain itu angka korelasi menunjukkan tingkat hubungan yang rendah antara BOD dan Klorofil-a.

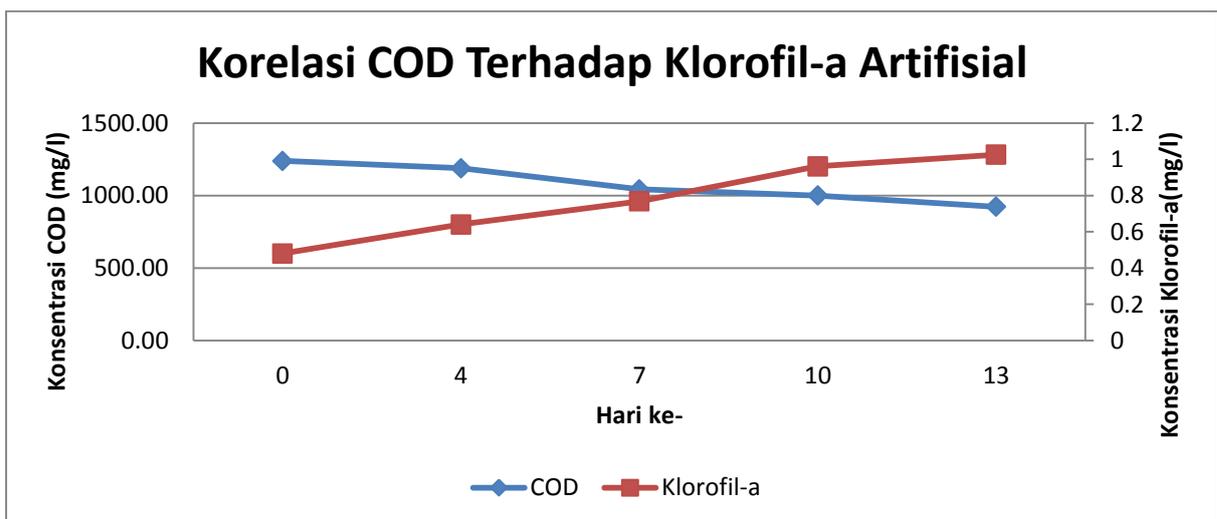
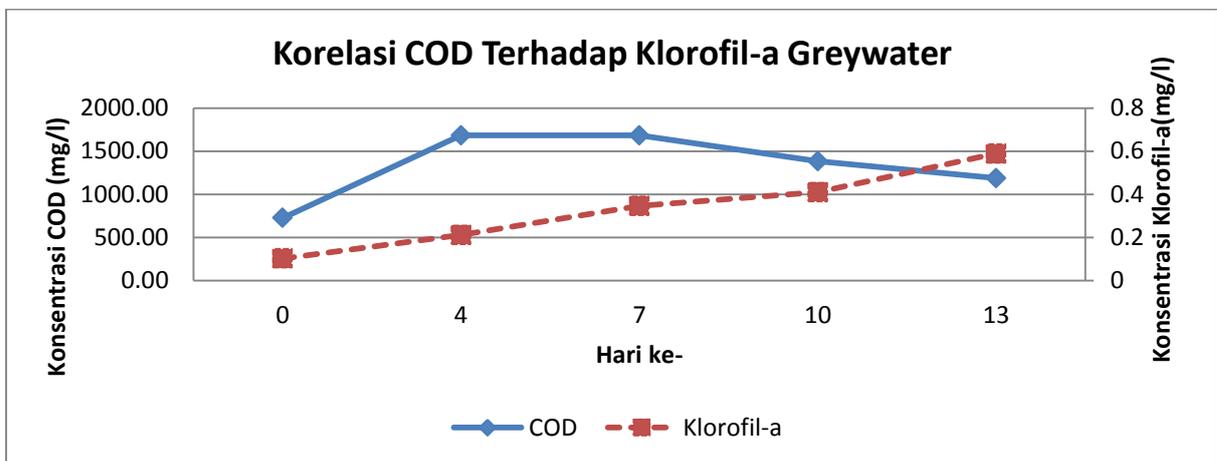


