

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA**

#### **4.1 Perancangan Unit Tray Bioreactor**

Air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Menurut Permen LHK Nomor 68 Tahun 2016, air limbah yang belum memenuhi standar baku mutu air tidak dapat dibuang langsung ke lingkungan maka diperlukannya pengolahan air limbah. Sehingga dibutuhkan alat untuk pengolahan air limbah domestik.



*Sumber:* Dokumentasi, 2018

**Gambar 4.1 Unit Tray Bioreactor**

Unit *Tray Bioreactor* merupakan alat yang dirancang untuk melakukan pengolahan limbah secara biologis dengan skala laboratorium. Unit ini dibuat menggunakan wadah plastik berdiameter 20 cm dengan kapasitas 3 liter yang disusun secara vertikal dan memiliki 3 kompartemen. Bagian bawah wadah

plastik diberi lubang-lubang kecil dan benang pada tiap lubang yang berfungsi untuk pendistribusian air limbah agar merata keseluruh permukaan media saat akan dialirkan. Unit *Tray Bioreactor* diberi media penyangga berupa *luffa* yang dipotong-potong berbentuk persegi yang berukuran 3x3 cm dan bioball yang berukuran 4 cm sebagai media filter yang berfungsi sebagai media pertumbuhan mikroorganisme membentuk biofilm. Air limbah yang diambil dari IPAL Komunal Mendo Yogyakarta yang akan dialirkan ditaruh pada ember yang berkapasitas  $\pm 30$  liter yang kemudian dipompakan menggunakan pompa merk aquila jenis P1800 dan selang yang digunakan sebagai tempat aliran air berdiameter  $\pm 0.5$  cm. Air limbah diambil dari IPAL Komunal Mendo dikarenakan IPAL Komunal Mendo merupakan salah satu IPAL yang hasil pengolahan effluennya masih diatas baku mutu untuk air limbah domestik dan juga merupakan IPAL Komunal terdekat dari Laboratorium Teknik Lingkungan UII dimana reaktor diletakkan. Pompa merk aquila jenis P1800 ini tidak dapat mengatur besarnya debit yang akan dialirkan sehingga pada penelitian ini gunakan katup keran untuk pengatur debit air yang akan dialirkan.



Sumber: Dokumentasi, 2018

**Gambar 4.2 Pendistribusian air**

Pada bagian atas reaktor terdapat alat pendistribusian air yang terbuat dari seng berbentuk persegi panjang dan diberi celah-celah untuk meletakkan benang

agar air limbah merata keseluruh permukaan media penyangga. Namun pemilihan alat pendistribusian air yang terbuat dari seng berbentuk persegi ini tidak efektif sebagai pendistribusian air yang baik karena masih adanya bagian permukaan media yang tidak terlewati air limbah.

#### 4.2 Proses Seeding

Proses *seeding* merupakan proses awal pada penelitian ini yang dimaksudkan untuk memperbanyak populasi bakteri di dalam media penyangga. Proses *seeding* dilakukan secara alamiah dengan metode *batch*. Proses ini dilakukan dengan cara merendamkan media penyangga berupa *luffa* dan bioball kedalam ember berkapasitas 3 liter yang berisikan cairan lumpur aktif (diambil dari kolam aerasi di IPLT Sewon, Yogyakarta). Pada proses ini dilakukan penambahan oksigen secara bersamaan menggunakan pompa aerator yang berfungsi untuk memfasilitasi terjadinya kondisi aerobik yang akan membantu perkembang-biakan bakteri. Proses *seeding* dilakukan selama 2 jam untuk memastikan adanya kontak antara biomassa lumpur aktif dan media penyangga serat tanaman *Luffa* dan *Bioball*.



Sumber : Dokumentasi, 2018

#### **Gambar 4.3 Proses Seeding pada Media Luffa**

Setelah dilakukannya proses *seeding*, media disusun kedalam tiap kompartemen pada reaktor dengan cara memadatkan media penyangga pada tiap

sisi kompartemen yang bertujuan agar mikroorganisme yang diinginkan dari air limbah dapat melekat pada media penyangga. Setelah media tersusun, pompa dapat dihidupkan dan air dialirkan menuju bagian atas unit *Tray Bioreaktor* untuk mulai dilakukannya pengolahan air limbah biologis berskala laboratorium.

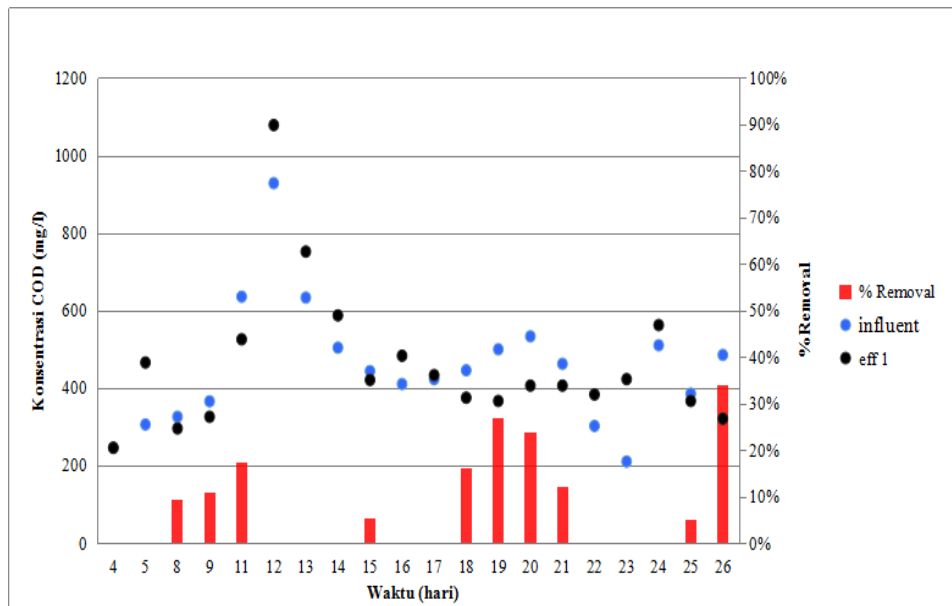
### **4.3 Tahap Aklimatisasi**

Tahap aklimatisasi dilakukan setelah proses *seeding* selesai. Tahap aklimatisasi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan bagi mikroorganisme agar dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan di dalam reaktor. Proses aklimatisasi direncanakan selama dua minggu dan selama jangka waktu tersebut akan dilakukan pengukuran konsentrasi COD dalam setiap hari sekali, yang bertujuan untuk mengetahui efisiensi penyisihan material organik (COD). Diharapkan selama dua minggu pengoperasian akan diperoleh kondisi tunak (*steady state*). Kondisi tunak ditandai dengan kemampuan reaktor dalam *removal* senyawa organik (COD) dengan konstan.

#### **4.3.1 Tahap Aklimatisasi pada Media Penyangga *Luffa Cyllindrica***

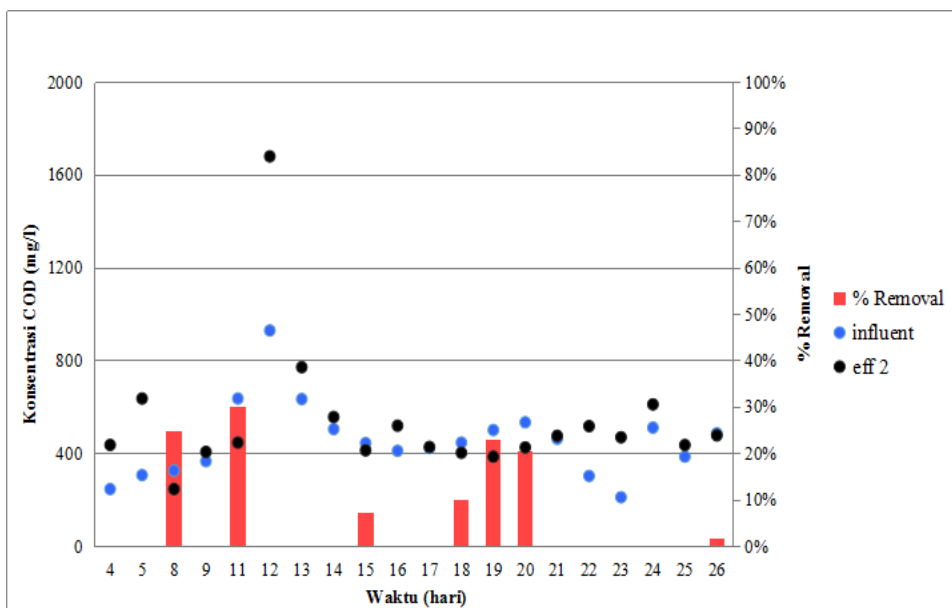
*Luffa Cyllindrica* merupakan jenis tumbuhan labu-labuan yang dicirikan oleh struktur yang sangat berserat, yang menawarkan permukaan yang bagus untuk fiksasi film biologis, dengan gravitasi spesifik sangat kecil, dan ketika dehidrasi maka akan terdegradasi dengan sangat lambat. (Marcos et al, 2012)

Setelah dilakukan proses aklimatisasi selama dua minggu diharapkan lapisan biofilm sudah terbentuk dan bakteri sudah dalam keadaan stabil. Namun ketika penelitian sudah berjalan hingga hari ke-15, *removal* kadar COD yang diharapkan sudah stabil tidak terjadi pada kedua reaktor.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.1 Tahap Aklimatisasi Reaktor 1 pada Media Luffa**



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.2 Tahap Aklimatisasi Reaktor 2 pada Media Luffa**

Berdasarkan **grafik 4.1** dan **grafik 4.2**, pada tahap aklimatisasi data yang diperoleh untuk % *removal* pada media penyangga *luffa* pada reaktor 1 dan reaktor 2 selama 26 hari mengalami fluktuasi yang signifikan. Namun pengurangan kadar COD pada reaktor 1 paling besar terjadi pada hari ke-26 yaitu mencapai 34% dengan menurunkan kadar COD dari 485 mg/L menjadi 320 mg/L

dan pada reaktor 2 paling besar terjadi pada hari ke-11 yaitu mencapai 30% dengan menurunkan kadar COD dari 635 mg/L menjadi 445 mg/L.

