

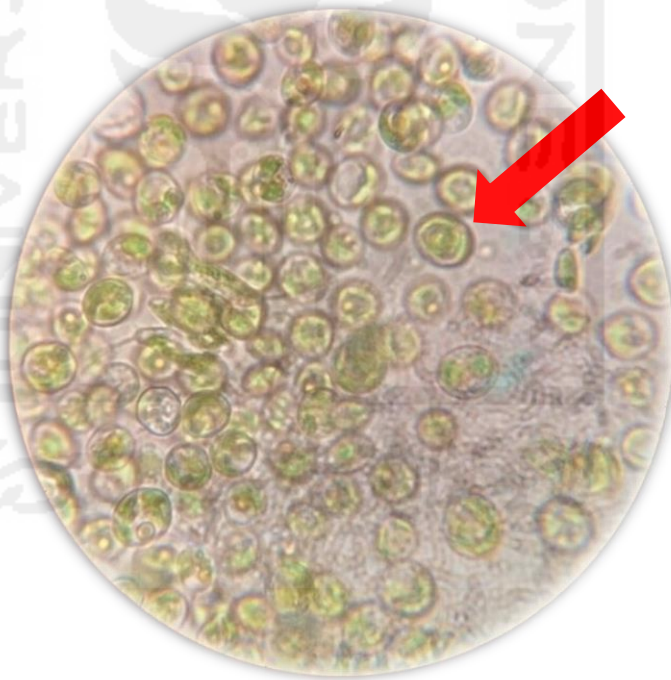
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

4.1. Karakteristik Alga

Sumber alga yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari kolam ikan yang terdapat di daerah Kaliurang yang kemudian dianalisis dengan terlebih dulu 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 4.1**:

Gambar 4.1 Hasil pengamatan menggunakan mikroskop cahaya



denagn perbesaran 1600x

Hasil dari pengamatan menggunakan mikroskop didapat jenis alga yang paling dominan adalah *Chlorella sp.* *Chlorella sp.* merupakan mikroalga yang termasuk dalam kelas alga hijau atau *Chlorophyceae*. Mikroalga ini belum memiliki akar, batang dan daun sejati, tetapi telah memiliki pigmen klorofil

sehingga bersifat autotrof. Tubuhnya terdiri atas satu sel (uniselular) dan ada juga yang bersel banyak (multiseluler) dengan sifat yang cenderung membentuk koloni. Mikrolaga hijau ini banyak tersebar di habitat air maupun tanah dan diduga sebagai asal mula tumbuhan. Selnya berbentuk bulat, bulat lonjong dengan diameter antara 2-8 μm . *Chlorella* sp hanya melakukan reproduksi tipe aseksual, yaitu dengan pembelahan diri tipe mitosis. Selnya bereproduksi dengan membuat dua sampai delapan sel yang terdapat dalam sel induk dan akan dilepaskan jika kondisi lingkungan mendukung (Kawaroe, Partono dkk, 2010).

4.2. Kondisi Awal

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu melakukan pengukuran konsentrasi dari semua parameter baik itu parameter utama maupun parameter kualitas air. Kondisi awal sebelum dilakukannya penelitian dapat dilihat pada **Tabel 4.1** berikut:

Tabel 4.1 Kondisi awal setiap parameter uji

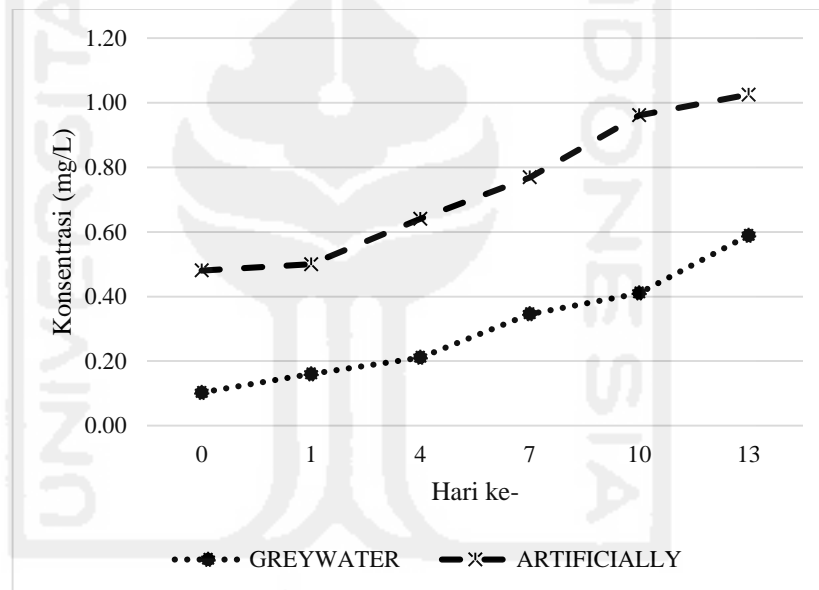
Parameter	Konsentrasi Awal (mg/L)	
	<i>Greywater</i>	Artifisial
Klorofil-a	0.1	0.48
Amonia	4.14	23.68
Fosfat	2.43	20.5
pH	10	11.6
DO	6	6.4

4.3. Analisis Klorofil-a Pada Alga

Hasil pengujian yang sudah dilakukan selama penelitian pada limbah *greywater* dan artifisial dapat dilihat pada **Tabel 4.2** berikut:

Tabel 4.2 Data hasil pengujian klorofil-a

Hari ke-	<i>Greywater</i> (mg/L)	Artifisial (mg/L)
0	0.10	0.48
1	0.16	0.5
4	0.21	0.64
7	0.35	0.77
10	0.41	0.96
13	0.59	1.03



Gambar 4.2 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 jumlahnya.

