

UNJUK KERJA *TRAY BIOREACTOR* MENGGUNAKAN BATU ANDESIT SEBAGAI MEDIA PENYANGGA DALAM MENINGKATKAN KUALITAS AIR OLAHAN DENGAN PARAMETER BOD DAN AMONIA PADA IPAL KOMUNAL MENDIRO YOGYAKARTA

Frisillia Bayu Mutiara
Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia
frisilliabayu@gmail.com

ABSTRAK

Maraknya pencemaran air akibat pengolahan air limbah domestik yang kurang baik, membuat pemerintah memikirkan cara yang tepat untuk mengolah air limbah domestik, salah satunya dengan menerapkan sistem IPAL komunal. Namun pada kenyataannya, IPAL komunal belum sepenuhnya dapat menghilangkan pencemar yang memiliki kadar tinggi dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu reaktor yang dapat digunakan sebagai *post treatment* dalam pengolahan air limbah. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan batu andesit sebagai media terlekat bagi mikroorganisme dan menggunakan sistem aerasi berbentuk tray aerator dengan tiga kompartemen tray serta menggunakan HRT 4 jam dalam pengaliran limbahnya, sehingga memungkinkan adanya kontak terhadap udara dengan baik. Dari hasil penelitian, kedua reaktor dapat menghilangkan kadar BOD sampai dengan 98% dan kadar amonia sampai dengan 60%. Hal ini menunjukkan bahwa reaktor sudah memiliki kemampuan yang baik dalam menghilangkan kadar BOD dan Amonia pada air hasil olahan IPAL komunal Mendiro sehingga layak diaplikasikan sebagai *post treatment*.

Kata Kunci: IPAL, Batu Andesit, Reaktor, BOD, Amonia

ABSTRACT

The rise of water pollution due to unfavorable domestic wastewater treatment makes the government think of the right way to treat domestic wastewater, one of which is by implementing a communal WWTP system. But in reality, the communal WWTP has not been able to completely eliminate pollutants that have high levels of good. This study aims to make a reactor that can be used as a post treatment in wastewater treatment. In its implementation, this study uses andesite stone as an attached growth media for microorganisms and uses an aeration system with three tray compartments and use HRT 4 hours in the waste water flow, in the form of tray aerator so as to allow good contact with air. From the results of the study, both reactors can eliminate BOD levels up to 98% and ammonia levels up to 60%. This shows that the reactor has a good ability in removing BOD and Ammonia levels in the water processed by the Mendiro communal WWTP so that it is feasible to be applied as a post treatment.

Keywords: WWTP, Andesite Stone, Reactor, BOD, Ammonia

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk kota yang tinggi serta meningkatnya kegiatan pembangunan di berbagai sektor menimbulkan berbagai masalah di wilayah-wilayah perkotaan yang antara lain urbanisasi, permukiman kumuh, pencemaran air limbah dan sebagainya. Permasalahan yang dialami hampir di seluruh kota di Indonesia adalah pencemaran air limbah (Said, Pengelolaan Air Limbah Domestik Di DKI Jakarta, 2008).

IPAL berfungsi untuk mengolah serta mengendalikan air limbah domestik. (Lestari, 2011). IPAL yang baik merupakan IPAL yang mampu menurunkan kadar parameter pencemar sehingga nantinya air yang akan dibuang ke badan air/ sungai tidak mencemari air dan lingkungan. Namun dalam pengoperasiannya, IPAL mengalami beberapa masalah teknis. Sehingga effluent yang dikeluarkan pun masih mengandung banyak polutan yang dapat menurunkan kualitas badan air yang menerimanya.

Berdasarkan permasalahan atau fakta-fakta tentang pengadaan IPAL, maka teknologi terkait pengolahan air limbah semakin berkembang. Salah satu teknologi untuk pengolahan air limbah yaitu Down Flow Hanging Sponge (DHS). Sistem reaktor DHS didesain untuk diaplikasikan sebagai unit pengolahan air limbah.

Dengan menerapkan prinsip kerja dari teknologi Down Flow Hanging Sponge (DHS), maka peneliti akan memodifikasi teknologi ini dengan mengganti media sponge menjadi media batu andesit sebagai media dalam reaktor pertumbuhan terlekat untuk pengolahan air limbah secara biologis. Pemilihan batu andesit sebagai media pada reaktor dilakukan dengan pertimbangan agar dapat memanfaatkan material lokal di sekitar D.I. Yogyakarta yang dekat dengan gunung Merapi. Terlebih, batu andesit mengandung silika yang tinggi. Sifat

yang paling penting dari silika adalah sebagai adsorben yang dapat diregenerasi. Selain itu, banyaknya rongga atau pori-pori di permukaan batu andesit ini memungkinkan mikroorganisme untuk hidup di permukaan batuan sehingga diharapkan dapat menyisihkan senyawa organik (BOD) dan senyawa kimia (Amonia) dengan baik.

Penelitian ini juga menggunakan air yang berasal dari IPAL Komunal Mendo. Pemilihan IPAL Komunal Mendo ini dilakukan dengan alasan jarak yang dekat, sehingga pengambilan air yang dilakukan setiap hari tidak terkendala dengan jarak pengambilan air. Selain itu, IPAL Komunal Mendo ini juga dikenal sebagai IPAL dengan pengolahan air limbah yang baik. Diharapkan, *tray bioreactor* dapat menghilangkan dan mengurangi tingkat pencemar yang masih ada pada effluent IPAL Komunal Mendo tersebut, sehingga beban pengolahan yang dilakukan oleh *tray bioreactor* tidak terlalu tinggi dan diperoleh hasil pengolahan yang baik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja sistem *tray bioreactor* menggunakan media penyangga berupa batu andesit dalam penyisihan BOD dan Amonia dalam air olahan IPAL Komunal, Mendo, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman. Selain itu, untuk Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *tray bioreactor* menggunakan media batu andesit dalam penyisihan BOD dan Amonia.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *tray bioreactor* yang terdiri atas 3 kompartemen *tray*, terbuat dari bahan plastik yang kemudian diisi oleh media batu andesit. *Tray bioreactor* ini selanjutnya dilengkapi dengan bak penampung limbah, pompa dan selang yang masing-masing

memiliki fungsi dan digunakan agar *tray bioreactor* dapat berjalan sesuai yang diharapkan.