Terlihat selama 26 hari *removal* yang terjadi pada reaktor 1 dan reaktor 2 ini masih mengalami fluktuasi bahkan pada hari-hari tertentu tidak terjadinya *removal* yang menunjukkan bahwa kinerja dari media penyangga *luffa* pada reaktor 1 dan reaktor 2 belum stabil dalam penurunan kadar COD. Hal ini terjadi karena belum terbentuknya biofilm pada media penyangga *luffa*.

Ketika penelitian berjalan hari ke-15, terdapat beberapa jamur dengan ukuran  $\pm 10$  cm pada reaktor 2 yang membuat kadar COD semakin tinggi dan tidak terjadinya *removal* sama sekali. Pada hari ke-17 jamur juga tumbuh pada reaktor 1 sehingga performa dalam mengremoval pun menurun. Terlihat bahwa kondisi media penyangga *luffa* sudah mulai berubah warna menjadi gelap dan sempat mengeluarkan ulat-ulat kecil seperti belatung yang dapat dilihat bahwa terjadi pembusukkan pada media *luffa* pada kompartemen lainnya dan saat pengujian terjadi peningkatan kadar COD sehingga hasil dari pengujian kadar COD pada *effluent* air limbah cenderung lebih besar dibandingkan kadar COD *influent* air limbah.



**Gambar 4.4 Jamur pada Reaktor 1 dan Reaktor 2 Media Penyangga *Luffa***



Sumber : Dokumentasi, 2018  
**Gambar 4.5** Pembusukkan pada media *luffa*



Sumber : Dokumentasi, 2018  
**Gambar 4.6** Media *Luffa* pada Tiap Kompartemen

Pada saat media penyangga *luffa* sudah mengeluarkan bau tidak sedap, berubah warna dan berulat penelitian tetap dilanjutkan untuk pengujian kadar COD karena mengira bahwa perubahan-perubahan tersebut terjadi karna aliran air yang tidak merata sehingga membuat keadaan media *luffa* pada suatu kompartemen sebagian basah dan sebagian lagi tidak. Namun pada hari ke-27 keadaan media penyangga *luffa* semakin membusuk dan hancur sehingga media tidak dapat dijadikan media filter dan penelitian menggunakan media penyangga *luffa* tidak dapat dilanjutkan.

Dapat diperkirakan bahwa *luffa* yang membusuk ini disebabkan karena kualitas *luffa* yang tidak baik. Dari tekstur *luffa*, sangat sulit mendapatkan *luffa* yang masih keras, tidak kopong dan memiliki warna kuning kecoklatan. Kesulitan mendapatkan *luffa* yang baik dikarenakan sudah jarang petani memproduksi tanaman ini sehingga hanya mendapatkan *luffa* yang sudah lama tersimpan yang mengakibatkan tekstur *luffa* sedikit lembek, kopong dan berwarna sedikit gelap.

#### 4.3.2 Tahap Aklimatisasi pada Media Penyangga Bioball

Bioball memiliki kelebihan antara lain memiliki luas yang spesifik cukup besar sehingga untuk pengolahan biologis skala laboratorium ini sangat sesuai. Bioball juga ringan, mudah di dapatkan dan ekonomis. (Said, 2005) Tahapan yang dilalui untuk menjadikan bioball sebagai media filter unit *Tray Bioreactor* sama seperti tahapan pada media *luffa* sebelumnya yang diawali dengan proses *seeding* selama  $\pm 2$  jam dan menyusun bioball pada unit *Tray Bioreactor* yang sudah dicuci bersih dari *luffa* yang membusuk.



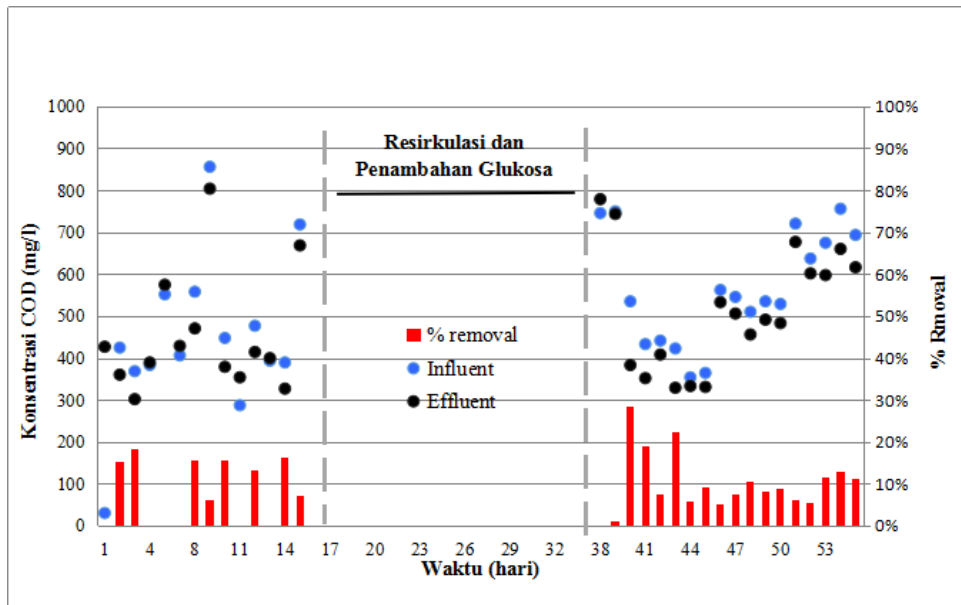
Sumber : Dokumentasi, 2018

**Gambar 4.7 Media Bioball**

Sama dengan pengujian kadar COD pada media *luffa*, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian kadar COD pada media penyangga *bioball* pada tahap aklimatisasi ini. Seperti yang diketahui, diharapkan dua minggu pertama keadaan

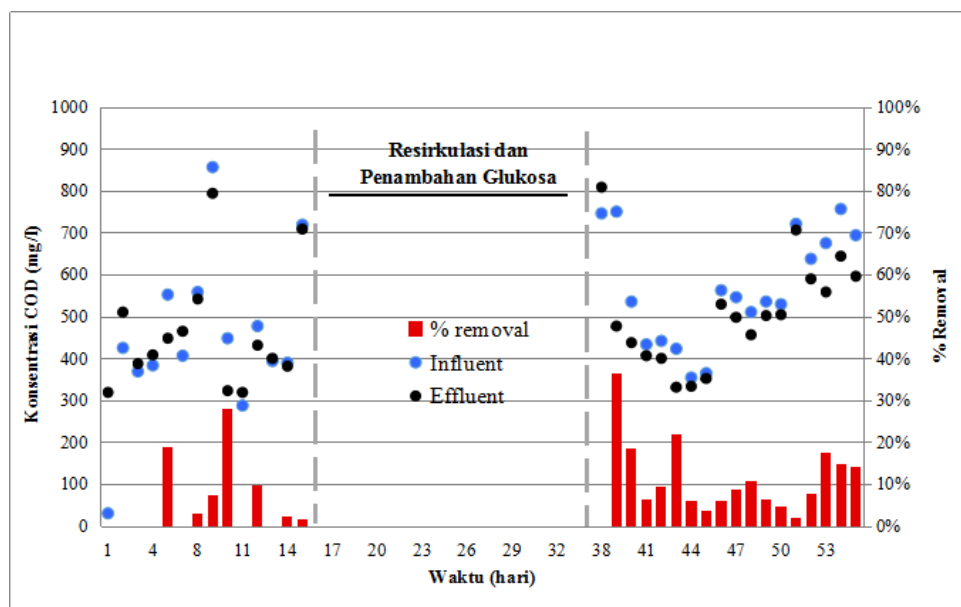


media bioball sudah terbentuknya lapisan biofilm dan bakteri sudah dalam keadaan stabil. Namun pada dua minggu pertama, media penyangga bioball belum bisa dikatakan *steady* karena hasil pengujian *removal* kadar COD pada media ini masih naik turun atau belum stabil. Masih ada beberapa data yang didapatkan dari pengujian sangat sedikit terjadinya *removal*.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.3 Tahap Aklimatisasi Reaktor 1 pada Media Bioball**



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.4 Tahap Aklimatisasi Reaktor 2 pada Media Bioball**

Berdasarkan **grafik 4.3** dan **grafik 4.4**, pada tahap aklimatisasi data yang diperoleh untuk % removal pada media penyangga bioball pada dua minggu pertama belum stabil sehingga besar removal yang diperoleh belum dapat dijadikan penentu bahwa tahap aklimatisasi berakhir. Namun penelitian sementara tidak dapat dilanjutkan sehingga pada penelitian ini dilakukan penambahan waktu pada tahap aklimatisasi.