4.4. Analisis Amonia (NH₃)

Uji *removal* kadar amonia dalam *Oxidation Ditch Algae Reactor* (ODAR) dilakukan karena amonia merupakan sumber nutrient yang dimanfaatkan oleh alga untuk sumber metabolismenya. Amonia dalam air dengan konsentrasi tinggi berbahaya bagi makhluk hidup terutama manusia. Keracunan merupakan hal yang umum terjadi apabila amonia dalam jumlah banyak masuk dalam tubuh manusia, selain itu juga amonia dapat merusak organ-organ vital manusia terutama ginjal dan hati.

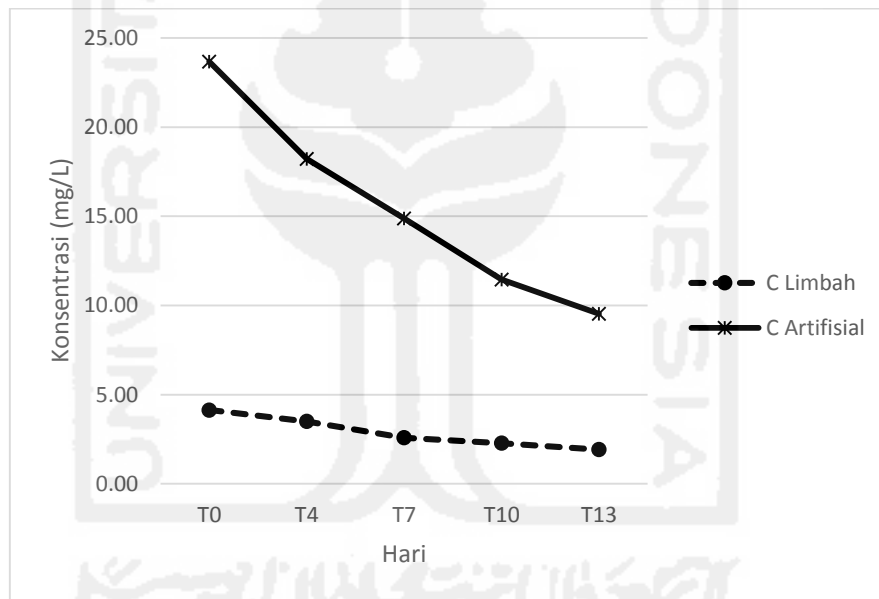
Hasil pengujian amonia selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 4.3**:

Tabel 4.3 Data hasil pengujian Amonia (NH₃)

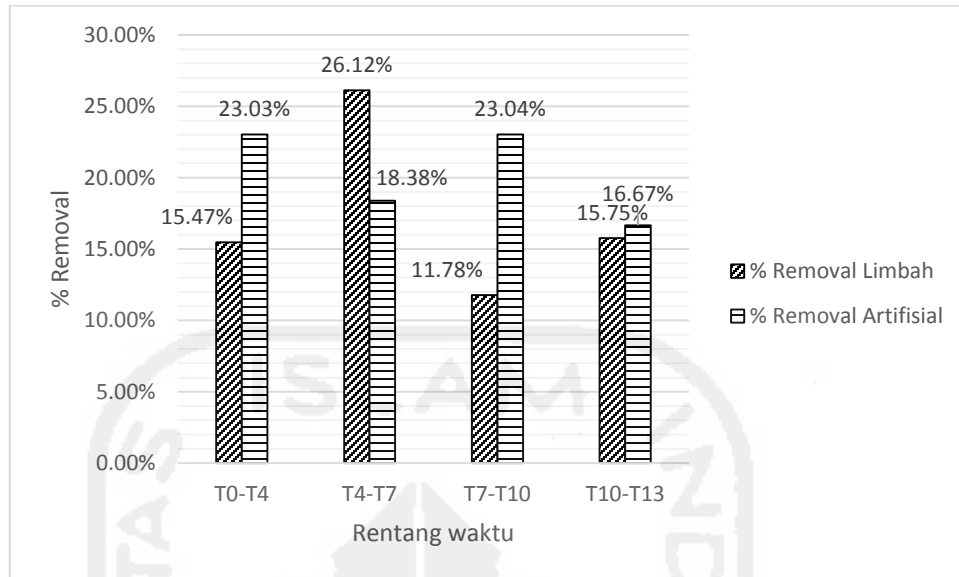
Hari	C NH ₃ Limbah	C NH ₃ Artifisial
	mg/L	
T0	4.14	23.68
T4	3.50	18.22
T7	2.59	14.88
T10	2.28	11.45
T13	1.92	9.54
Total Removal	53.58%	59.70%

