

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kinerja Reaktor

Pada saat proses pengujian reaktor ditempatkan dilokasi terbuka dengan tujuan untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman dan akar. Akar pada tanaman berfungsi untuk menyerap polutan yang ada pada air limbah, sehingga dapat menurunkan konsentrasi pencemar anorganik, organik dan minyak pada air limbah. Selain itu juga agar sinar matahari yang masuk ke dalam tanaman tercukupi. Sinar matahari berfungsi sebagai bahan untuk melakukan fotosintesis bagi tanaman agar daun dan akar tanaman dapat tumbuh.

Pada titik 1 yang merupakan *Floating Wetland* penggunaan *Vetiveria Zizanioides* dan bakteri mampu mendegradasi polutan anorganik seperti Fe hingga 36%, Pb hingga 87%, dan TSS hingga 70%. Sedangkan untuk polutan organik seperti BOD dapat terdegradasi hingga 60%, COD hingga 41% dan ammonia sebesar 95%. Namun untuk pencemar minyak seperti TPH terdegradasi hingga 61%, *Oil Grease* sebesar 49% dan *Oil Content* sebesar 37%.

Pada titik 2 yang merupakan *Constructed Wetland* dengan menggunakan *Vetiveria zizanioides* dan bakteri mampu mendegradasi polutan anorganik seperti Fe hingga 66%, Pb hingga 90%, dan TSS hingga 57%. Sedangkan untuk polutan organik seperti BOD dapat terdegradasi, COD hingga 50% dan ammonia sebesar 89%. Namun untuk pencemar minyak seperti TPH terdegradasi hingga 71%, *Oil Grease* sebesar 71% dan *Oil Content* sebesar 70%.

Untuk titik 3 yang juga merupakan *Constructed Wetland* dengan menggunakan *Vetiveria zizanioides* dan bakteri mampu mendegradasi polutan anorganik seperti Fe hingga 67%, Pb hingga 96%, dan TSS hingga 72%. Sedangkan untuk polutan organik seperti BOD dapat terdegradasi hingga 50%, COD hingga 65% dan amonia sebesar 83%. Namun untuk pencemar minyak seperti TPH terdegradasi hingga 99%, *Oil Grease* sebesar 98% dan *Oil Content* sebesar 94%.

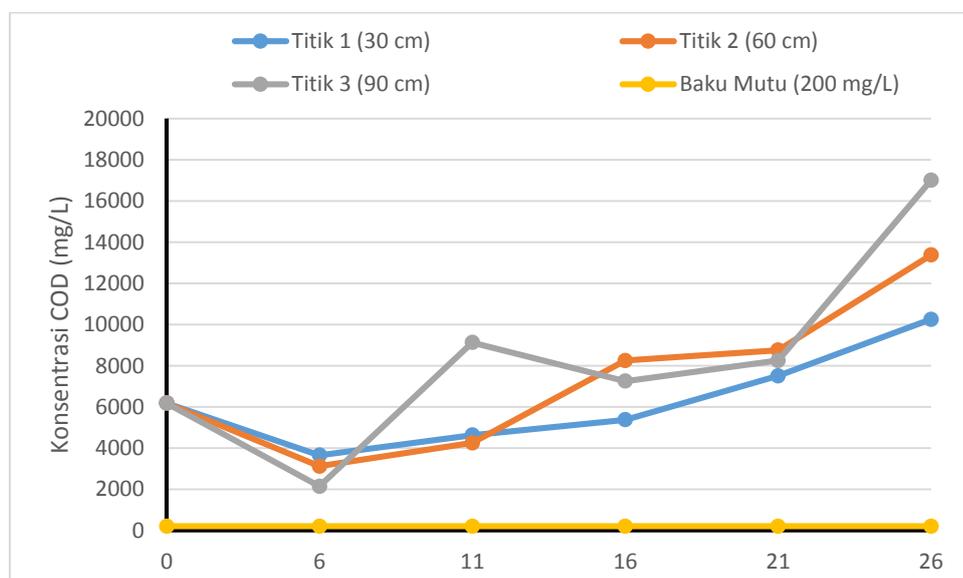
Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh KADLEC (2003) menjelaskan bahwa jumlah tanaman, waktu kontak dan panjang reaktor sangat menentukan untuk mendegradasi pencemar pada air limbah. Semakin banyak jumlah tanaman maka semakin besar kemungkinan degradasi polutan. Begitu pula dengan waktu kontak, semakin lama waktu kontak tanaman dengan limbah, maka semakin besar juga terjadi pendegradasian.