Akibat terkendalanya waktu penelitian, mengakibatkan pada tahap aklimatisasi terhenti selama 23 hari. Untuk meminimalisir kematian pada biofilm yang melekat pada media bioball, selama terhentinya masa penelitian, reaktor tetap dioperasikan dengan cara menambahkan glukosa yang berbentuk gula cair sebanyak 1 liter yang berfungsi untuk mempertahankan kadar COD pada air limbah. Pengoperasian reaktor dilakukan dengan mensirkulasikan campuran cairan gula dengan air limbah IPAL Komunal Mendirol. Tujuan mensirkulasikan campuran gula dan air limbah agar biofilm yang mulai terbentuk tidak mati atau dapat bertahan karena tetap mendapatkan nutrisi untuk tetap bertahan pada media penyangga bioball.

Pada penelitian ini, dilakukan penelitian lanjutan pada hari ke-38 sejak reaktor dioperasikan. Pengoperasian dilakukan dengan mengganti campuran cairan gula dan air limbah dengan air limbah yang berasal dari IPAL Komunal Mendirol. Pergantian air limbah tersebut dilakukan untuk mengadaptasikan kembali media filter bioball dengan air limbah yang baru. Setelah pengoperasian berjalan seperti awal, dilakukan pengujian parameter COD kembali. Tujuan pengukuran parameter COD pada tahap aklimatisasi untuk mengetahui kemampuan biofilm yang terbentuk pada media filter dalam kondisi *steady state*.

Berdasarkan **grafik 4.3** dan **grafik 4.4**, *removal* yang diperoleh setelah terkendalanya penelitian selama tiga minggu menunjukkan pada hari ke-38 pada media penyangga bioball tidak mengalami penurunan % removal. Hal ini disebabkan masih tinggalnya kandungan cairan gula yang menempel pada media penyangga bioball sehingga meningkatkan kadar COD pada air limbah yang melewati kompartemen pada unit *Tray Bioreactor*. Namun pada hari ke-39 pada reaktor 2 dan hari ke-40 pada reaktor 1 sudah terlihat penurunan kadar COD

berturut-turut sebesar 36% dan 28%. Setelah beberapa hari melakukan pengujian COD pada tahap aklimatisasi ini, pada hari ke-53 hingga hari ke-55 pada kedua reaktor dapat dilihat bahwa keadaan mulai *steady* dengan *removal* paling tinggi pada reaktor 1 mencapai 13% dan pada reaktor 2 mencapai 17%.

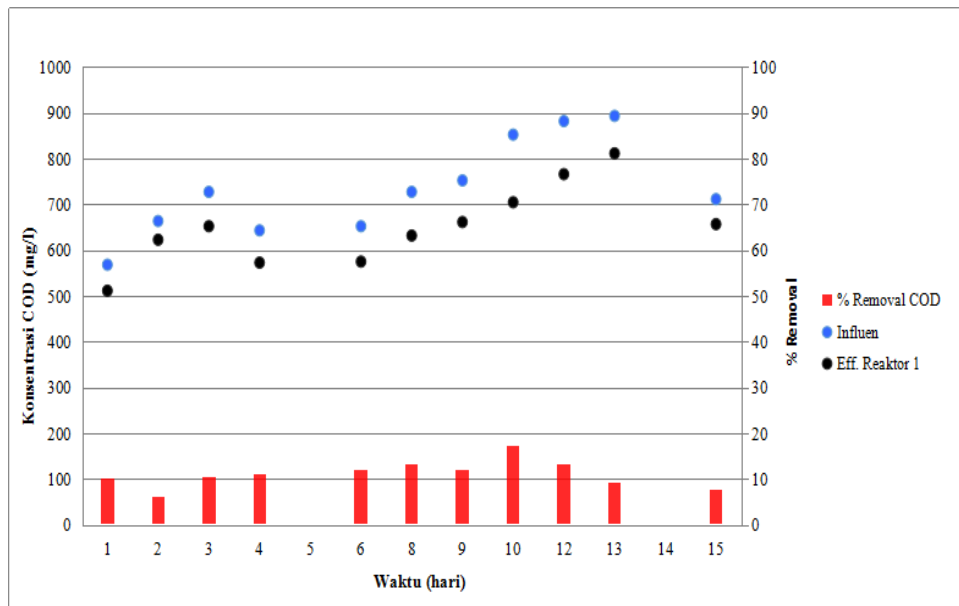
#### **4.4 Tahap *Running***

##### **4.4.1 Tahap *Running* pada Media Penyangga Bioball**

Pengolahan limbah menggunakan unit *Tray Bioreactor* bertujuan untuk mengetahui kinerja dalam menurunkan beban pencemar pada limbah domestik. Untuk mengetahui kinerja *Tray Bioreactor* menggunakan media penyangga Bioball, digunakan 2 parameter pengujian yaitu COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*).

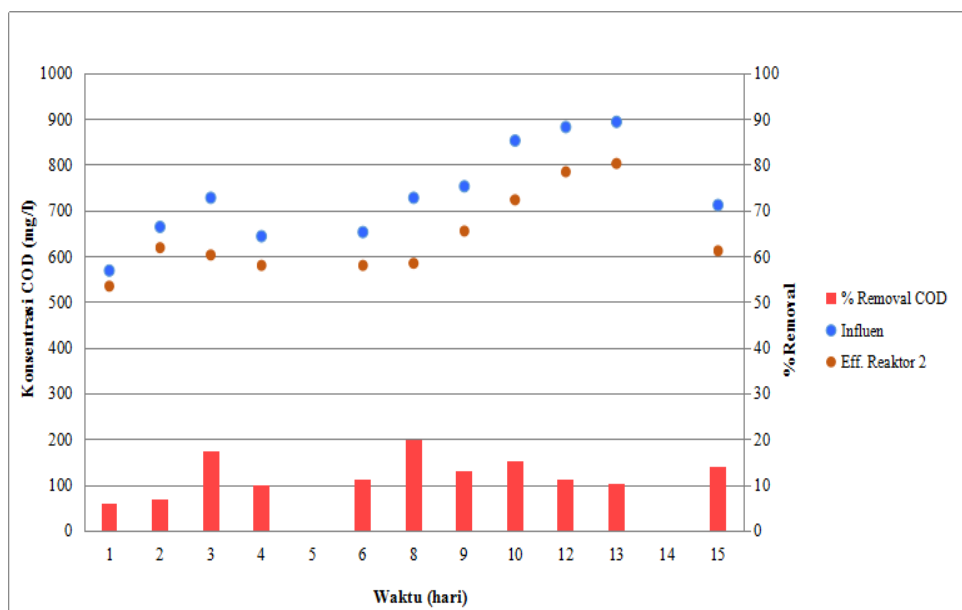
##### **4.4.1.1 Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

Pada penelitian ini digunakan parameter COD untuk mengetahui kinerja media penyangga bioball pada unit *Tray Bioreactor*. Parameter COD menunjukkan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. Hasil analisis COD menunjukkan kandungan senyawa organik yang terdapat dalam air limbah (Metcalf and Eddy, 2003). Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa – senyawa yang diukur adalah bahan – bahan yang tidak dapat dipecah secara biokimia, atau jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Ginting, 2007). Berikut ini hasil pengukuran kinerja media penyangga bioball pada unit *Tray Bioreactor* dalam menurunkan kadar COD.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.5 Tahap Running Reaktor 1 Parameter COD**

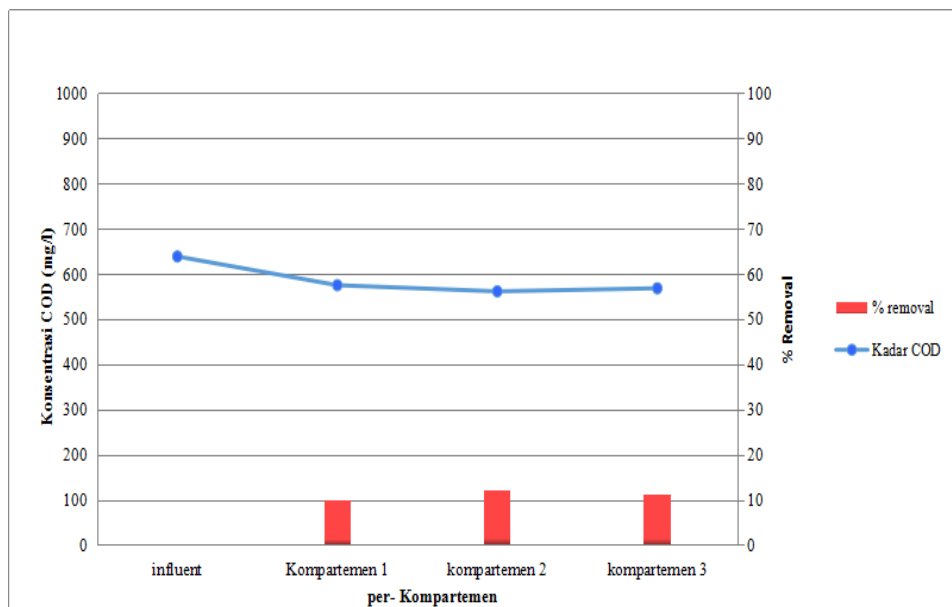


Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.6 Tahap Running Reaktor 2 Parameter COD**

Berdasarkan **grafik 4.5**, menunjukkan dalam tahap *running* kinerja media penyangga bioball pada reaktor 1 dapat mengremoval kadar COD pada air IPAL Komunal Mendiwo. Pengurangan kadar COD pada reaktor 1 paling besar terjadi pada hari ke-10 yaitu mencapai 17% dengan menurunkan kadar COD dari 852 mg/L menjadi 766 mg/L.