2.2 Tahap *Seeding*

Penelitian ini diawali dengan proses *seeding* yang bertujuan untuk menumbuhkan bakteri pada media penyangga yakni batu andesit. *Seeding* ini dilakukan dengan cara merendam batu andesit di dalam bak berisi lumpur aktif yang telah diambil dari IPAL Sewon selama ± 3 jam. Selama proses perendaman juga dilakukan aerasi dengan pompa aerator untuk memastikan terjadinya proses aerobik.

2.3 Tahap Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dilakukan dengan mengalirkan air limbah yang diambil dari IPAL Mendiro kedalam *tray bioreactor* yang telah diisi oleh batu andesit yang sudah dilakukan proses *seeding*. Proses ini bertujuan untuk memberikan kesempatan bagi bakteri yang menempel pada batu andesit untuk dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan di dalam reaktor, sehingga diharapkan bakteri dapat tumbuh dengan baik didalam reaktor. Pada tahapan ini akan dilakukan pengamatan terhadap proses pembentukan biofilm pada media batu. Apakah pembentukan tersebut merata atau hanya pada bagian yang teraliri oleh air limbah saja.

2.4 Tahap Pengoperasian Reaktor

Kedua *tray bioreactor* reaktor A dan reaktor B ditempatkan di Laboratorium Kualitas Lingkungan. Pengoperasian reaktor dilakukan setiap hari selama 24 jam dengan menggunakan waktu tinggal hidrolis selama 4 jam. Kedua reaktor tersebut di operasikan secara aerobik pada suhu lingkungan dan diletakkan ditempat yang teduh tanpa adanya kontrol suhu, sehingga suhu air limbah menyesuaikan dengan kondisi suhu yang ada di lingkungan.

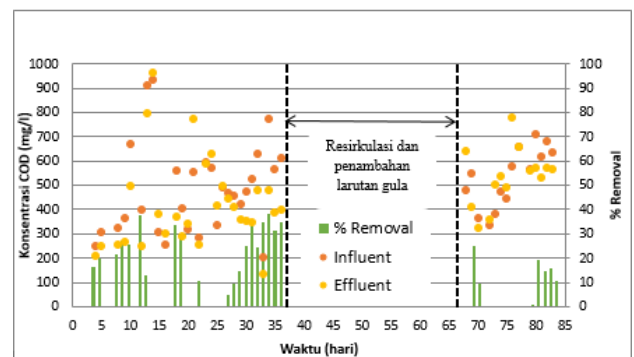
3. HASIL DAN ANALISIS DATA

3.1 Tahap Persiapan

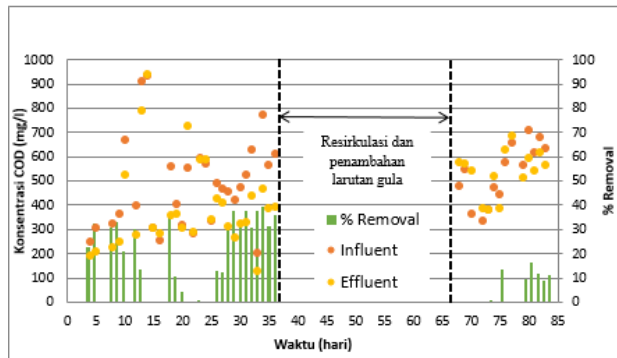
Untuk mengurangi pencemaran akibat air olahan IPAL komunal yang belum memenuhi baku mutu, maka diperlukan suatu *post treatment* untuk memperbaiki hasil olahan IPAL komunal tersebut. Maka dari itu, dibuatlah suatu *tray bioreactor* dengan media batu andesit sebagai media pertumbuhan terlekat.

3.2 Proses Aklimatisasi

Pada proses aklimatisasi ini dilakukan pengujian terhadap COD. Pengujian COD dipilih untuk mengetahui banyaknya bahan organik maupun anorganik yang sulit dioksidasi secara biologis, sehingga harus dilakukan oksidasi secara kimiawi (Tchobanoglous, Burton, & Stensel, 2003). Dari sudut pandangan operasional, salah satu keuntungan utama dari tes COD adalah bahwa hal itu dapat diselesaikan dalam waktu ± 3 jam, dibanding dengan 5 hari untuk tes BOD (Nurjanah, Zaman, & Syakur, 2017). Pengujian COD dilakukan untuk mengetahui apakah reaktor sudah atau belum layak dilakukan proses pengoperasian. Apabila kadar COD yang dihasilkan dari effluen sudah dalam kondisi tunak maka dapat dilakukan proses pengoperasian reaktor.



Gambar 3.1 Tahap Aklimatisasi Reaktor 1



Gambar 3.2 Tahap Aklimatisasi Reaktor 2

Pada kedua gambar diatas didapatkan hasil pengujian COD yang fluktuatif. Hal ini dikarenakan bakteri yang terdapat dalam reaktor masih membutuhkan waktu untuk beradaptasi. Selain itu, bakteri juga membutuhkan waktu untuk berkembang biak pada media batu andesit.

Pada reaktor satu dan dua , penyisihan COD semakin hari semakin stabil. Hal ini dapat terjadi karena biofilm mulai terbentuk secara sempurna. Pada saat pengaliran air limbah, sebagian zat organik terdegradasi oleh biofilm yang terdapat pada permukaan media yang digunakan pada reaktor biofilter dan dibantu dengan adanya aerasi. Degradasi tersebut terjadi karena pada saat aerasi sebagian zat organik teroksidasi oleh oksigen yang larut didalam air (Herlambang & Martono, 2008).

Proses aklimatisasi ini sendiri terbagi menjadi 3 bagian, hal ini terjadi karena adanya libur lebaran yang membuat penelitian dihentikan sementara namun, reaktor tetap dijalankan. Aklimatisasi pada fase pertama dilakukan pengaliran limbah domestik dari IPAL sampai hari ke 36 penelitian. Pada fase ini, kestabilan data terjadi pada hari ke-33 sampai dengan hari ke-36 penelitian dengan rata-rata pengurangan COD sebesar 43,82%.