## 4.2 Analisis Paramter Uji

Pengujian COD, BOD dan Ammonia pada air limbah dilakukan pada outlet IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah). Untuk pengujian dalam penelitian ini kami mengacu Standar Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No. 7 Tahun 2010.

### 4.2.1 Chemical Oxygen Demand (COD)

Dalam proses pengujian parameter COD dengan menggunakan tanaman dan bakteri selama 30 hari, didapatkan data seperti grafik dibawah ini :



**Gambar 4.2.1** Grafik Pengujian COD Pada Reaktor *Continuous Wetland* Menggunakan Tanaman *Vetivera zizaniodes* dan Bakteri *Pseudomonas sp* Selama 30 Hari Pengujian

Keterangan = Titik 1 : (*Floating Wetland*) jarak dari influen 30 cm, Titik 2 : (*Constructed Wetland 1*) dari influen 60 cm, Titik 3 : (*Constructed Wetland 2*) dari influen 90 cm.

Dari data diatas dapat dilihat dari hasil pengujian pada titik 1 (*Floating treatment*) sampling hari ke-0 hingga hari ke-6 mengalami penurunan dalam konsentrasi disemua titik sampling dari 6175 mg/L hingga 3650 mg/L. Hal ini dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman dan bakteri. Penyerapan akar tanaman membantu penguraian yang dilakukan oleh bakteri. Penjelasan ini didukung oleh jurnal penelitian Setriarini D. W dan Mangkoedihardjo S (2013) bahwa bakteri yang ada di akar tanaman dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah, sehingga kadar COD semakin menurun. Untuk hari ke-11 hingga 26 mengalami kenaikan pada kadar konsentrasi yaitu 4625 mg/L hingga 10250 mg/L. Dalam proses pengujian, dilakukan penambahan limbah pada influen setiap 6 hari sekali, kenaikan terhadap konsentrasi ini dapat dipengaruhi oleh penambahan limbah sehingga konsentrasi COD meningkat. Selain itu, kondisi bakteri yang berkembang biak sehingga memicu kompetisi dan mengakibatkan pendegradasian untuk parameter COD menjadi berkurang, hal ini diperkuat dari penelitian yang sudah pernah dilakukan Miwada, dkk (2006).

Untuk pengujian titik kedua (*Constructed Treatment 1*) hari pengujian ke-6 hingga 11 mengalami penurunan yaitu 6175 mg/L hingga 3113 mg/L. Penurunan ini dapat dipengaruhi karena adanya pendegradasian akar tanaman dan bakteri, selain itu hasil penelitian Darajeh et al (2016) bahwa kombinasi mekanisme fisik dan mikroba pada limbah dengan memanfaatkan *Vetiver* dapat menurunkan COD. Hal ini disebabkan oleh mekanisme filtrasi oleh akar sehingga padatan yang terjebak dalam akar memungkinkan untuk mengalami biodegradasi bahan organik dengan lebih baik. Untuk penelitian ini, hari ke-11 hingga 26 mengalami peningkatan yaitu 3113 mg/L hingga 13375 mg/L, faktor yang dapat mempengaruhi kinerja bakteri dalam mengurai seperti kondisi pH didalam air. Semakin netral kondisi pH maka bakteri akan mengurai lebih optimal Khoiroh (2014). Penambahan air limbah juga dapat mempengaruhi kenaikan konsentrasi.