Pada reaktor 2 **grafik 4.6** dapat dilihat dari *removal* COD pada hari ke-8 merupakan pengurangan kadar COD paling besar yaitu mencapai 20% dengan menurunkan kadar COD dari 727 mg/L menjadi 584mg/L. Secara keseluruhan kinerja yang cukup baik dalam mengdegradasi polutan pencemar COD terlihat pada reaktor 2 unit *Tray Bioreactor* karena fluktuasi % *removal* tertinggi pada reaktor 2 sebesar 20% pada hari ke-8. Akan tetapi pada reaktor 1 menunjukkan % *removal* COD pada hari ke-3 hingga hari ke-8 mengalami % *removal* dalam keadaan stabil. Hal ini merupakan tanda bahwa media penyangga *bioball* pada reaktor 1 sedang dalam kondisi tunak.



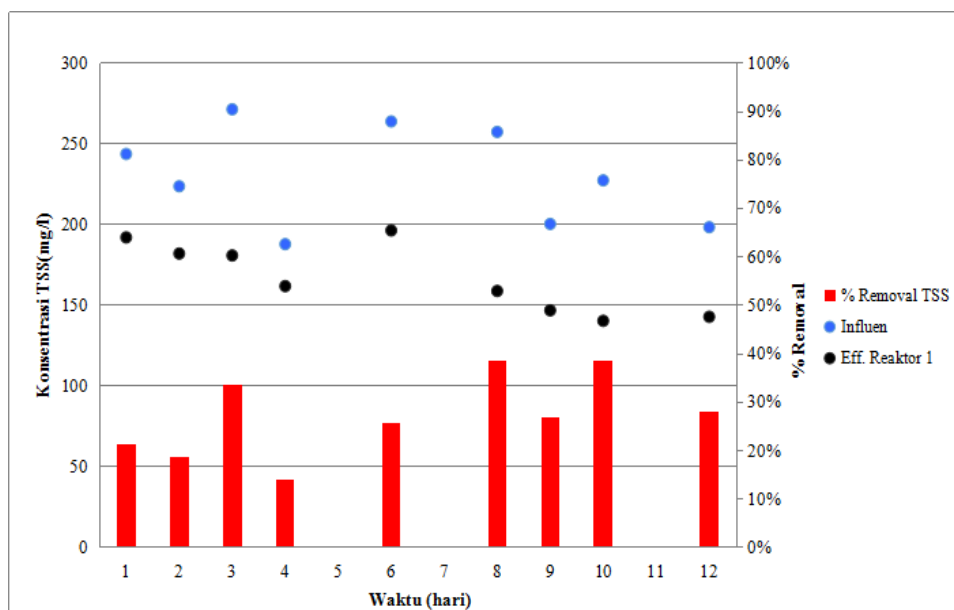
Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.7 Tahap *Running* COD per-Kompartemen**

Berdasarkan **tabel 4.7** menunjukkan kadar COD dalam tahap *running* kinerja per-kompartemen mengalami penurunan pada kompartemen 1 menurunkan kadar COD dari 639 mg/L menjadi 575 mg/L dan pada kompartemen 2 menurunkan kadar COD dari 575 mg/L menjadi 561 mg/L, namun pada kompartemen 3 mengalami kenaikan sebesar 7 mg/L. Kenaikan tersebut dapat diakibatkan karena ketidakteelitian saat pembacaan absorbansi pada spektrofotometri. % *removal* pada masing-masing kompartemen 1, 2 dan 3 sebesar 10%, 12% dan 11%. Berdasarkan % *removal* tersebut menunjukkan bahwa masing-masing kompartemen dapat menurunkan kadar COD.

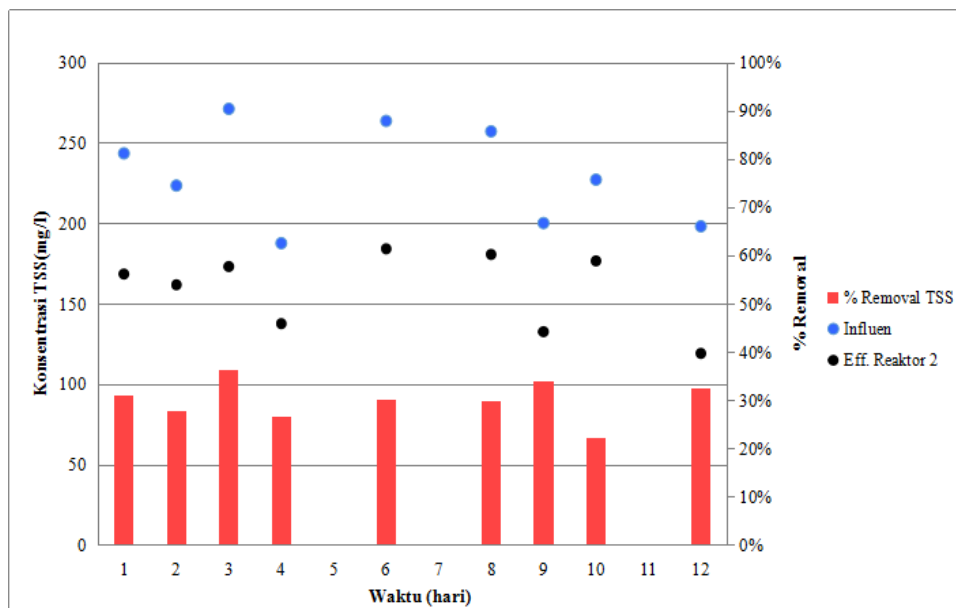
#### 4.4.1.2 Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Pada penelitian ini digunakan parameter TSS (*Total Suspended Solid*) untuk mengetahui kinerja media penyangga bioball dalam mendegradasi kandungan TSS pada unit *Tray Bioreactor*. *Total Suspended Solid* atau total padatan tersuspensi ini dapat berupa komponen abiotik seperti detritus dan partikel anorganik lainnya. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik disuatu perairan (CAWST, 2010). Berikut ini hasil pengukuran kinerja media penyangga bioball pada unit *Tray Bioreactor* dalam menurunkan kadar TSS.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.8 Tahap *Running* TSS Reaktor 1**

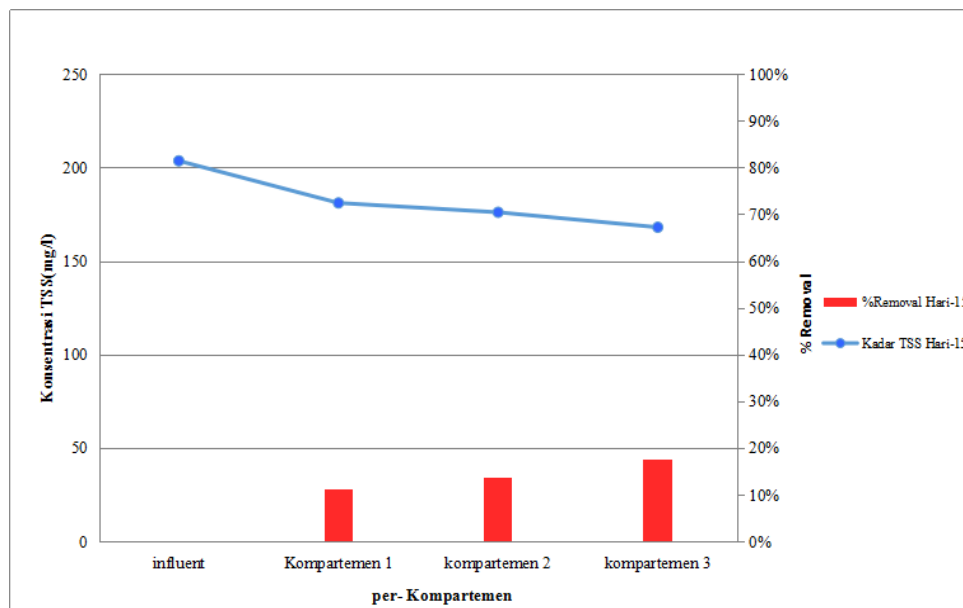


Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.9 Tahap *Running* TSS Reaktor 2**

Pada hari ke-3 terlihat kadar TSS paling tinggi mencapai 271 mg/L, tingginya nilai TSS dalam suatu perairan dapat menghalangi penetrasi matahari sehingga menghambat proses fotosintesis yang terjadi didalamnya dan dapat menyebabkan pendangkalan badan air sebab meningkatkan jumlah padatan yang terendap dalam badan air (Effendi, 2003).