Walaupun sudah terjadi kestabilan dalam penyisihan, proses pengoperasian reaktor tidak dapat dilakukan karena terkendala libur lebaran. Selama libur lebaran, reaktor tetap dinyakan, namun air limbah yang digunakan ditambahkan

dengan larutan gula dan dilakukan dengan proses resirkulasi. Penambahan larutan gula ini dimaksudkan agar air limbah mengandung lebih banyak kandungan organik, sehingga saat dilakukan proses resirkulasi, mikroorganisme dalam reaktor akan tetap mendapatkan makanan dari zat organik yang terkandung dalam air limbah tersebut. Proses aklimatisasi dengan penambahan larutan glukosa ini dilakukan pada hari ke-37 sampai dengan hari ke 67.

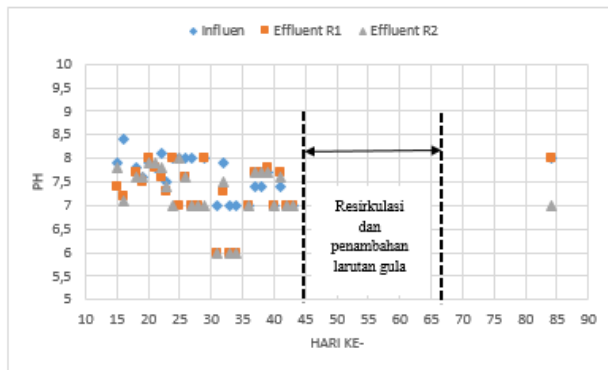
Pada masa aklimatisasi ketiga setelah libur lebaran, dilakukan pengujian terhadap kinerja reaktor namun dengan limbah yang diambil dari IPAL komunal langsung. Hasil yang didapatkan diawal pengujian ini adalah nilai COD yang justru meningkat dibandingkan dengan inletnya. Penurunan kinerja mikroorganisme dapat disebabkan karena adanya substrat organik dengan kadar tinggi sehingga akan berdampak pada peningkatan COD dan penurunan pH pada effluent (Molette, Y, Coudert, & Leyris, 1994). Adanya kenaikan substrat akibat penambahan glukosa akan menurunkan laju pertumbuhan mikroorganisme sehingga dapat menyebabkan penurunan kadar MLSS yang disertai dengan adanya peningkatan kadar COD (Olafaeahan & A., 2009).

Dengan hasil pengujian effluent yang masih buruk sampai dengan hari ke-77, maka pada hari ke-78 reaktor dibersihkan dengan merendam batu andesit pada air limbah IPAL sampai tiga kali pengantian air, kemudian dinding-dinding reaktor dibersihkan menggunakan air bersih dan dilakukan penggantian selang. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa glukosa yang terdapat pada batu maupun dinding reaktor sehingga diharapkan mikroorganisme dapat tumbuh dengan baik dan kadar COD pada effluen dapat berkurang.

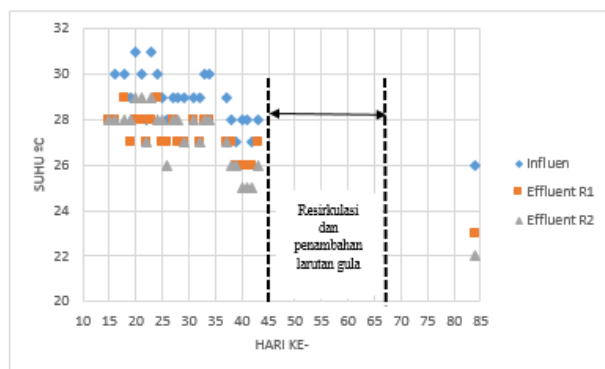
Pada aklimatisasi hari ke-79 atau setelah dilakukan pembersihan reaktor, kadar COD pada effluen reaktor sudah mulai menurun dan terdapat penyisihan kadar COD effluen, namun

masih sangat kecil nilainya. Hari ke-80 sampai ke-83, reaktor sudah mampu menyisihkan kadar COD hingga > 10%.

Selain pengujian COD, pada saat aklimatisasi ini dilakukan pengukuran terhadap pH dan suhu. pH yang dihasilkan oleh reaktor selalu mendekati 7. Kenaikan dan penurunan pH juga dipengaruhi oleh reaksi hidrolisis ion karbonat dan reaksi pembentukan magnesium hidroksida. Jika laju reaksi lebih dominan dari reaksi hidrolisis ion karbonat dan reaksi pembentukan magnesium hidroksida maka pH akan turun. Begitupun sebaliknya jika reaksi hidrolisis ion karbonat dan reaksi pembentukan magnesium hidroksida lebih dominan dari reaksi pH akan naik (Sumijanto, 2003). Sedangkan suhu atau temperatur, dapat dipengaruhi oleh aliran air yang mengalir pada reaktor. Kenaikan suhu dapat meningkatkan koefisien transfer gas yang akan mempengaruhi tingkat difusi, tegangan permukaan dan kekentalan air (Bennefield & Randall, 1980).



Gambar 3.3 Data pH Aklimatisasi

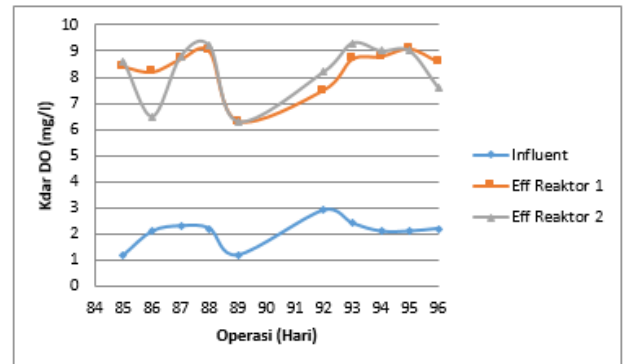


Gambar 3.4 Data Suhu Aklimatisasi

3.3 Kualitas Hasil Olahan

Dari hasil penelitian kualitas secara keseluruhan, nilai influen reaktor yang berasal dari air hasil olahan IPAL komunal Mendirol, tidak memenuhi baku mutu. Hal ini bisa saja disebabkan oleh kondisi IPAL yang sudah kurang baik sehingga air olahan IPAL masih belum cukup baik. Untuk itu dilakukan penelitian menggunakan pengolahan lanjutan pada *tray bioreactor* ini untuk memperbaiki kualitas air olahan IPAL tersebut.