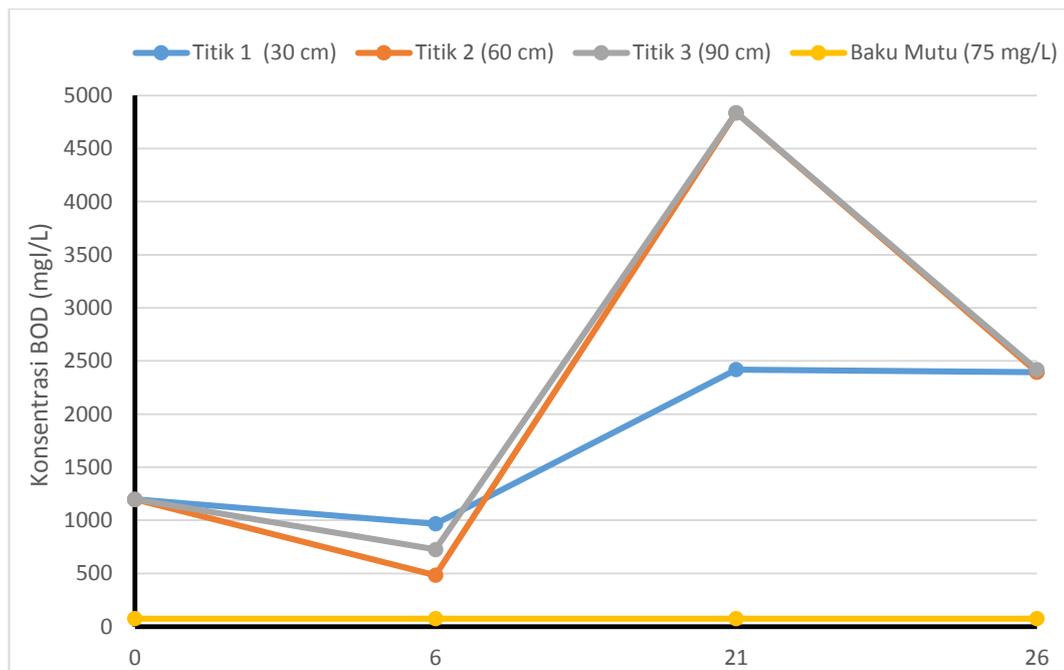
Pada pengujian titik ketiga (*Constructed Treatment 2*) sampling hari ke 0-6 mengalami penurunan konsentrasi yaitu 6175 mg/L hingga 2138 mg/L, penurunan ini dapat dipengaruhi karena adanya pendegradasian akar tanaman dan bakteri, selain itu hasil penelitian Darajah et al (2016) bahwa kombinasi mekanisme fisik dan mikroba pada limbah dengan memanfaatkan *Vetiver* dapat menurunkan COD. Untuk hari ke-11 hingga 26 mengalami kenaikan pada kadar konsentrasi COD yaitu dari 2138 mg/L menjadi 17000 mg/L. Hal ini dikarenakan berpengaruh oleh kondisi bakteri yang sudah jenuh sehingga mengakibatkan penyerapan yang dilakukan akar tanaman tidak terlalu baik, jumlah populasi mikroba yang meningkat dapat memicu kompetisi antar mikroorganisme dan kondisi ini dapat dipengaruhi juga dengan waktu tinggal bakteri yang ada pada akar tanaman Miwada, dkk (2006). Selain dipengaruhi oleh kondisi bakteri, penambahan limbah setiap 6 hari sekali pada influen dapat membuat beban pencemar bertambah sehingga kadar COD kembali meningkat.

Hasil pengujian yang didapatkan, untuk titik 1 (*Floating*) mengalami pendegradasian lebih baik dari titik 2 & 3 (*Constructed*), berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ristianingsih (2018) sistem *floating* mampu mendegradasi polutan mencapai nilai baku mutu. Menurut penelitian Margowati (2016) untuk sistem *Constructed* dalam menurunkan kadar COD pada air limbah dengan menggunakan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) mendapatkan hasil yang tinggi dan tidak mencapai nilai baku mutu.

Dari hasil data yang didapat pada pengujian untuk semua sampling tidak memenuhi Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No.7 Tahun 2016 dengan nilai COD yang diperbolehkan yaitu 200 mg/L. Kadar COD tertinggi ada pada sampling hari ke-26 pada sampel *floating* 17000 mg/L. Tingginya data COD yang didapat menunjukkan bahwa jumlah bahan organik yang banyak sehingga air limbah tersebut tidak dapat langsung dibuat ke lingkungan tanpa ada pengolahan sebelumnya.