Berdasarkan **grafik 4.8** pada tahap *running* reaktor 1 masih mengalami fluktuasi. Terlihat pada hari ke-4 performa reaktor menurun sehingga hanya dapat mengremoval kadar TSS sebesar 14% namun pada hari ke-8 dan hari ke-10 terjadi penurunan kadar TSS terbesar yaitu mencapai 38%. Pada **grafik 4.9** tahap *running* TSS reaktor 2 juga dapat mengremoval kadar TSS yang terkandung dalam air limbah IPAL Komunal. Pada reaktor 2, pada hari ke-3 mengalami penurunan kadar TSS terbesar yaitu 36% yang menurunkan kadar TSS dari 271 mg/L menjadi 273 mg/L. Terlihat bahwa penurunan kadar TSS pada reaktor 2 tidak terjadi fluktuasi yang signifikan dan performa pada reaktor 2 lebih bagus dibanding pada reaktor 1.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.10 Tahap Running TSS per-Perkompartemen**

Pada penelitian ini pengukuran kadar TSS per-kompartemen juga dilakukan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui performa pada tiap kompartemen di unit *Tray Bioreactor* dalam mendegradasi kadar TSS pada air limbah. Penelitian kadar TSS per-kompartemen ini dilakukan selama 2 hari dengan melakukan penelitian pada reaktor 1. Penelitian dilakukan hanya pada reaktor 1 dikarenakan pompa pada reaktor 2 mati saat sehari sebelum penelitian dimulai, hal ini mengakibatkan media yang ada pada reaktor 2 telah kering dan biofilm yang terdapat pada reaktor tersebut sudah mati.

Berdasarkan **grafik 4.10** kinerja per-kompartemen pada hari ke-15 *running* mengalami penurunan kadar TSS pada tiap kompartemen. Pada hari ke-15 penurunan kadar TSS pada kompartemen 1 yaitu 11%, pada kompartemen 2 yaitu 14% dan pada kompartemen 3 yaitu 17%. Terlihat bahwa penurunan kadar TSS pada tiap kompartemen paling besar terdapat pada kompartemen 3 yang menurunkan kadar TSS pada hari ke-15 dari 176 mg/L menjadi 168 mg/L. Hal ini disebabkan karena air limbah telah melewati 3 kompartemen pada reaktor 1 unit *Tray Bioreactor* pengolahan biologis.



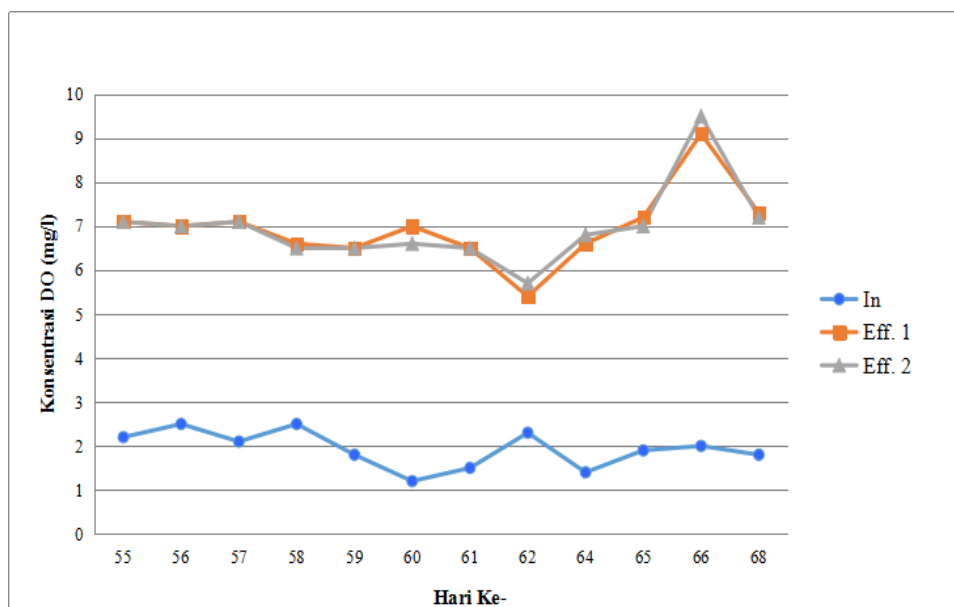
## 4.5 Kualitas Air Olahan

Kualitas air buangan dibedakan menjadi tiga karakteristik yaitu karakteristik fisik, karakteristik kimia dan karakteristik biologi. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kadar oksigen (DO), kekeruhan (*turbidity*), derajat keasaman (pH) dan temperatur.

### 4.5.1 Dissolved Oxygen (DO)

Pada penelitian ini oksigen mengandung peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Oksigen terlarut merupakan parameter penting karena dapat digunakan untuk mengetahui gerakan massa air serta merupakan indikator yang peka bagi proses-proses kimia dan biologi. Dalam kondisi aerobik, oksigen berperan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik berupa nutrien. Oksigen terlarut yang terkandung di dalam air limbah berasal dari udara dan hasil proses fotosintesis tumbuhan air. (Rohilan, 1992)

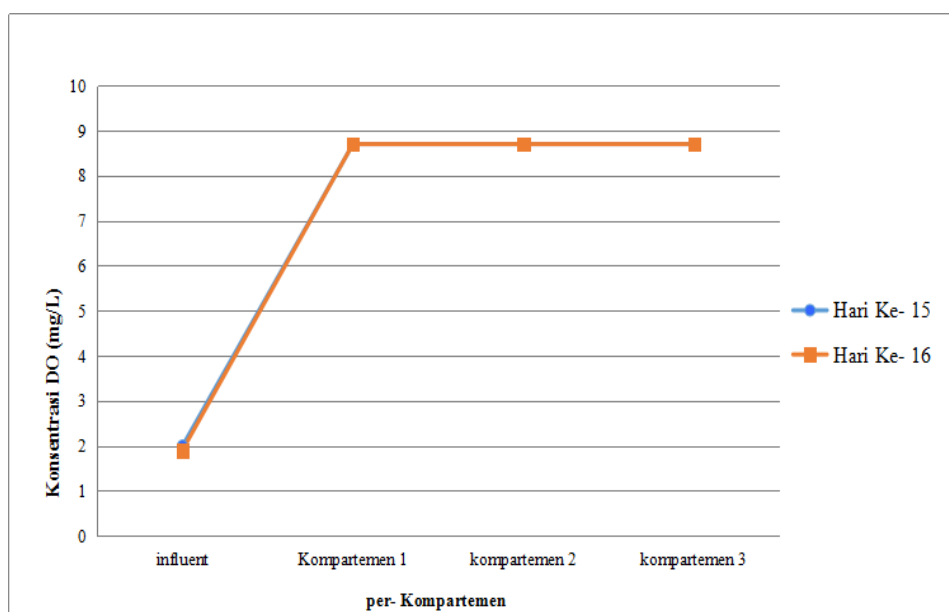
Untuk mengukur kadar DO dalam sampel air limbah, ada 2 metode yang sering digunakan yaitu metode titrasi dan metode elektro-kimia atau lebih dikenal dengan DO meter. Pada penelitian ini pengukuran kadar DO dilakukan dengan menggunakan alat DO meter.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.11 Konsentrasi DO pada Tahap Running**

Berdasarkan **grafik 4.11** konsentrasi DO pada influent air limbah IPAL Komunal Mendirola lebih rendah dibanding effluent pada reaktor 1 dan reaktor 2. Kadar DO pada *influent* air limbah berada pada kisaran 1.2 - 2.5, pada *effluent* reaktor 1 kisaran 5,4 - 9.1 dan pada *effluent* reaktor 2 kisaran 5,7 - 9.5. Pada penelitian ini kadar DO pada *influent* air limbah cukup tinggi sehingga melebihi tingkat pencemaran. Namun kadar DO pada *effluent* reaktor 1 dan 2 unit *Tray Bioreactor* memiliki nilai yang rendah untuk tingkat pencemarannya.



Sumber: Hasil Analisa

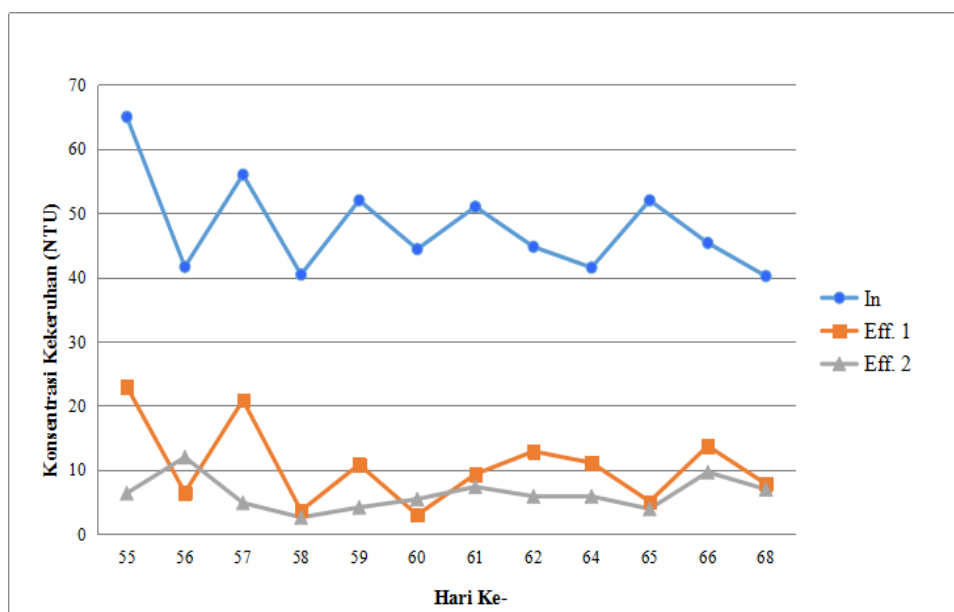
#### **Grafik 4.12 Konsentrasi DO pada Tahap *Running* per-Kompartemen**

Pada penelitian ini dilakukan pula pengujian DO pada tiap kompartemen. Saat pengujian konsentrasi DO pada tiap kompartemen, konsentrasi DO pada *influent* menunjukkan hasil yaitu 1.9 mg/L dan 2.0 mg/L dan hasil yang sama untuk konsentrasi DO pada *effluen* yaitu 8.7 mg/L. Hal itu disebabkan karena air limbah yang sudah melewati 3 kompartemen lebih banyak berkontak langsung dengan udara sehingga kandungan oksigen pada *effluen* air limbah olahan lebih besar daripada *influent* air limbah yang belum diolah.