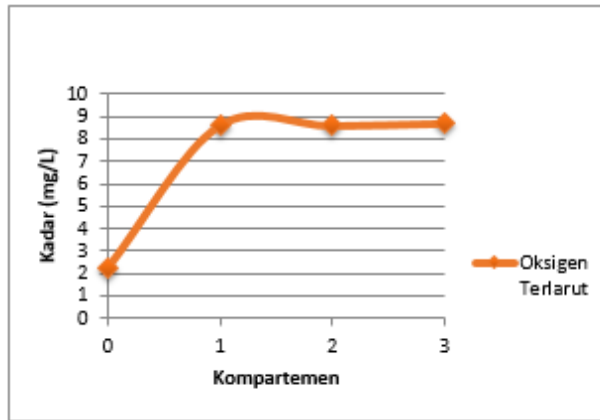
3.3.1 Konsentrasi Oksigen Terlarut



Gambar 3.5 Kadar DO

Konsentrasi DO diamati selama proses pengoperasian reaktor. Pada 10 hari proses pengoperasian reaktor, rata-rata nilai DO influen yakni sebesar 2,07 mg/L. dengan DO terendah sebesar 1,2 mg/L dan tertinggi sebesar 2,9 mg/L. Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa kedua reaktor mampu meningkatkan nilai DO sampai dengan 9 mg/L. Peningkatan nilai DO ini terjadi karena adanya kontak udara pada proses tray aerasi, yang menandakan terjadi proses transfer gas secara difusi antara udara dengan air. Nilai oksigen terlarut yang dihasilkan oleh tray aerator tinggi dikarenakan luas permukaan yang dihasilkan oleh gelembung air pada tray aerator terhadap udara sekitar lebih besar (Luthfihani & P, 2015). Semakin rendahnya kadar oksigen yang terlarut dalam air

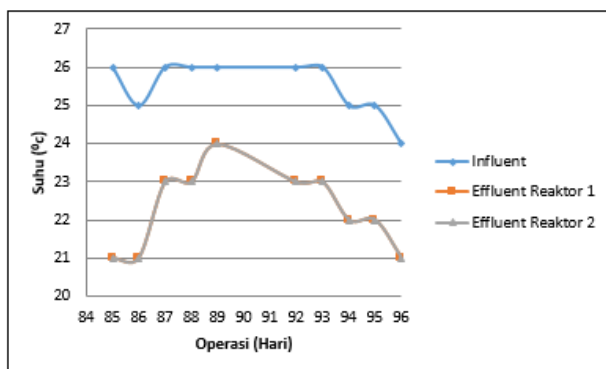
juga menandakan semakin tingginya bahan organik pada air tersebut



Gambar 3.6 Kadar DO Antar Kompartemen Reaktor 2

Penambahan oksigen terlarut pada reaktor terjadi pada kompartemen 1 yakni sebanyak 74,42%. Hal ini dapat terjadi karena pada kompartemen 1 terjadi 2 kali proses aerasi, yakni pada saat air masuk kedalam kompartemen 1 dan saat keuar dari kompartemen 1 terjadi kontak antara air limbah dengan udara.

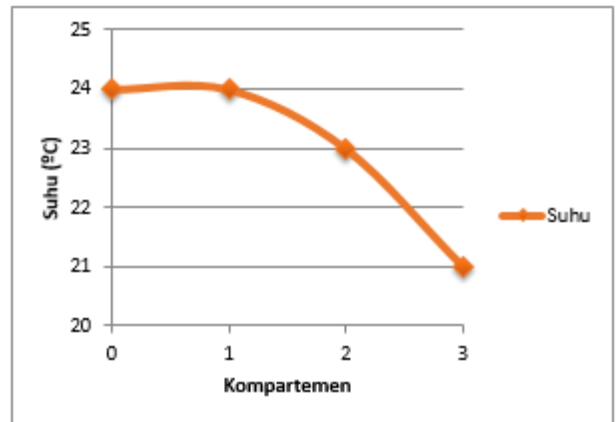
3.3.2 Suhu



Gambar 4.7 Nilai Suhu

Hasil pengujian terhadap suhu memperlihatkan bahwa nilai suhu tertinggi pada influen reaktor yakni sampai dengan 26°C. Setelah dilakukan aerasi dalam reaktor, ternyata kedua reaktor mampu menurunkan suhu yang hampir sama setiap harinya yakni sebesar 3°C tiap reaktor. Selain karena adanya proses aerasi,

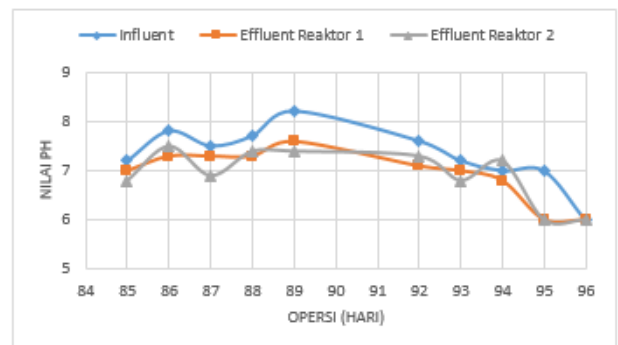
penurunan suhu ini juga dipengaruhi oleh suhu udara disekitar reaktor. Suhu juga berhubungan langsung dengan nilai DO, dimana jika suhu terlalu tinggi, maka nilai DO akan turun. Sebaliknya jika suhu rendah, maka nilai DO akan naik.