Nilai korelasi yang didapat untuk BOD terhadap DO pada limbah *grey water* adalah 0,026 dan untuk limbah artifisial adalah -0,203. Keduanya sangat bertolak belakang. Pada nilai 0,026 dapat dikatakan bahwa semakin besar nilai DO semakin besar juga nilai BOD, namun pada nilai negatif -0,203 menunjukkan bahwa semakin besar nilai DO semakin kecil nilai BOD. Karena nilai korelasi limbah artifisial lebih besar dari limbah *grey water* maka dapat dikatakan semakin besar nilai DO maka semakin kecil nilai BOD. Hal ini dikarenakan 0,203 lebih besar dibandingkan 0,026, sedangkan tanda negatif menunjukkan hubungan yang berlawanan.



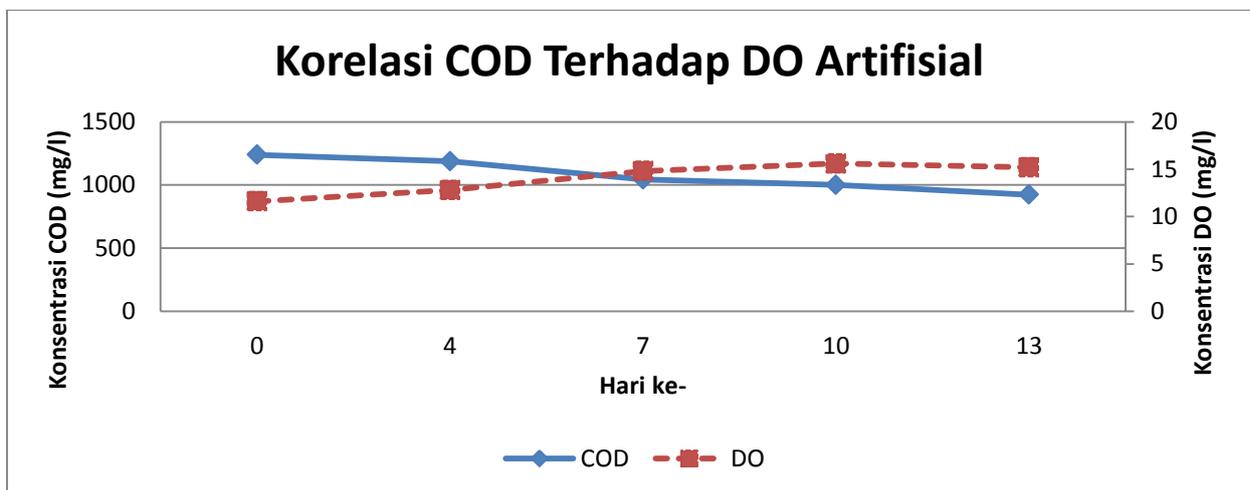
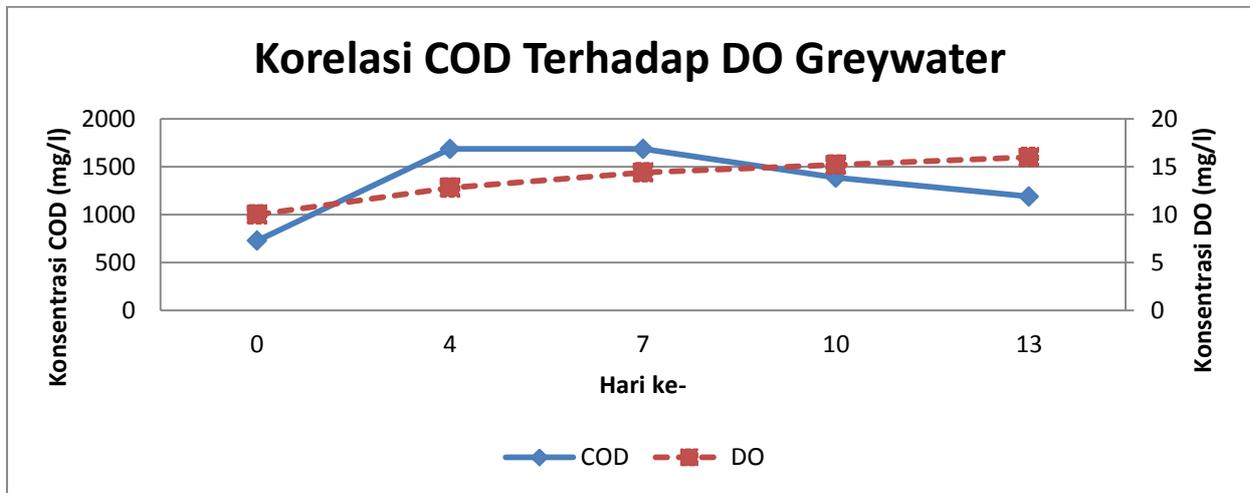