#### **4.5.2 Keekeruhan (*Turbidity*)**

Keekeruhan (*Turbidity*) merupakan suatu kondisi dimana air mengandung materi tersuspensi yang dapat menghalangi masuknya cahaya, sehingga jarak pandang terganggu. Materi tersuspensi ini dapat berupa zat organik yang

merupakan nutrisi bagi mikroorganisme dan zat anorganik yang berupa nitrogen dan fosfor yang dapat meningkatkan pertumbuhan alga. Pertumbuhan bakteri akan meningkatkan tingkat kekeruhan perairan yang akan berpengaruh pada berkurangnya kadar oksigen yang terlarut. (Sawyer, 2003)



Sumber: Hasil Analisa

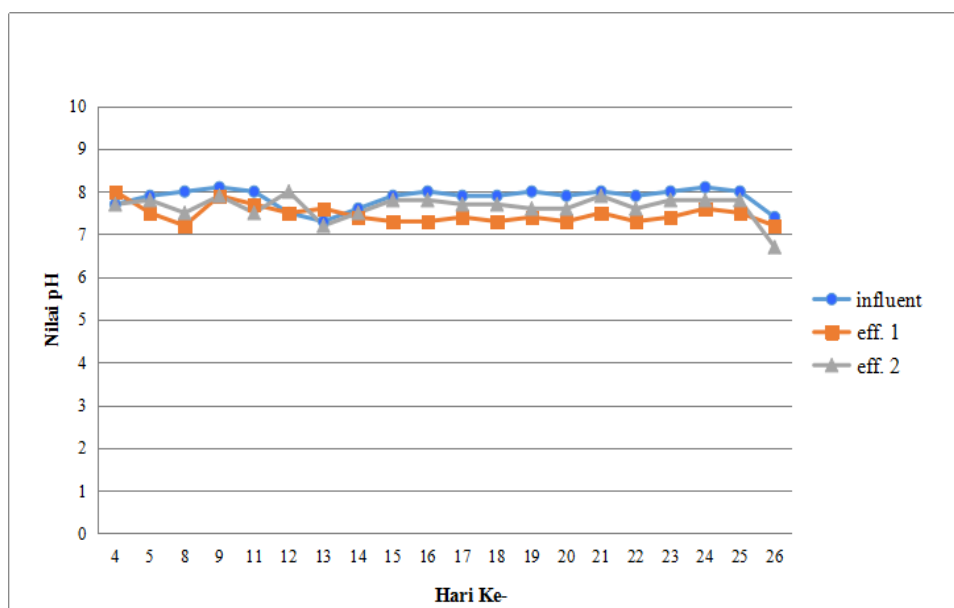
**Grafik 4.13 Nilai Kekeruhan (*turbidity*) pada Tahap *Running***

Berdasarkan **grafik 4.13** tingkat kekeruhan pada *influent* sangat tinggi daripada tingkat kekeruhan pada *effluent* reaktor 1 dan 2. Tingginya tingkat kekeruhan pada suatu perairan mengakibatkan cahaya dalam air didispersikan atau diserap dalam suatu contoh air sehingga mengurangi kemampuan alga dan tumbuhan air lainnya untuk berfotosintesis dan menghasilkan oksigen. Ketidakmampuan alga dan tumbuhan air untuk berfotosintesis menyebabkan kandungan oksigen terlarut (DO) pada air semakin berkurang namun kandungan COD meningkat (Santika, 1987). Tingkat kekeruhan pada *effluent* lebih rendah disebabkan karena *effluent* air limbah domestik ini telah melalui proses pengolahan biologis yang mengakibatkan tingkat kekeruhannya lebih rendah daripada tingkat kekeruhan air limbah yang belum diolah.

### 4.5.3 Derajat Keasaman (pH)

Pada penelitian ini perlu dilakukannya pengujian nilai pH untuk mengetahui tingkat keasaman pada sampel *influent* dan *effluent* pada tiap unit *Tray Bioreactor*. Nilai pH dalam suatu perairan dapat dijadikannya indikator dari adanya keseimbangan unsur kimia dan unsur hara yang bermanfaat bagi kehidupan vegetasi akuatik. Derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen ( $H^+$ ) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Derajat keasaman suatu perairan, baik tumbuhan maupun hewan sehingga sering dipakai sebagai petunjuk untuk menyatakan baik atau buruknya suatu perairan (Odum, 1971). Kondisi pH yang tidak netral pada air limbah akan menyulitkan proses biologis sehingga mengganggu proses penjernihannya (Sugiharto, 1987).

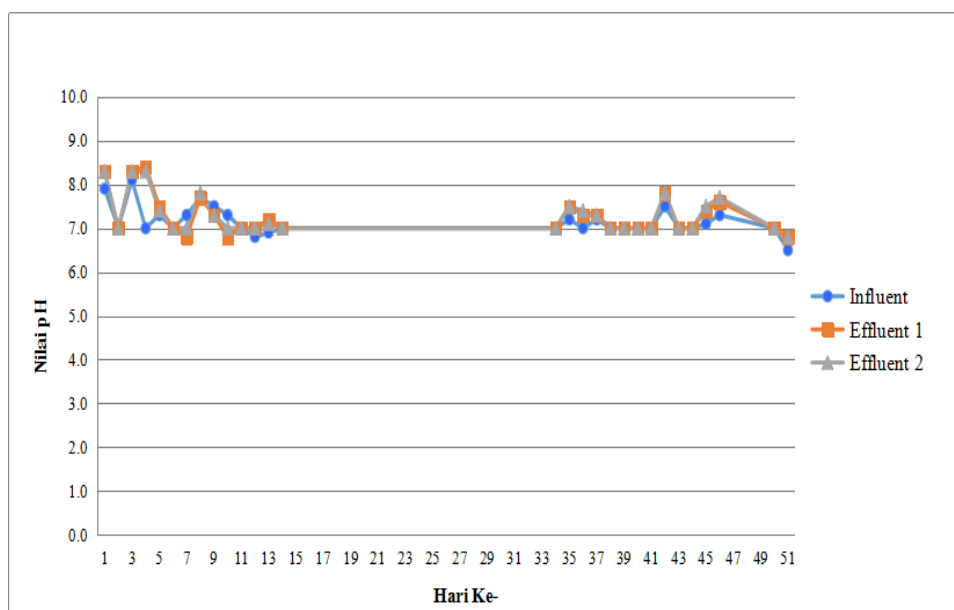
Bakteri pada umumnya tumbuh dengan baik pada pH netral dan alkalis. Oleh karena itu, proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih cepat pada kondisi pH netral dan alkalis. Limbah cair mempunyai pH asam yang menunjukkan bahwa limbah tersebut mengandung asam-asam mineral atau asam organik yang tinggi (Sunu, P., 2010). Pada penelitian ini digunakan indikator pH universal dan pH meter untuk pengukuran nilai pH yang mengakibatkan nilai pH yang didapat kurang falid.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.14 Nilai pH Tahap Aklimatisasi pada media *Luffa***