Gambar 3.8 Nilai Suhu Antar Kompartemen Reaktor 1

Nilai penurunan suhu antar kompartemen Reaktor 1 terjadi secara bertahap. Pada kompartemen 1 tidak terjadi penurunan suhu. Pada kompartemen 2 yakni terjadi penurunan 1°C kemudian dikompartemen ketiga terjadi penurunan sebesar 2°C.

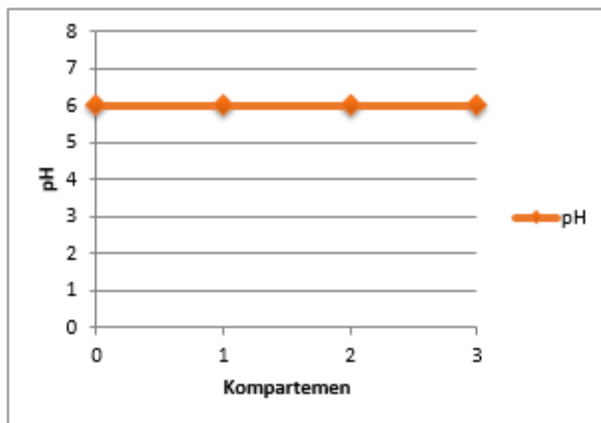
3.2.3 pH



Gambar 4.9 Nilai pH

Dari hasil penelitian, pH pada kedua reaktor cenderung menurun. Penurunan pH ini ternyata berkaitan erat dengan DO. Proses aerasi ternyata dapat meningkatkan atau menurunkan

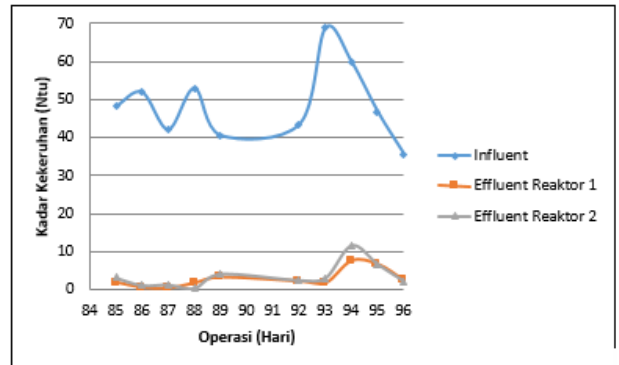
nilai pH. Peningkatan nilai pH terjadi karena kCO_2 yang menurun akibat proses aerasi sehingga menyebabkan peningkatan pH (basa) (Dojlido & Best, 1993). Namun, dekomposisi bahan organik secara aerob memerlukan DO dalam prosesnya yang mana nantinya akan menghasilkan CO_2 . Semakin banyak DO yang digunakan dalam mendekomposisi bahan organik, maka semakin banyak pula CO_2 yang dihasilkan, banyaknya CO_2 ini dapat menurunkan nilai pH kembali yang sebelumnya telah naik (Effendi, 2003). Namun, nilai pH yang dihasilkan oleh kedua reaktor masih mampu untuk hidup mikroorganisme aerob yakni berkisar pH 6 – 8, 5.



Gambar 3.10 Nilai pH Antar Kompartemen Reaktor 1

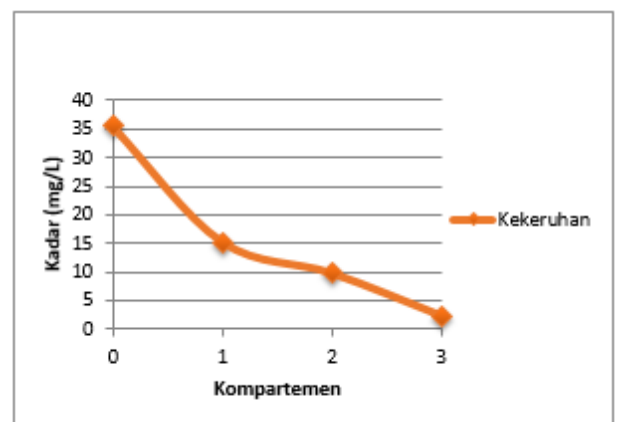
Reaktor ini ternyata belum mampu menaik atau menurunkan pH. Hal ini terlihat dari pengujian pH yang dilakukan antar kompartemen, nilai pH ternyata tetap dan tidak terjadi fluktuasi.

3.3.4 Kekeruhan



Gambar 4.11 Konsentrasi Kekeruhan

Dari hasil penelitian, kedua reaktor sangat baik dalam mengurangi tingkat kekeruhan pada air limbah yakni hingga mencapai 85% pada HRT 4 jam. Mungkin saja apabila HRT diturunkan menjadi 5 atau 6 jam, kekeruhan yang dihasilkan jauh lebih baik karena variasi debit berpengaruh pada efisiensi penurunan kekeruhan (Fitri, Samudro, & Sumiyati, 2013). Dengan kecepatan filtrasi yang rendah, partikel-partikel yang ada pada air limbah akan tertahan pada media filter secara gravitasi (Mahvi, Nasheri, & K, 2001). Sehingga air limbah yang masuk dapat di filter pada rongga-rongga media secara sempurna dan menghasilkan air dengan kekeruhan yang rendah. Kekeruhan akan berdampak negatif pada penurunan nilai DO, sehingga nantinya akan sulit melakukan biodegradasi (Sawyer & McCarty, 1985).



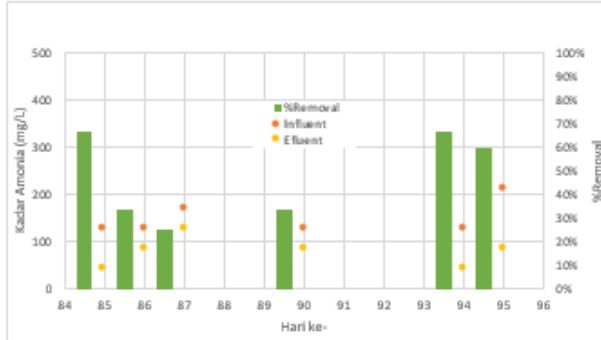
Gambar 3.13 Konsentrasi Kekeruhan Antar Kompartemen Reaktor 1

Reaktor sudah mampu mengurangi tingkat kekeruhan, mulai dari awal masuk ke kompartemen 1. Persen penyisihannya masing-masing sebesar 57%, 35,9% dan 76,2%. Influen tiap kompartemen diambil dari kompartemen sebelumnya. Sehingga dapat diketahui kompartemen yang paling optimal dalam menyisihkan tingkat kekeruhan yakni kompartemen ke-3.