#### 4.2.2 Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Dalam proses pengujian parameter BOD dengan menggunakan rumput *Vetivera zizaniodes* dan bakteri selama 30 hari, didapatkan data seperti grafik dibawah ini :



**Gambar 4.2.2** Grafik Pengujian BOD Pada Reaktor *Continuous Wetland* Menggunakan Tanaman *Vetivera zizaniodes* dan Bakteri *Pseudomonas sp* Selama 30 Hari Pengujian

Keterangan = Titik 1 : (*Floating wetland* jarak dari influen 30 cm, Titik 2 : (*Constructed wetland* 1) dari influen 60 cm, Titik 3 : (*Constructed wetland* 2) dari influen 90 cm.

Pada data diatas dapat dilihat kadar BOD pada sampel titik 1 (*Floating treatment*) pada hari-0, 6 dan 26 mengalami penurunan konsentrasi dari 1198 mg/L hingga 968 mg/L . Penurunan pada setiap sampel tersebut dikarenakan adanya pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman dan bakteri yang terserap dari akar tanaman. Kandungan oksigen terlarut dalam air yang masih rendah, hal tersebut dikarenakan jumlah oksigen yang terlarut digunakan tanaman beradaptasi dan mikroorganisme yang tinggal di akar tanaman untuk mereduksi bahan organik sehingga belum menunjukkan hasil penurunan yang signifikan Munawaroh (2016). Kenaikan konsentrasi pada hari ke-21 yaitu 968 mg/L hingga 2419 mg/L

dikarenakan adanya faktor penambahan air limbah pada influen setiap 6 hari sekali sehingga konsentrasi BOD mengalami kenaikan.

Untuk pengujian sampel titik 2 (*constructed treatment*) pada hari ke-0, 6 dan 26 mengalami penurunan yaitu 1198 mg/L hingga 484 mg/L. Tanaman air seperti eceng gondok, selada air dan *Vetiver* merupakan tanaman yang telah digunakan untuk menghilangkan berbagai polutan meliputi BOD, logam berat, TSS, COD, padatan terlarut, penghilangan nitrogen dan fosfor. Selain faktor dari tanaman, bakteri dan penurunan pH juga dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi, hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Gupta et al (2012). Kenaikan konsentrasi pada hari ke-21 yaitu 484 mg/L hingga 4838 mg/L, kenaikan terjadi karena adanya penambahan air limbah setiap 6 hari sekali selama proses pengujian sehingga pada hari ke-18 konsentrasi mengalami kenaikan.

Pengujian titik 3 (*constructed treatment 2*) mengalami penurunan pada hari ke-0,6 dan 26 yaitu 1198 mg/L hingga 726 mg/L, penurunan terjadi karena adanya pendegradasian dari bakteri dan akar rumput serta faktor kondisi pH. Kenaikan pada hari ke-21 yaitu 4838 mg/L dikarenakan faktor penambahan air limbah setiap 6 hari sekali pada influen sehingga mengakibatkan kenaikan konsentrasi BOD. Selain itu, kondisi bakteri yang berkembang biak sehingga memicu kompetisi dan penyerapan menjadi berkurang, cahaya matahari dan difusi oksigen dari atmosfer ke kolom air terhalang oleh *styrefoam* yang digunakan sebagai pengapungan pot tanaman di air juga dapat mengakibatkan kenaikan konsentrasi. Pernyataan tersebut sesuai dengan Boonsong dan Monchai (2008) menyebutkan bahwa DO tinggi ketika tidak ada yang menghalangi cahaya matahari dan udara masuk ke kolom air. Selain itu, nilai DO dipengaruhi oleh jumlah tanaman. Semakin banyak tanaman, nilai DO yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini terjadi karena pada akar tanaman terdapat berbagai mikroorganisme yang menggunakan oksigen untuk mendegradasi bahan organik Omokeyeke et al (2013).