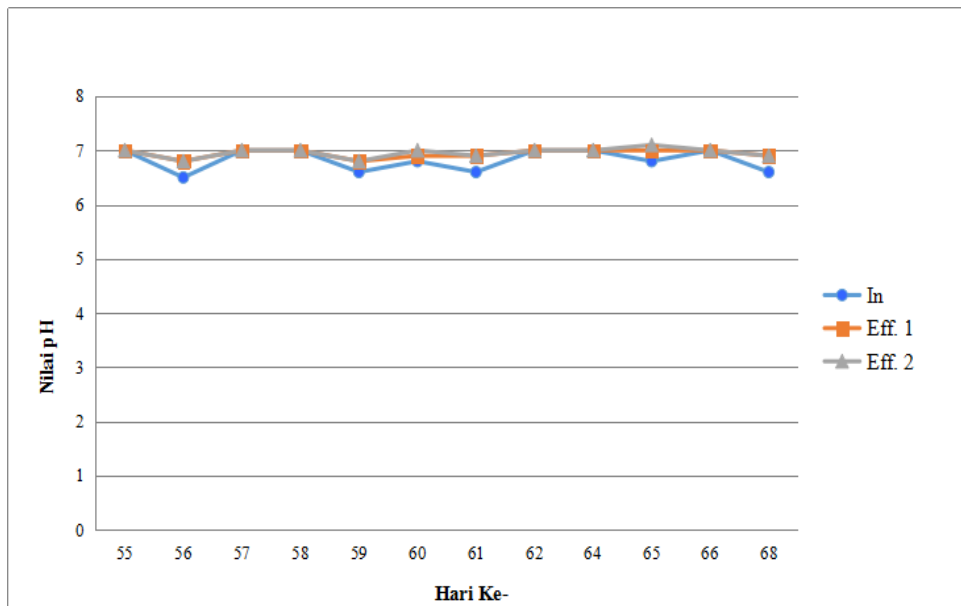
Pada tahap aklimatisasi, selain parameter COD dilakukan pengukuran pH dan suhu sebagai variabel kontrol. Pengukuran pH dan suhu diperlukan untuk mengetahui kondisi lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangbiakkan mikroorganisme secara optimal. Pada **grafik 4.14** terlihat pH influent pada kisaran 7.3 - 8.1, sedangkan pH effluent pada reaktor 1 berada pada kisaran 7.2 - 8.0 dan pada reaktor 2 berada pada kisaran 6.7 - 8.0.



Sumber: Hasil Analisa

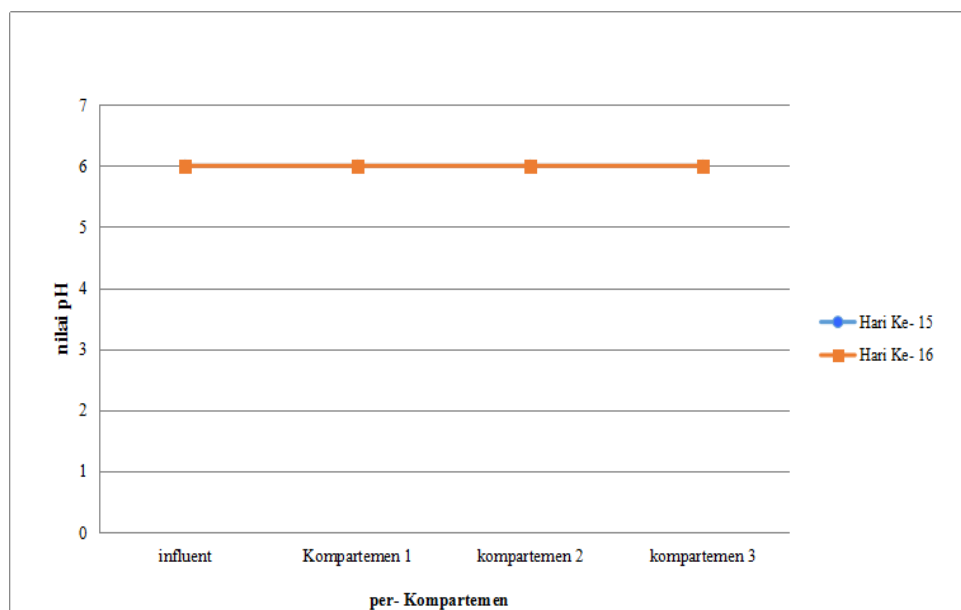
#### Grafik 4.15 Nilai pH Tahap Aklimatisasi pada media *Bioball*

Berbeda dengan nilai pH pada *luffa*, nilai pH pada media *bioball* masih dalam rentang optimum. Pada **grafik 4.15** terlihat pH influent pada kisaran 6.5 - 8.1, sedangkan pH effluent pada reaktor 1 berada pada kisaran 6.8 - 8.4 dan pada reaktor 2 berada pada kisaran 6.8 - 8.3. pH pada influent, effluent reaktor 1 dan reaktor 2 menunjukkan kisaran pH optimum bagi pertumbuhan bakteri yaitu pH 6.0 - 9.0. (Metcalf and Eddy, 2003)



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.16 Nilai pH Tahap *Running* pada media *Bioball***



Sumber: Hasil Analisa

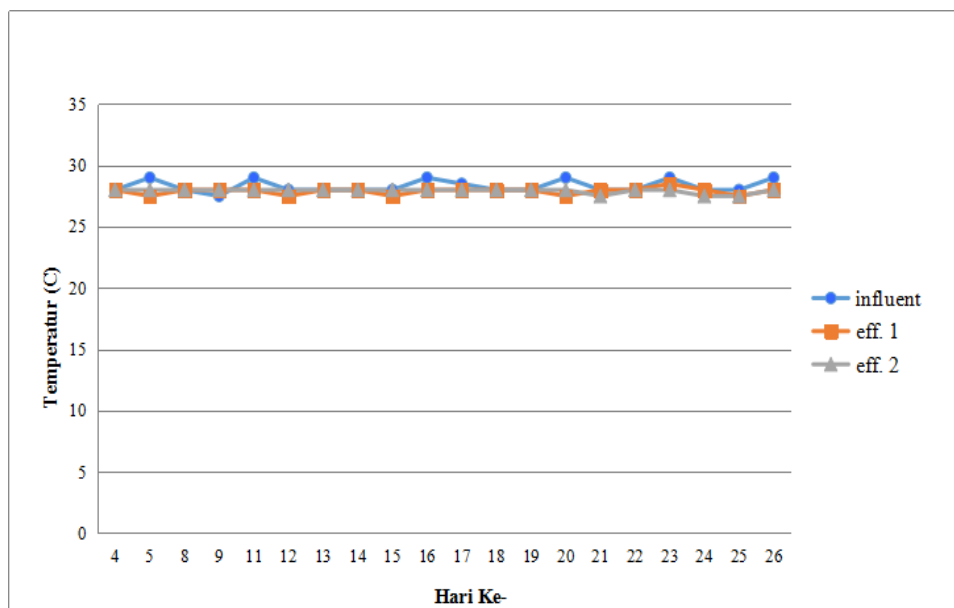
**Grafik 4.17 Nilai pH Tahap *Running* per-Kompartemen pada media *Bioball***

Pada **grafik 4.16**, nilai pH *influent* air limbah lebih rendah daripada *effluent* reaktor 1 dan 2. Nilai pH pada *influent* air limbah berada pada kisaran 6.6 - 7, pada *effluent* reaktor 1 kisaran 6.8 - 7 dan pada *effluent* reaktor 2 berada pada kisaran 6.8 - 7.1. pH pada *influent*, *effluent* reaktor 1 dan reaktor 2 menunjukkan kisaran pH optimum bagi pertumbuhan bakteri yaitu pH 6.0 - 9.0. (Metcalf and Eddy, 2003)

Berdasarkan **grafik 4.17**, pada saat pengujian per-kompartemen, tidak adanya pH meter mengakibatkan pengukuran menggunakan indikator pH universal sehingga hasil yang didapatkan kurang akurat.

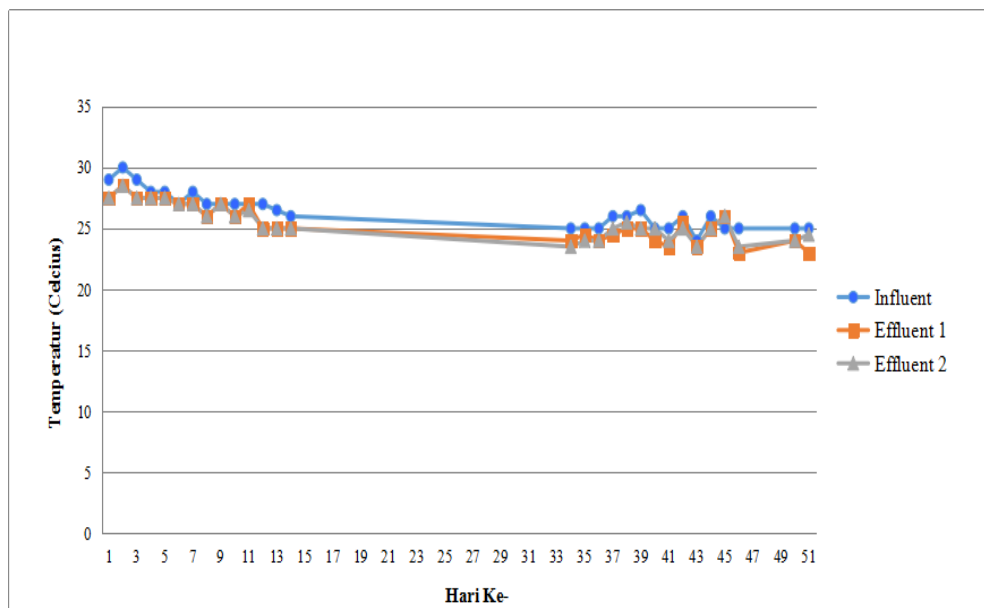
#### 4.5.4 Suhu atau Temperatur

Suhu atau temperatur adalah ukuran panas atau dinginnya air limbah. Suhu atau temperatur merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, dan kehidupan mikroorganisme air. Reaksi kimia yang sejalan dengan meningkatnya temperatur ditambah dengan terjadinya penurunan kuantitas oksigen pada air permukaan dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah. Kebanyakan mikroorganisme tumbuh pada suhu optimum yaitu  $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ . Mikroorganisme tumbuh tercepat pada suhu optimumnya. Panas dapat meningkatkan aktivitas enzim. (Metcalf and Eddy, 2003)