Nilai dari korelasi BOD terhadap MLSS untuk limbah *grey water* dan artifisial berturut-turut adalah -0,119 dan -0,212. Nilai negatif menunjukkan hubungan bahwa semakin besar nilai MLSS maka semakin rendah nilai BOD. Selain itu besarnya angka menunjukkan tingkat hubungan yang rendah antara keduanya.

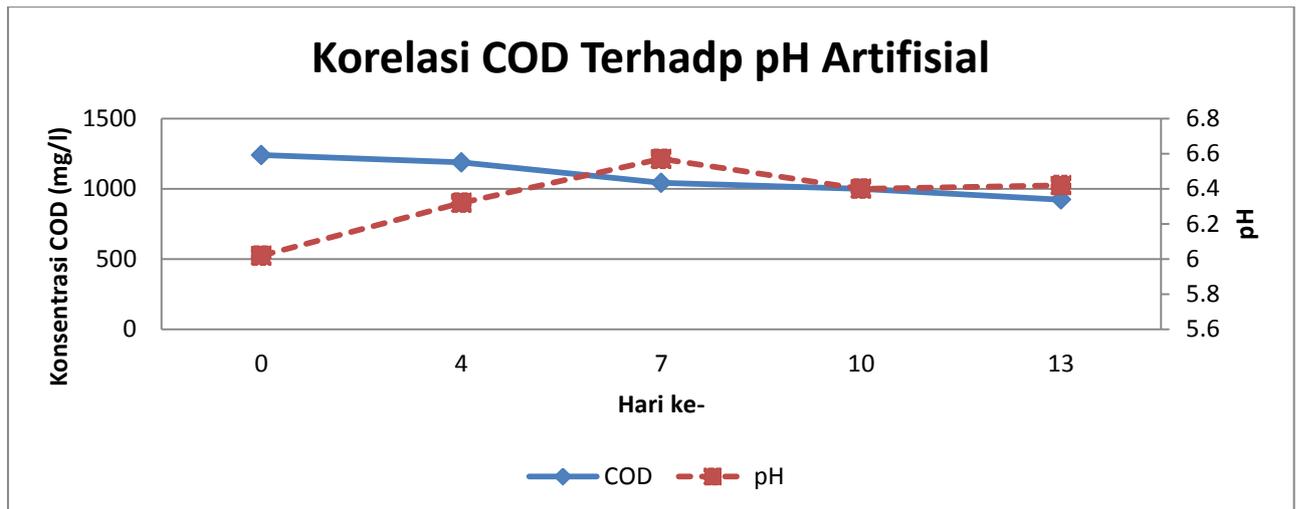


Selain grafik hubungan yang ditunjukkan pada gambar 4. dan Gambar 4. Nilai korelasi dapat dianalisis dengan COD sebagai X dan klorofil-a sebagai Y. Nilai yang diperoleh untuk limbah *grey water* adalah 0,059 yang berarti hubungan antara keduanya sangat rendah.