Berdasarkan **Tabel 4.3**, reaktor dengan limbah *greywater* memiliki sisa amonia yang lebih rendah dibandingkan dengan reaktor artifisial. Hal ini terjadi karena konsentrasi amonia pada limbah artifisial lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor artifisial. Selain itu konsentrasi awal pada rektor dengan limbah *greywater* memiliki konsentrasi awal yang lebih rendah. Namun bila dilihat persentase removalnya perbedaannya tidak terlalu signifikan walaupun dengan

jenis limbah yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa disetiap 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. Untuk penurunan hasil analisis nilai nitrat (NO_3) dapat dilihat dari **Gambar 4.4**:



Gambar 4.3 Grafik kadar amonia (NH_3) antara reaktor limbah *greywater* dengan limbah artifisial



Gambar 4.4 Grafik perbandingan persentase removal amonia (NH_3) antara reaktor limbah dan artifisial

Persen penurunan yang terjadi dalam reaktor diawal penelitian yaitu 15,47% dari pada reaktor dengan limbah artifisial sebesar 23,03%. Namun pada rentan waktu T4 sampai T7 persentase *removal* reaktor limbah *greywater* meningkat sedangkan persentase *removal* reaktor dengan limbah artifisial justru turun. Dari itu maka tren yang dibentuk dari kedua reaktor memiliki persentase *removal* yang saling berlawanan satu sama lain.

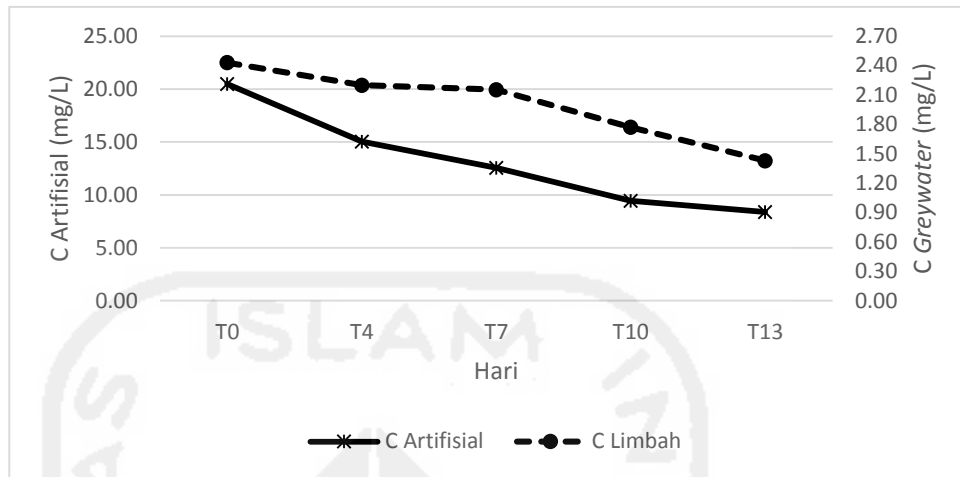
4.5. Analisis Fosfat (PO_4)

Fosfat di perairan terdapat dalam berbagai bentuk, diantaranya dalam bentuk butiran-butiran kalsium fosfat (CaPO_4) dan besi fosfat (FePO_4) dan sebagian lagi dalam bentuk fosfat anorganik (orthophosphat). Kandungan fosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton berada pada kisaran 0,27-5,51 ppm (Widjaya, 1994). Hasil dari pengujian kadar fosfat (PO_4) pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada **Tabel 4.4**:

Tabel 4.4 Data hasil pengujian konsentrasi fosfat (PO_4)

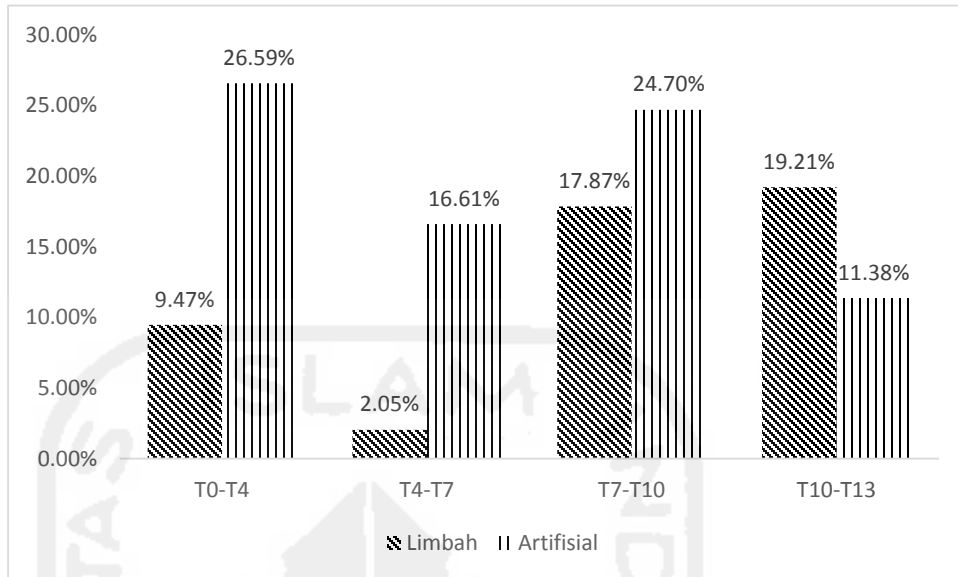
Hari	C PO_4 Limbah	C PO_4 Artifisial
	mg/L	
T0	2.43	20.50
T4	2.20	15.05
T7	2.16	12.55
T10	1.77	9.45
T13	1.43	8.38
Total <i>Removal</i>	41.15%	59.15%