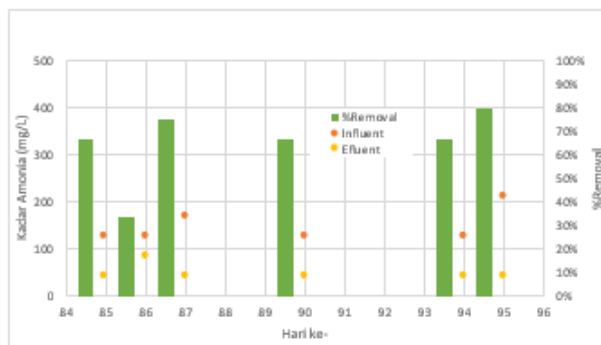
3.4 Performa Reaktor

Tahap pengoperasian reaktor dilakukan setelah reaktor mengalami kestabilan dalam menyisihkan kadar COD pada saat tahap aklimatisasi. Pada tahapan ini, akan diuji kemampuan *tray bioreactor* dalam menyisihkan BOD dan amonia dengan HRT air limbah 4 jam. Pegujian dilakukan dengan menguji influen dan effluen reaktor serta effluen tiap kompartemen pada reaktor

3.4.1 BOD



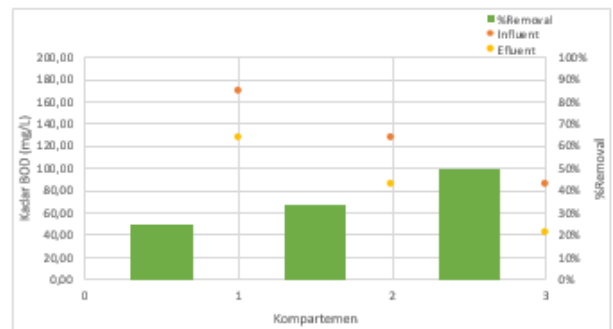
Gambar 3.15 Konsentrasi BOD Reaktor 1



Gambar 4.16 Konsentrasi BOD Reaktor 2

Pada grafik pengujian nilai BOD terlihat banyaknya data hanya 5 hari. Hal ini terjadi karena keterbatasan botol winkler yang ada. Dari hasil pengujian juga didapatkan data yang fluktuatif. Perubahan BOD (BOD turun) terjadi karena proses dekomposisi bahan organik (substrat) yang terkandung dalam air limbah domestik berlangsung secara terus menerus baik proses aerobik maupun anaerobik. Adanya kolam aerasi turut berperan dalam memenuhi oksigen terlarut pada IPAL sehingga dapat mengurangi BOD (Romayanto, Wiryanto, & Sajidan, 2006).

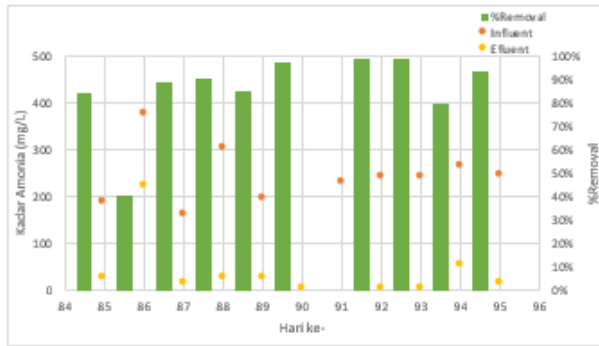
Menurut (Susilo & Sumiharmi, 2009), Kadar BOD yang terdapat dalam air dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jenis air, suhu air, derajat keasaman (pH) dan kondisi air. Selain itu adanya kesalahan atau ketidakteelitian dalam proses titrasi juga dapat mempengaruhi hasil BOD. Ketidakstabilan yang terjadi pada kedua reaktor ini bisa saja terjadi akibat faktor-faktor tersebut. Namun, bisa juga disebabkan oleh reaktor yang masih belum stabil dalam menyisihkan BOD. Penyisihan kadar BOD pada reaktor satu terjadi hingga 67% sedangkan pada reaktor dua terjadi penyisihan hingga 80%.



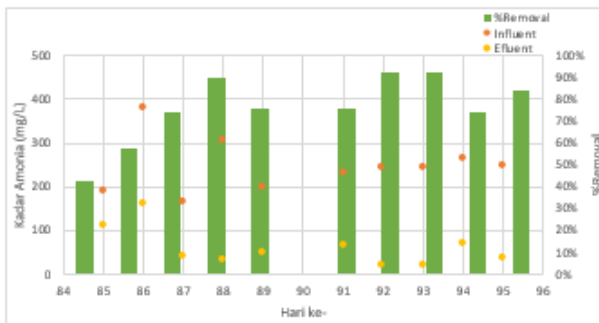
Gambar 3.17 Kadar BOD Pada Tiap Kompartemen Reaktor 1

Pada masing-masing kompartemen, terjadi penurunan BOD. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi BOD pada tiap kompartemen terjadi secara bertahap