Namun pada limbah artifisial nilai korelasi antara keduanya adalah -0,106 yang berarti semakin tinggi nilai klorofil-a semakin rendah nilai COD. Selain itu besarnya angka menunjukkan tingkat hubungan yang rendah antara keduanya.



Nilai korelasi yang didapat dengan COD sebagai X dan DO sebagai Y untuk limbah *grey water* dan artifisial berturut-turut adalah 0,131 dan -0,102. Meskipun keduanya bertolak belakang namun keduanya menunjukkan bahwa COD dan COD mempunyai tingkat hubungan yang rendah. Sedangkan nilai negatif menunjukkan kemungkinan bahwa semakin besar nilai DO maka semakin kecil nilai COD.



Nilai korelasi yang diperoleh dengan COD sebagai X dan pH sebagai Y untuk limbah artifisial adalah  $-0,08$ . Nilai ini menunjukkan adanya hubungan yang sangat rendah antara pH dan COD di mana jika pH mengalami kenaikan maka nilai COD akan mengalami penurunan.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan adalah penurunan BOD dan COD menggunakan ODAR (*Oxidation Ditch Algae Reactor*) menghasilkan efisiensi removal sebesar 25,52 % dan 50 % untuk limbah *grey water* dan 29,45% dan 40% untuk limbah artifisial. Selain itu parameter lain yang diujikan seperti klorofil-a, DO, MLSS, intensitas cahaya, derajat keasaman (pH), dan suhu saling berhubungan dan sangat mempengaruhi kinerja ODAR.

#### V. SARAN

Ada beberapa saran untuk mendukung pengembangan penelitian ini ke depannya. Terutama perlunya ketelitian dalam menguji berbagai parameter. Selain itu penambahan parameter juga disarankan apabila memungkinkan. Hal lain yang perlu ditambahkan adalah kondisikan penelitian kedua jenis limbah dengan lingkungan yang serupa. Dengan begitu perbandingan akan lebih relevan. Perluasan topik menjadi hubungan alga dengan bakteri atau mikroorganisme lain yang memungkinkan peningkatan efisiensi penurunan juga bisa dilaksanakan ke depannya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Raouf , N., A.A. Al-Homaidan , I.B.M. Ibraheem .2012. *Microalgae and Wastewater Treatment*. Saudi Arabia: King Saud University.
- Fayaz A. Malla, Shakeel A. Khan, Rashmi, Gulshan K. Sharma, Navindu Gupta, G. Abraham . **Phycoremediation potential of *Chlorella minutissima* on primary and tertiary treated wastewater for nutrient removal and biodiesel production.** Ecological Engineering 75 (2015) 343–349.
- Singh, S.P. dan Singh, Priyanka. 2015. **Effect of Temperatur and Light on the Growth of Algae Species: A Review.** Renewable and Sustainable. Energy Reviews 50(2015)431–444.

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

SNI 06-6989.14-2004 tentang Air dan Air Limbah - Bagian 14: Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Iodometri (modifikasi azida)

SNI 6989.72:2009 tentang Air dan air limbah - Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD).

SNI 06-6989.2-2004 tentang Judul, : Air dan air limbah - Bagian 2: Cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (KOK) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri

SNI 06-4157-1996 Metode Pengujian Kadar Klorofil A Fitoplankton Dalam Air Dengan Spektrofotometer

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

Usha, M.T., T. Sarat Chandra, R. Sarada, V.S. Chauhan. **Removal of nutrients and organic pollution load from pulp and paper mill effluen by microalgae in outdoor open pond**. Bioresource Technology 214 (2016) 856–860.