Berdasarkan **Tabel 4.4** menunjukkan bahwa reaktor dengan limbah *greywater* memiliki sisa fosfat yang lebih rendah dibandingkan dengan reaktor dengan limbah artifisial. Hal ini karena limbah yang ada pada reaktor dengan limbah *greywater* memiliki konsentrasi yang lebih rendah. Bila dilihat dari persentase sisa fosfat, reaktor dengan limbah *greywater* juga memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor dengan limbah artifisial. Bila dilihat dari penelitian sebelumnya, efisiensi penurunan tersebut lebih rendah dari penelitian sebelumnya oleh Ynoussa Maiga (2015) yang mampu menurunkan hingga 43% dengan konsentrasi awal rata-rata 0,82-6,6 mg/L. Pada penelitiannya Ynoussa menggunakan *High Rate Algae Pond (HRAP)* untuk mengolah *greywater* dengan sistem *continuous* sehingga konsentrasi influent limbah yang masuk fluktuatif. Rendahnya efisiensi penurunan dikarenakan perbedaan waktu tinggal serta konsentrasi fosfat yang ada pada reaktor. Perbedaan yang ada dikarenakan konsentrasi limbah dan jenis limbah yang digunakan dalam penelitian ini berbeda. Namun dari kedua reaktor berhasil dalam menurunkan fosfat yang ada dalam limbah tersebut. Untuk penurunan hasil analisis nilai fosfat (PO_4) dapat dilihat dari **Gambar 4.5**:



Gambar 4.5 Grafik kadar fosfat (PO_4) antara reaktor dengan limbah *greywater* dan limbah artifisial

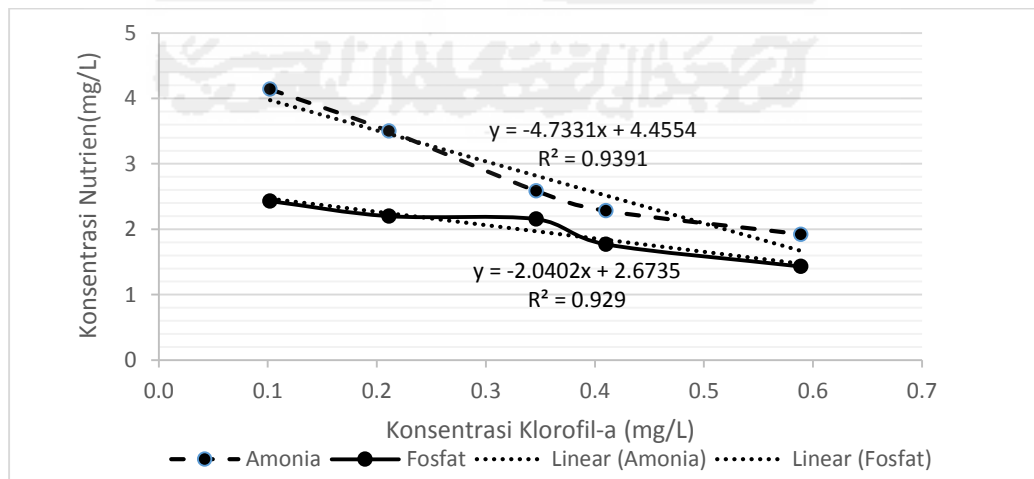
Dilihat dari grafik diatas penurunan fosfat maka penurunannya terjadi mulai dari T0 sampai dengan P13. Penurunan paling tinggi dari kedua reaktor ada perbedaan. Untuk reaktor dengan limbah artifisial penurunan tertinggi berada pada T0 sampai T4, sedangkan untuk rektor dengan limbah *greywater* penurunan tertinggi berada di T10 sampai dengan T13. Perbedaan ini bisa terjadi karena jenis dan konsentrasi limbah yang digunakan berbeda dan juga kondisi lingkungan yang berbeda karena dilakukan pada jangka waktu yang berbeda. Ini bisa dilihat pada grafik **Gambar 4.9**:



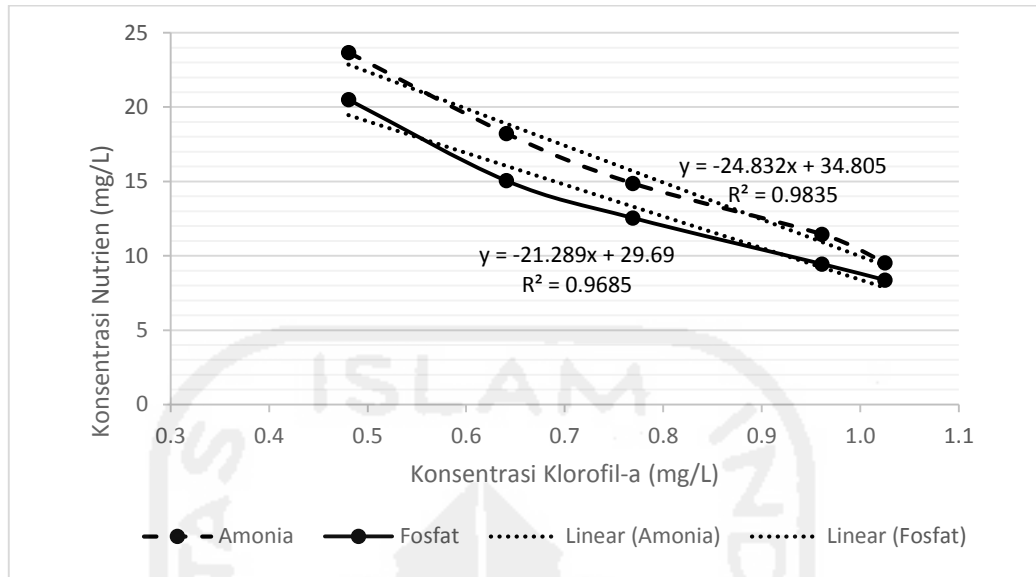
Gambar 4.6 Grafik perbandingan persentase removal Fosfat (PO_4) antara reaktor dengan limbah *greywater* dengan limbah artifisial

4.6. Korelasi Removal Nutrien (NH_3 & PO_4) Dengan Klorofil-a

Dalam penelitian ini untuk memperkuat analisa kemampuan alga dalam menyerap amonia (NH_3) dan fosfat (PO_4) di buatlah korelasi dengan menghubungkan kedua parameter dengan klorofil-a. Korelasi dapat dilihat pada **Gambar 4.7 dan 4.8:**



Gambar 4.7 Grafik korelasi amonia dan fosfat dengan klorofil pada *Greywater*



Gambar 4.8 Grafik korelasi amonia dan fosfat dengan klorofil pada Artifisial

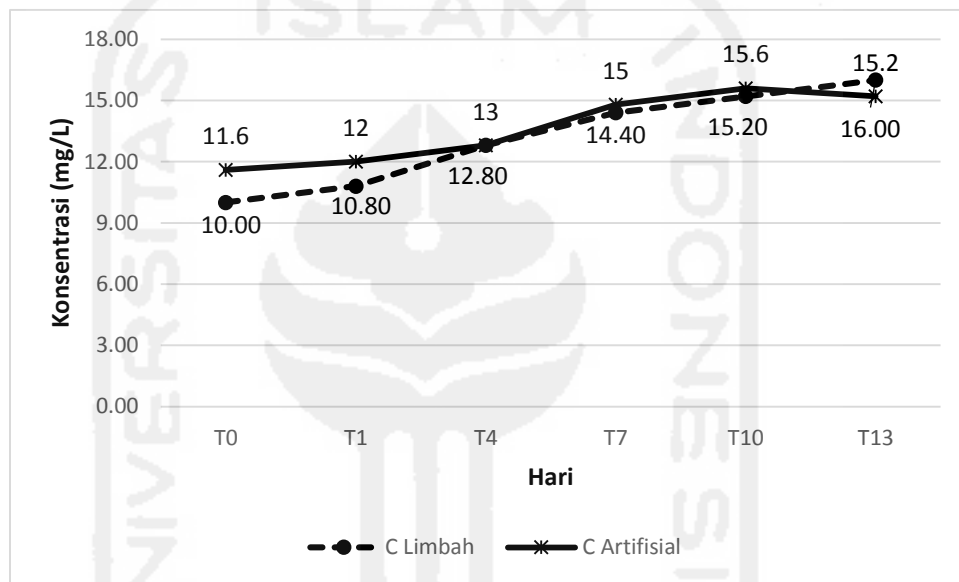
Dari diagram diatas terdapat korelasi yang memiliki kesamaan antara reaktor limbah *greywater* dengan reaktor artifisial. Semua menunjukkan hubungan yang sangat kuat. Dari semua pengujian klorofil dari hari-kehari semakin meningkat, sedangkan nutrisi semakin menurun. Hal ini dikarenakan nutrisi yang terkandung dalam air diserap oleh alga sebagai bahan untuk metabolisme. Seperti yang diutarakan oleh Solihin (2015), PO_4 dan NO_3 merupakan zat hara yang penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan.

4.7. Analisis Parameter Kualitas Air

Data parameter kualitas air didapatkan dari sampling yang dilakukan setiap pukul 12.00 WIB. Parameter yang diuji meliputi pH, DO, suhu dan cahaya untuk mengetahui korelasi yang terjadi antara alga dan parameter-parameter lain. Hasil data dari sampling dijelaskan pada subbab berikut:

4.5.1. Oksigen Terlarut (DO)

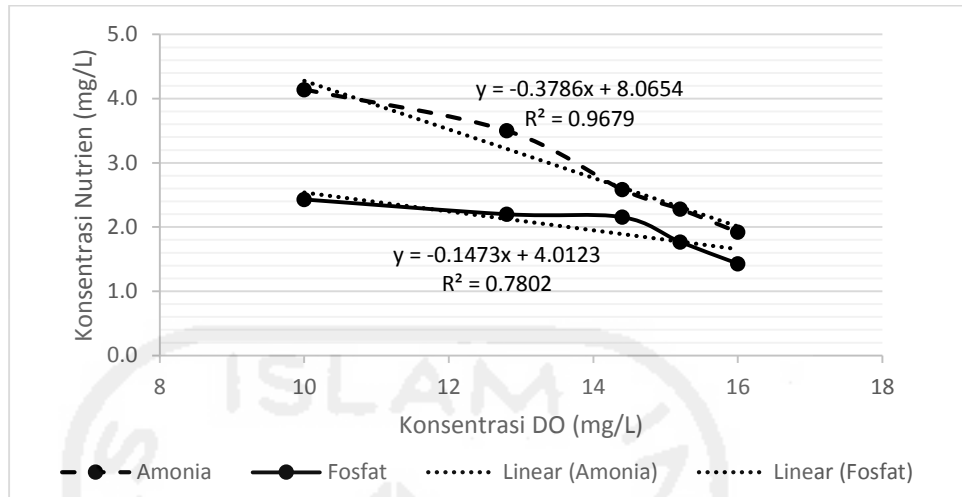
Kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) merupakan salah satu parameter kualitas air yang penting bagi kelangsungan hidup organisme suatu perairan. Fungsi pengukuran DO yaitu untuk mengetahui ketersediaan oksigen di dalam suatu perairan untuk proses respirasi. Hasil pengukuran DO air limbah pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada **Gambar 4.10**:



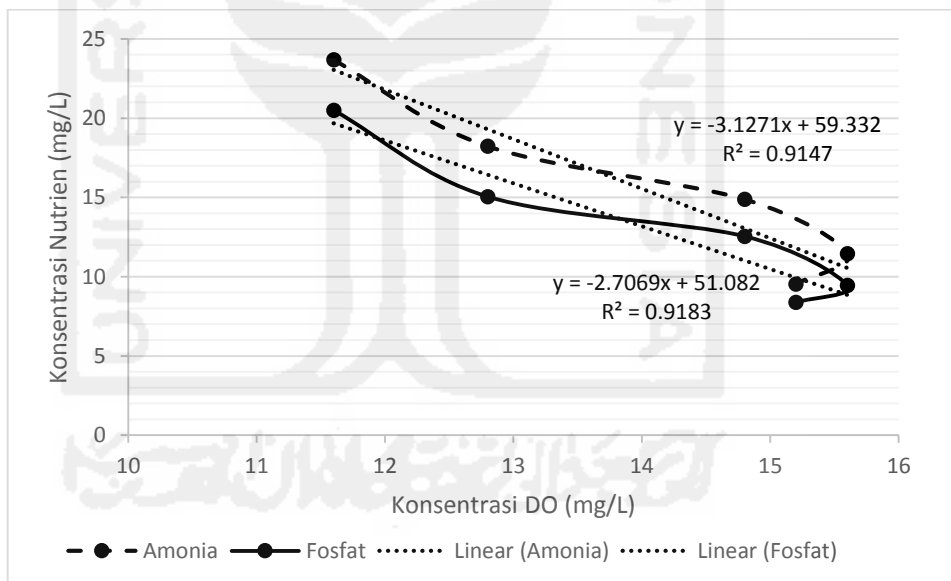
Gambar 4.9 Grafik hasil pengujian oksigen terlarut (DO)

Dari hasil pengukuran rata-rata nilai DO mengalami peningkatan setiap harinya. Peningkatan oksigen terlarut dalam reaktor terjadi karena adanya aerator dan aktifitas dari alga hijau yang dapat memproduksi oksigen.

Dari data diatas ditarik korelasi hubungan antara antara nutrient dengan oksigen terlarut yang dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 4.10 Grafik korelasi amonia dan fosfat dengan DO pada *greywater*