3.4.2 Amonia

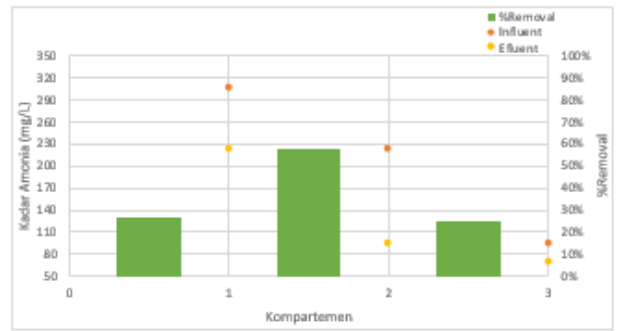


Gambar 3.18 Kadar Amonia Reaktor 1



Gambar 3.19 Kadar Amonia Reaktor 2

Dilihat dari grafik yang terbentuk selama 10 hari penelitian menunjukkan, kadar amonia yang sangat tinggi terutama pada influen reaktor. Hal ini menunjukkan bahwa, apabila air influen yang berasal dari IPAL komunal langsung dibuang ke badan air, maka nantinya dapat mencemari lingkungan. Bahkan setelah dilakukan pengolahan di reaktor, effluent reaktor yang dihasilkan masih belum memenuhi baku mutu, padahal efisiensi penyisihan amonia yang dilakukan oleh kedua reaktor pun sudah mencapai 98%. Hal ini bisa saja terjadi karena kadar amonia influen yang terlalu tinggi sehingga sulit untuk menyisihkan kadar amonia sesuai dengan baku mutu atau dapat juga disebabkan oleh kurang optimalnya proses aerasi pada reaktor sehingga tidak dapat mereduksi kandungan ammonia dalam air melalui proses nitrifikasi.



Gambar 3.20 Penyisihan Amonia Pada Pengujian Kompartemen Reaktor 1

Pengujian tiap kompartemen pada salah satu reaktor yakni reaktor 1 bertujuan untuk mengetahui pada kompartemen beberapa reaktor ini dapat menyisihkan amonia secara optimum. Ternyata dari hasil penelitian dihasilkan bahwa pada kompartemen kedua lah yang mampu melakukan penyisihan secara optimum. Hal ini dapat saja terjadi karena konsentrasi tinggi NH_4 dan kurangnya konsentrasi bahan organik yang diperlukan, dalam bioreaktor tidak ada kondisi yang menguntungkan untuk pertumbuhan bakteri nitrifikasi, oleh karena itu, nitrifikasi amonium tidak terjadi dengan hasil yang diharapkan (Paweska, Bawiec, & Pulikowski, 2017).

3.5 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Reaktor

Ada banyak faktor yang mempengaruhi performa reaktor. Faktor-faktor inilah yang menghambat kinerja reaktor, diantaranya:

- Selang yang digunakan untuk mengalirkan influen air sangat mudah kotor. Hal ini berakibat pada aliran air yang akan melambat dengan sendirinya sehingga tidak sesuai dengan HRT dan media andesit berpotensi mengalami kekeringan.
- Karena kedua reaktor diletakkan di Lab Kualitas Air, FTSP, sehingga reaktor tidak dapat dikontrol aliran listriknya selama 24 jam penuh. Matinya aliran listrik ini berpengaruh langsung kepada matinya

pompa yang tentunya akan mengakibatkan keringnya media batu dan akan membuat bakteri yang menempel pada batu kekurangan asupan yang ada pada air limbah sehingga nantinya bakteri ini akan mati.

- c. Distribusi air yang kurang merata terjadi akibat air yang mengalir belum mampu mengenai seluruh media secara merata. Sehingga, batu andesit tidak teraliri secara merata. Selain itu, benang untuk media mengalirnya pada tiap kompartemen sering menggabung menjadi satu akibat terkena angin. Sehingga aliran air juga tidak merata.
- d. Larutan gula yang ditambahkan pada air limbah terlalu pekat dan reaktor saat itu dijalankan dengan sistem resirkulasi. Hal ini dapat menyebabkan matinya bakteri pada media batu akibat beban pengolahan yang terlalu tinggi hal ini dapat ditunjukkan dengan data hasil pengujian COD setelah penambahan gula ini yang bertambah pada effluen reaktor.

3.6 Perbandingan Hasil Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu

Dari hasil penelitian yang dilakukan, akan dibandingkan dengan dua penelitian sebelumnya yang menggunakan batu. Hal ini dilakukan untuk memperkuat argumen peneliti dalam menyelesaikan penelitiannya. Selain itu, penelitian terdahulu dapat dijadikan pertimbangan dan acuan peneliti karena menggunakan media dan variabel yang sama.

Persamaan pada penelitian yang dilakukan oleh (Edwin , Dewilda, & Alda, 2014), yaitu sama-sama menggunakan batu andesit sebagai media filter dan sama-sama melakukan pengujian terhadap BOD. Selain persamaan, penelitian ini tetap saja memiliki perbedaan. Perbedaan tersebut terletak pada bentuk batu andesit. Penelitian tersebut menggunakan pecahan batu andesit yang sudah berbentuk seperti pasir dan kerikil. Dari hasil penelitian

yang dilakukan, biosand filter tersebut mampu menghilangkan kadar BOD sebesar 75-87%.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Parwaningtyas, Sumiyati, & Sutrisno, 2012), menggunakan media batu andesit sebagai media campuran pada reaktor fito-biofilm dan melakukan pengujian terhadap amonia. Namun, dibantu oleh adanya tumbuhan teratai yang akarnya berfungsi untuk menyerap senyawa amonia. Dari hasil penelitian, fito-biofilm ini mampu menghilangkan kadar amonia sebesar 60,2% pada waktu tinggal 24 jam.

Dari perbandingan hasil penelitian dengan kedua penelitian sebelumnya, disimpulkan bahwa batu andesit dapat digunakan sebagai media terlekat pada proses biofilter dengan baik.