Hasil pengujian yang didapatkan, untuk titik 1 (*floating*) mengalami pendegradasian lebih baik dari titik 2 & 3 (*constructed*), berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ristianingsih (2018) sistem *floating* mampu mendegradasi

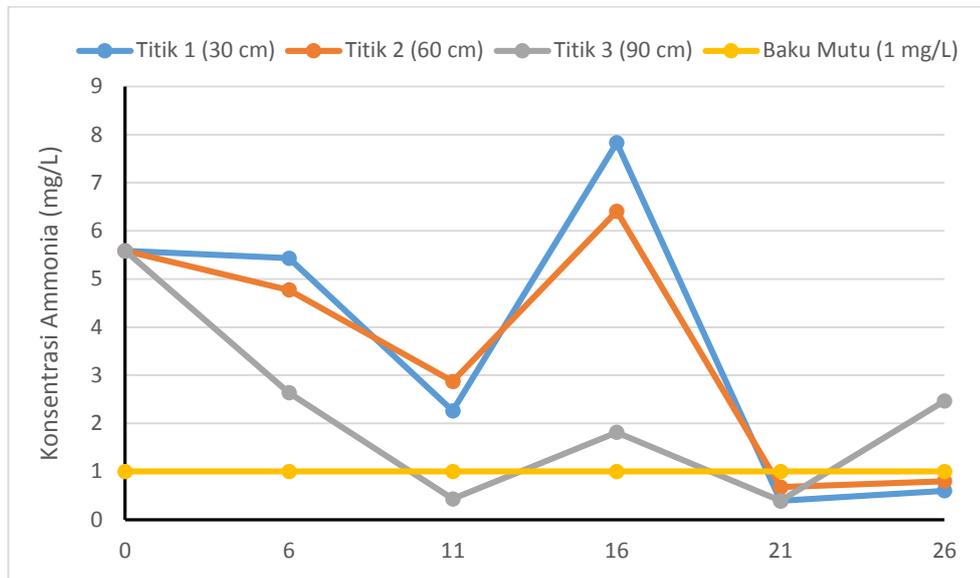
polutan sehingga dapat mencapai nilai baku mutu. Menurut penelitian Muhajir (2013) untuk sistem *constructed* dalam menurunkan kadar BOD dengan menggunakan tanaman cattail (*Typha Angustifolia*) mendapatkan hasil yang tinggi dan melebihi dari nilai baku mutu.

Pada data diatas dapat dilihat kadar BOD pada sampel *Floating*, *Constructed 1* dan *Constructed 2* mengalami kenaikan pada hari sampling ke-6 hingga hari ke-21 dari (484 mg/L hingga 4838 mg/L), sedangkan data pada sampling ke-11 dan ke-16 hanya mendapatkan hasil pada DO0 dan untuk DO5 tidak mendapatkan hasil. Hal ini dikarenakan pengenceran yang dilakukan pada sampling ke-11 dan 16 masih terlalu pekat, air sampel yang seharusnya berwarna kuning muda sebelum dilakukan titrasi menjadi bening (tidak berwarna). Kesalahan dari data yang tidak didapatkan dapat disimpulkan dipengaruhi dari pengenceran dalam pengujian atau kesalahan penguji dalam menambahkan larutan kimia selama pengujian.

Dari hasil pengujian BOD diatas apabila dicocokkan berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Pergub DIY No.7 Tahun 2010 nilai maksimum dari parameter BOD yaitu sebesar 75 mg/L. Hasil pengujian pada semua sampling tidak sesuai dengan Baku Mutu Pergub DIY No.7 Tahun 2010, sedangkan kadar BOD tertinggi yang didapatkan dalam penelitian ini sebesar 4838 mg/L.

#### **4.2.3 Ammonia**

Untuk proses pengujian ammonia parameter Ammonia dengan menggunakan rumput *vetivera zizaniodes* dan bakteri selama 30 hari, didapatkan data seperti grafik dibawah ini .:



**Gambar 4.2.3** Grafik Pengujian Ammonia Pada Reaktor *Continuous Wetland* Menggunakan Tanaman *Vetivera zizaniodes* dan Bakteri *Pseudomonas sp* Selama 30 Hari Pengujian

Keterangan = Titik 1 : (*Floating wetland*) jarak dari influen 30 cm, Titik 2 : (*Constructed Wetland 1*) dari influen 60 cm, Titik 3 : (*Constructed Treatment 2*) dari influen 90 cm.