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.18** Temperatur Tahap Aklimatisasi pada media *Luffa*

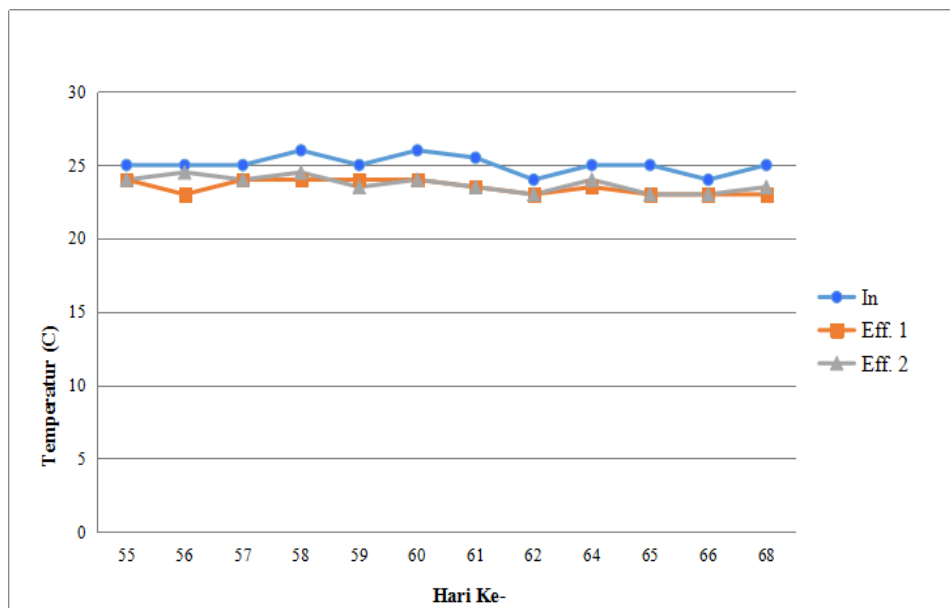


Sumber: Hasil Analisa

#### Grafik 4.19 Temperatur Tahap Aklimatisasi pada media *Bioball*

Berdasarkan **grafik 4.18** pada tahap aklimatisasi pada media *luffa* suhu berada pada kisaran 27.5 - 29 °C. Berdasarkan **grafik 4.19** temperatur pada media *bioball* pada aklimatisasi temperatur *influent* air limbah berada pada rentang 25 °C - 30 °C, pada *effluent* reaktor 1 berada pada rentang 23°C- 28.5°C dan pada reaktor 2 berada pada rentang 23.5°C - 28°C. Hal ini menunjukkan suhu tersebut masih berada pada suhu pertumbuhan mikroorganisme 25 - 30 °C yang merupakan kisaran optimum bagi mikroorganisme pada kondisi mesophilic.

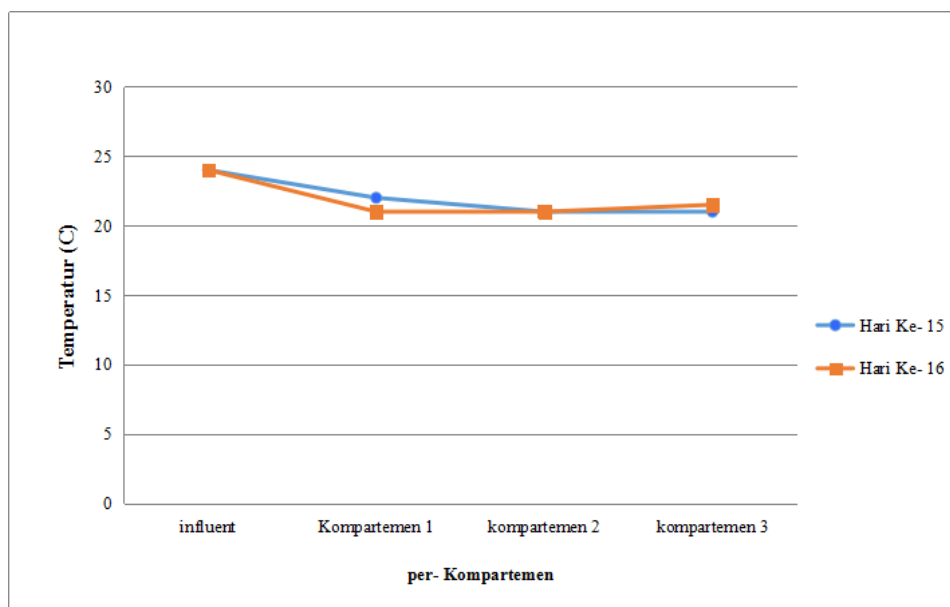




Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.20 Temperatur Tahap *Running* pada media *Bioball***

Berdasarkan grafik 4.20 suhu *influent* yang diperoleh pada penelitian ini memiliki rentan suhu 24 - 26 °C, *effluent* reaktor 1 memiliki rentan suhu 23-24°C dan pada *effluent* reaktor 2 miliki rentan suhu 23 - 24.5 °C. Hal ini menunjukkan suhu tersebut masih berada pada suhu pertumbuhan mikroorganismenya 25 - 30 °C yang merupakan kisaran optimum bagi mikroorganismenya pada kondisi mesophilic.



Sumber: Hasil Analisa

**Grafik 4.21 Temperatur Tahap *Running* pada media *Bioball* Per-Kompartemen Reaktor 1**

Pada penelitian ini dilakukan pula pengujian pada tiap kompartemen pada reaktor 1 selama 2 hari. Temperatur yang didapatkan pada tiap kompartemen ini masih pada rentang suhu pertumbuhan mikroorganisme yaitu 21°C - 24°C.

#### 4.6 Aplikasi Unit *Tray Bioreactor*

Pada penelitian ini telah dilakukannya pengolahan air limbah IPAL Komunal Mendiyo Yogyakarta menggunakan unit *Tray Bioreactor* secara biologis. Dari penelitian ini mendapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Aplikasi Unit *Tray Bioreactor***

Parameter	Satuan	PERMEN LHK No. 68 Tahun 2016	Hasil Rata-rata Effluent Reaktor 1	Hasil Rata-rata Effluent Reaktor 2
COD	mg/L	100	569	564
TSS	mg/L	30	167	159

Dari penelitian yang didapat hasil pengolahan menggunakan unit *Tray Bioreactor* belum cukup untuk mengurangi kadar COD dan TSS yang terkandung pada air limbah IPAL Komunal Mendiyo Yogyakarta. Pengolahan menggunakan unit *Tray Bioreactor* hanya dapat menurunkan kadar COD dan TSS sebesar 569 mg/L pada reaktor 1 dan 564 mg/L pada reaktor 2 dan penurunan kadar TSS sebesar 167 mg/L pada reaktor 1 dan 159 mg/L pada reaktor 2. Berdasarkan pengujian tersebut pengolahan menggunakan unit *Tray Bioreactor* belum menghasilkan hasil olahan limbah yang sesuai dengan peruntukan air limbah domestik menurut batas baku mutu PERMEN LHK No. 68 Tahun 20016 yaitu 100 mg/L untuk parameter COD dan 30 mg/L untuk parameter TSS.

Untuk memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan untuk air limbah domestik perlu dilakukan adanya penambahan kompartemen sehingga air limbah yang akan diolah memiliki waktu kontak lebih lama untuk menyisihkan beban pencemar COD dan TSS.

#### 4.7 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Performa Unit *Tray Bioreaktor*

Pada penelitian ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi performa unit *Tray Bioreactor*.

1. Kualitas media penyangga *luffa* yang buruk. Dari tekstur *luffa* sangat kesulitan untuk mendapatkan *luffa* yang masih keras, tidak kopong dan

memiliki warna kuning kecoklatan. Kesulitan mendapatkan *luffa* yang baik dikarenakan sudah jarang petani memproduksi tanaman ini sehingga hanya mendapatkan *luffa* yang sudah lama tersimpan yang mengakibatkan tekstur *luffa* sedikit lembek, kopong dan berwarna sedikit gelap. Hal ini menyebabkan cepatnya media penyangga *luffa* mengalami pembusukkan yang mengakibatkan terkendalanya penelitian.

2. Debit air yang digunakan sangat rendah sehingga pendistribusian air tidak merata yang mengakibatkan sebagian media penyangga pada suatu kompartemen basah dan sebagian lagi tidak.
3. Selang dan reaktor ditumbuhi lumut yang menyebabkan kualitas air olahan reaktor menurun.
4. Pada penelitian ini beberapa kali terjadi listrik mati yang mengakibatkan pompa tidak dapat memompa air limbah yang akan diolah. Hal ini menyebabkan biofilm yang mulai terbentuk akan mati atau tidak dapat bertahan karena tidak mendapatkan nutrisi untuk tetap bertahan pada media penyangga sehingga menurunnya performa reaktor dalam mengremoval beban pencemar.
5. Terjadinya penyumbatan oleh partikel yang terbawa bersama air limbah yang mengakibatkan terkendalanya pendistribusian air pada reaktor.