3.7 Aplikasi

Dari hasil penelitian jika dibandingkan dengan PermenLHK No.68 Tahun 2016 dan PP Tahun 2001 maka dapat disimpulkan bahwa nilai BOD dan Amonia masih berada diatas baku mutu. Namun, hasil DO dan pH telah memenuhi baku mutu bahkan berada dibawah baku mutu. Reaktor ini dapat digunakan pada IPAL Komunal untuk meningkatkan nilai DO dan menghilangkan kadar Amonia. Walaupun kadar amonia hasil pengujian masih tinggi, namun penyisihan yang dilakukan oleh reaktor sudah sampai 98%. Hal ini menunjukkan bahwa reaktor sudah mampu menghilangkan amonia dengan baik hanya saja kadar amonia dalam influen limbah yang masih terlalu tinggi. Untuk pengaplikasian reaktor ini dalam menghilangkan BOD mungkin harus ditambah kompartemen atau ditinggikan jarak antar kompartemen agar BOD dapat terdegradasi secara sempurna.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Reaktor ini baik digunakan sebagai *post treatment* pada IPAL komunal karena dapat digunakan untuk mengurangi kadar BOD dan amonia dalam air limbah.
2. Faktor yang dapat mempengaruhi kinerja reaktor yakni:
 - a. Selang yang kotor
 - b. Matinya pompa karena aliran listrik yang terputus
 - c. Distribusi air yang kurang merata
 - d. Penambahan larutan gula yang terlalu pekat

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini agar penelitian selanjutnya tentang *tray bioreactor* dapat berjalan dengan baik yakni:

1. *Tray bioreactor* ini baik digunakan sebagai *post treatment* pada IPAL komunal terutama dalam menghilangkan kadar amonia.
2. Sebaiknya dilakukan modifikasi untuk menambah performa reaktor dalam menghilangkan kadar BOD. Salah satunya dengan menambah kompartemen atau dengan meninggikan reaktor. Sehingga antar kompartemen berjarak lebih jauh dan proses aerasi berjalan dengan lebih baik.
3. Penyusunan batu andesit yang lebih merata dan agar tidak terbentuk rongga yang terlalu besar sehingga biofilm dapat hidup secara merata pada reaktor.
4. Penggantian selang secara rutin agar tidak terjadi hambatan pada air yang dipompa.
5. harus selalu memastikan pompa dalam kondisi baik

5. DAFTAR PUSTAKA

Aidah, N., Nurjazuli, & Nurulita, U. (2009). **Efektivitas Batu Bata Sebagai Media Filter Dalam menurunkan Kekeruhan dan Jumlah Mikroba Pada Limbah**

Tahu. Universitas Muhammadiyah Semarang.

Bennefield, L. D., & Randall, C. W. (1980). **Process Design For Wastewater Treatment.** Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, NJ 07632.

Dojlido, J. R., & Best, G. A. (1993). **Chemistry of Water and Water Pollution.** United Kingdom: Ellis Holiwood Limited.

Edwin , T., Dewilda, Y., & Alda, A. A. (2014). **Kinerja Biosand Filter Berbahan Dasar Batuan Andesit Dalam Menurunkan Konsentrasi BOD dan COD Pada Air Tanah Dangkal.** Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas, 11, 59-66.

Effendi. (2003). **Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.** Yogyakarta: Kanisius.

Faisal, F., Machdar, I., Muhammad, S., Onodera, T., Syutsubo, K., & Ohashi, A. (2017). **Unjuk Kerja Down-Flow Hanging Sponge (DHS) Bioreaktor sebagai Secondary Treatment untuk Pengolahan Limbah Domestik.** Litbang Industri, 7(1).

Fitri, I. T., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2013). **Studi Penurunan Parameter TSS dan Turbidity Dalam Air Limbah Domestik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertical Roughing Filter dan Horizontal Roughing Filter.** UNDIP.

Lestari, R. P. (2011). **Pengujian Kualitas Air Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Mojosongo Kota Surakarta.** Universitas Sebelas Maret.

Luthfihani, A., & P, A. (2015). **Analisis Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan menggunakan Tray Aerator dan**

- Diffuser Aerator.** Jurnal Teknik - ITS, 4(1).
- Mahvi, A. H., Nasheri, M. A., & K, A. K. (2001). **Performance Of A Direct Horizontal Roughing Filter System In Treatment Of Highly Turbid Water.** Dept. of Environmental Health Engineering, School of Public Health Center for Environmental Research, Teheran University.
- Molette, R., Y, E., Coudert, J. P., & Leyris, J. P. (1994). **On-line Automatic Control System For Monitoring An Anaerobic Fluidized Bed Reactor: Response To Organic Overload.** Water Science and Technology, 12, 11-20.
- Nurjanah, S., Zaman, B., & Syakur, A. (2017). **Penyisihan BOD dan COD Limbah Cair Industri Karet Dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma Dielectric Barrier Discharge (DBD).** JTL - Universitas Diponegoro, 6.
- Olafaeahan, O. A., & A., T. A. (2009). **Modelling and Simulation of Methanogenic Phase of an.** Engineering Research, 13, 1-16.
- Parwaningtyas, E., Sumiyati, S., & Sutrisno, E. (2012). **Efisiensi Teknologi Fito-Biofilm dalam Penurunan Kadar Nitrogen dan Fosfat Pada Limbah Domestik Dengan Agen Fitotreatment Teratai dan Media Biofilter Bio-Ball.** Teknik Lingkungan - UNDIP.
- Paweska, K., Bawiec, A., & Pulikowski, K. (2017). **Wastewater Treatment In Submerged Aerated Biofilter Under Condition Of High Ammonium Concentration.** Ecological Chemistry Engineering, 24, 431-442.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia NO. 82. (2001). **Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air .**
- PERMENLHK, N. 6. (2016). **Baku Mutu Limbah Domestik.** Republik Indonesia.
- Romayanto, M. E., Wiryanto, & Sajidan. (2006). **Pengolahan Limbah Domestik Dengan Aerasi dan Penambahan Bakteri Pseudomonas Putida.** Bioteknologi, 42-49.
- Said, N. I. (2008). **Pengelolaan Air Limbah Domestik Di DKI Jakarta.** Jakarta: PTL-BPPT.
- Sawyer, C. N., & McCarty, P. L. (1985). **Chemistry For Environmental Engineering (third ed.).** Singapore: McGraw-Hill.
- Sumijanto. (2003). **Analisis Kenaikan pH Air Pendingin Sekunder Reaktor Serbaguna G.A Suwabessy.** P3TM-BATAN Yogyakarta, 52-56.
- Susilo, G. E., & Sumiharmi. (2009). **Pengolahan Air Berkualitas Rendah Menjadi Air Domestik Non Konsumsi.** Lampung.
- Sutrisno, T. (2006). **Teknologi Penyediaan Air Bersih.** Jakarta: Rineka Cipta.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). **Wastewater Engineering (Fourth ed.).** New York: Metcalf & Eddy, Inc.