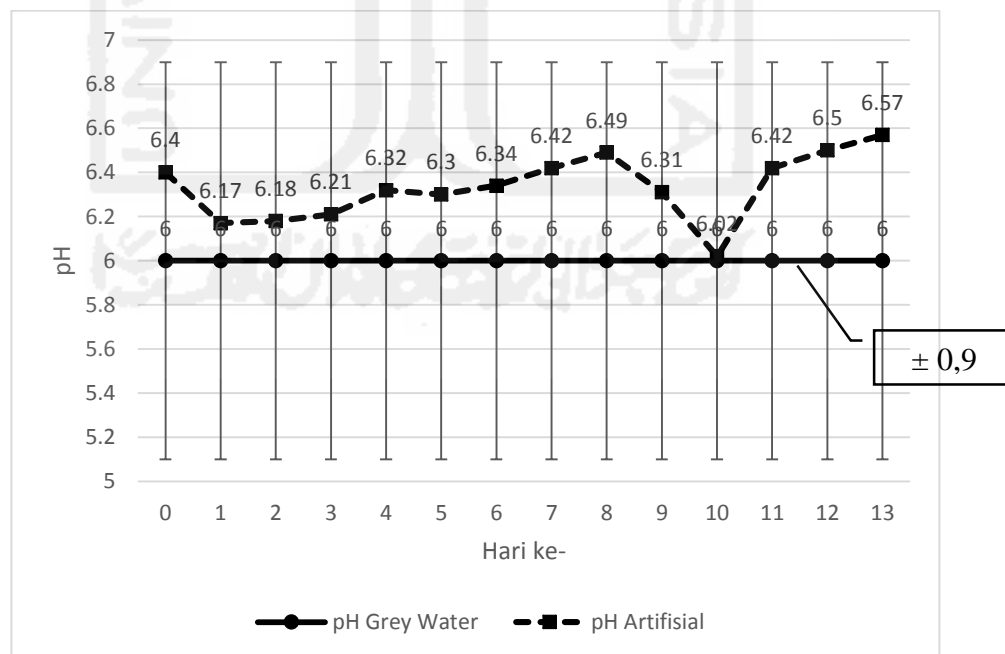


Gambar 4.11 Grafik korelasi amonia dengan DO pada limbah Artifisial

Penurunan nutrient dalam reaktor berbanding terbalik dengan kandungan oksigen terlarut di dalamnya. Hal ini terjadi dalam semua jenis limbah yang dimasukan dalam reaktor. Tingkat hubungan antara nutrient dengan DO semua hamper semuanya menunjukkan berbanding terbalik sangat kuat karena memiliki nilai koefisien antara 0,80 sampai dengan 1,00 kecuali pada fosfat di reaktor dengan *greywater*. Hal ini berarti setiap kali alga menurunkan nutriennya, maka oksigen terlarut akan meningkat. Hal ini dikarenakan alga menghasilkan oksigen dari metabolisme selnya. Sedangkan metabolisme alga memerlukan nutrisi sebagai bahan baku atau nutrisinya.

4.5.2. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Kemampuan air untuk mengikat dan melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan bersifat asam atau basa (Wibisono, 2005). Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada **Gambar 4.12**:

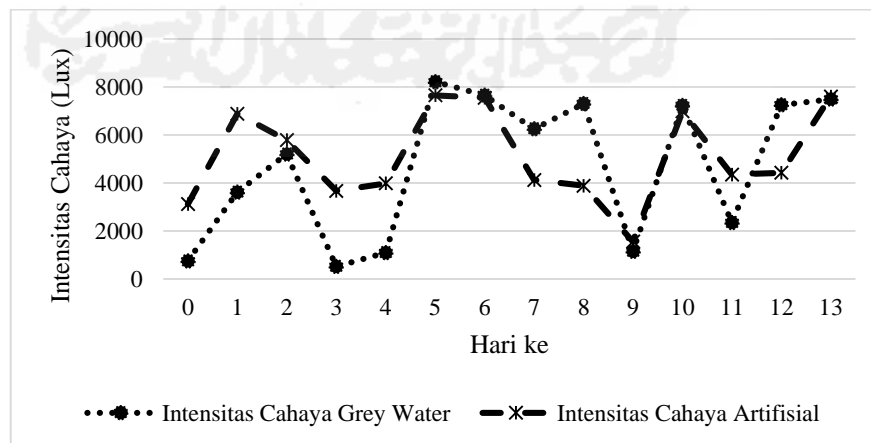


Gambar 4.12 Grafik hasil pengukuran pH

Berdasarkan Gambar 4.11 nilai pH rata-rata berada pada kisaran 6. pH yang baik untuk pertumbuhan alga hijau dan alga coklat berkisar antara 6 hingga 9. Beberapa jenis alga toleran terhadap kondisi pH yang demikian (Bold, 1985). Perubahan pH suatu perairan berpengaruh terhadap kelarutan oksigen (DO). Semakin tinggi pH di suatu perairan maka semakin tinggi juga nilai oksigen terlarut pada perairan tersebut. Ada kesalahan pada pengukuran pH di reaktor *greywater*. Pengukuran pH hanya dilakukan dengan menggunakan kertas pH *universal*, sehingga hanya menunjukkan angka bulat dari derajat keasamannya. Untuk ketelitian dari kertas pH *universal* adalah $\pm 0,9$.

4.5.3. Intensitas Cahaya

Cahaya sangat penting karena erat kaitannya dengan proses fotosintesis yang terjadi di perairan secara alami. Kecerahan menunjukkan sampai sejauh mana cahaya dengan intensitas tertentu dapat menembus kedalaman perairan. Dari total sinar matahari yang jatuh ke atmosfer dan bumi, hanya kurang dari 1% yang ditangkap oleh klorofil (di darat dan air), yang dipakai untuk fotosintesis (Basmi, 1995). Berikut hasil pengukuran intensitas cahaya menunjukkan adanya peningkatan pada masing-masing reaktor terlihat pada Gambar 4.13:

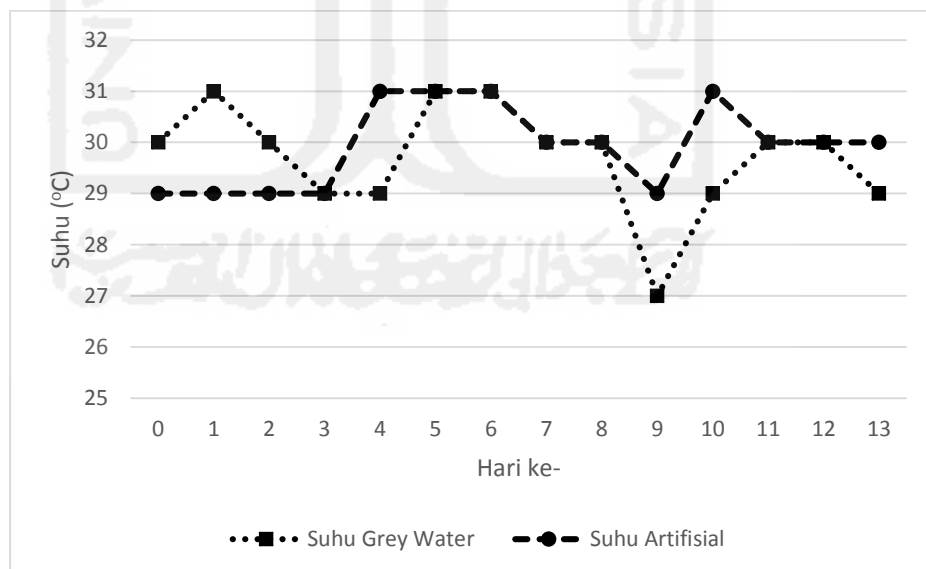


Gambar 4.13 Grafik hasil pengukuran intensitas cahaya

Menurut Koniyo (2010), intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk terjadinya fotosintesa berkisar antara 500-10.000 lux sehingga intensitas cahaya pada penelitian masuk pada kondisi optimum alga dalam melakukan fotosintesis. Nilai intensitas cahaya pada setiap harinya hampir tidak memiliki perbedaan karena mendapatkan cahaya dari sumber yang sama yaitu matahari. Dari hasil pengukuran yang dilakukan intensitas cahaya berkisar 520 lux sampai dengan 8210 lux yang masih masuk dalam rentan cahaya yang cocok untuk melakukan fotosintesis.

4.5.4. Suhu

Suhu yang diukur pada penelitian ini adalah suhu air limbah yang ada pada masing-masing reaktor. Fluktuasi suhu yang terjadi disebabkan adanya perbedaan intensitas cahaya serta proses biologis yang terjadi pada reaktor, hari ke-0 hingga hari ke 13. Hasil pengamatan suhu air limbah dalam reaktor dapat dilihat pada **Gambar 4.14**:



Gambar 4.14 Hasil pengukuran suhu

Dari data diatas menunjukkan fluktuasi suhu yang diukur setiap pukul 12.00 WIB siang dalam satuan °C. Suhu air rata-rata berkisar antara 24-32 °C sehingga pada kisaran tersebut plankton dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik (Hutabarat dan Evans, 1986).

4.8. Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian yang berlangsung dengan penelitian sebelumnya memiliki efisiensi *removal* yang berbeda-beda. Perbedaan *removal* tersebut dikarenakan oleh jenis limbah, konsentrasi, reaktor, lingkungan atau pun faktor lain yang dapat mempengaruhi alga dan nutrisi. Data hasil efisiensi *removal* nutrisi dapat dilihat pada **Tabel 4.5**:

Tabel 4.5 Hasil penelitian sebelumnya

Peneliti	Limbah		Konsentrasi Awal		Kemampuan Penurunan	
			Fosfat	Fosfat	Fosfat	Fosfat
Gonzales, (1996)	Limbah Agroindustri		111,8 mg/L		60%	
Chen.P. (2003)	Limbah Domestik		3,70 mg/L		44%	
Ulfah, (2011)	Limbah Domestik		1,67 mg/L		50,55%	
Muhammad Bintang S. (2015)	Limbah artifisial		5,61 mg/L		38%	
Rian Nurrohman	Artifisial	Greywater	1.92	9.54	53.58%	59.70%
Peneliti	Limbah		Konsentrasi Awal		Kemampuan Penurunan	
			Amonia	Amonia	Amonia	Amonia
Zheng dkk (2015)	Artificial		25 mg/L		88,61%	
Lei dan Ni (2014)	Air limbah domestik		50 mg/l		96%	
Jiao (2011)	Stream water		25 mg/L		32%	
Rian Nurrohman	Artifisial	Greywater	1.43	8.38	41.15%	59.15%

Perbedaan hasil efisiensi *removal* nutrisi pada masing-masing penelitian yang ada pada **Tabel 4.5** dikarenakan kondisi cuaca, tempat atau lokasi penelitian, jenis alga yang digunakan, skala reaktor dan sistem yang digunakan. Hal-hal tersebut yang dapat mempengaruhi hasil akhir penelitian.

Berikut hasil akhir dari penelitian ini dapat dilihat di **Tabel 5.6**:

Tabel 4.6 Kondisi terakhir setiap parameter uji

Parameter	Konsentrasi Awal (mg/L)	
	Greywater	Artifisial
Klorofil-a	0.59	1.03
Amonia	1.92	9.54
Fosfat	1.43	8.38
pH	6.00	6.57
DO	15.2	16.00

Tabel di atas merupakan kondisi akhir dari setiap parameter setelah *running* selama tiga belas hari disetiap reaktor baik dalam *greywater* maupun dalam limbah artifisial.