Dari data di atas konsentrasi ammonia pada titik 1 (*floating treatment*) menunjukkan penurunan, terlihat pada grafik dan tabel diatas. Penurunan terjadi pada titik sampling ke-0, 6, 11, dan 21 dari 5584 mg/L hingga 0.390 mg/L. Faktor waktu kontak dan bakteri menjadi salah satu penyebab turunnya konsentrasi ammonia pada reaktor. Kenaikan konsentrasi ammonia terjadi pada hari ke-16 dan 26 sebesar 7.830 mg/L Hal ini disebabkan oleh pengaruh penambahan air limbah ke dalam reaktor setiap 6 hari sekali selama proses pengujian sehingga meningkatkan beban pencemar. Kondisi bakteri yang berkembang biak menjadi faktor kenaikan konsentrasi di beberapa titik pengujian, jumlah populasi mikroba yang meningkat dapat menimbulkan kompetisi antar mikroorganisme. Akibat kompetisi tersebut kerjasama antar bakteri menjadi menurun Miwada, dkk (2006).

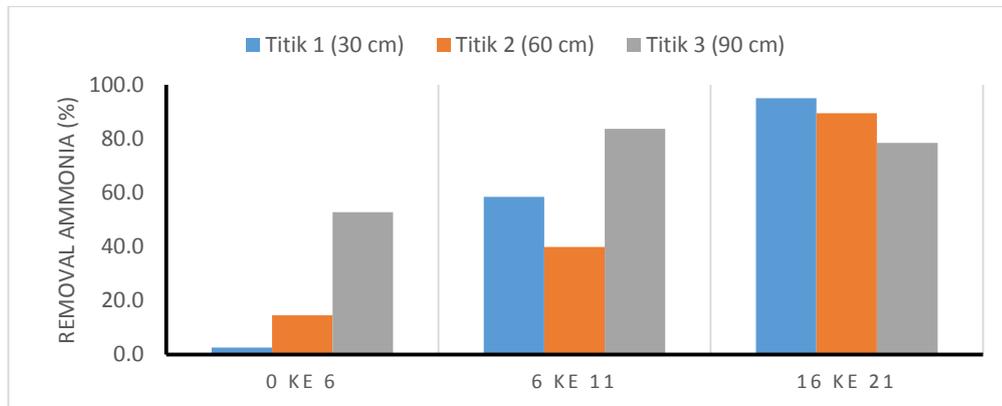
Untuk pengujian ammonia pada titik 2 (*constructed treatment*) menunjukkan penurunan, terlihat pada grafik dan tabel diatas. Penurunan terjadi pada titik sampling ke-0, 6, 11, dan 21 dari 5584 mg/L hingga 0.675 mg/L. Penelitian Nurtana

(2018) menjelaskan bahwa faktor waktu kontak dan bakteri menjadi salah satu penyebab turunnya konsentrasi ammonia pada reaktor dan penurunan yang terjadi karena faktor kontak antara limbah dengan tanaman yang diberi bakteri. Semakin lama dikontakkan akan semakin menurun kandungan ammonia. Kenaikan konsentrasi ammonia terjadi pada hari ke-21 sebesar 7.830 mg/L, hal ini disebabkan oleh pengaruhnya penambahan air limbah ke dalam reaktor setiap 6 hari sekali pada influen, penambahan dapat meningkatkan beban pencemar. Kondisi bakteri yang berkembang biak menjadi faktor yang berpengaruh dalam kenaikan konsentrasi di beberapa titik, jumlah populasi mikroba yang meningkat dapat menimbulkan kompetisi antar mikroorganisme. Akibat kompetisi tersebut kerjasama antar bakteri menjadi menurun Miwada, dkk (2006)

Pengujian ammonia pada titik 3 (*constructed treatment 2*) menunjukkan penurunan, terlihat pada grafik dan tabel diatas. Penurunan terjadi pada titik sampling ke-0, 6, 11, dan 21 dari 5584 mg/L hingga 0.390 mg/L. Faktor waktu kontak dan bakteri menjadi salah satu penyebab turunnya konsentrasi ammonia pada reaktor dan berdasarkan penelitian Nurtana (2018) penurunan yang terjadi karena faktor kontak antara limbah dengan tanaman yang diberi bakteri. Semakin lama dikontakkan akan semakin menurun kandungan ammonia. Pada hari ke-16 dan 26 mengalami kenaikan sebesar 2,464 mg/L, kenaikan konsentrasi ammonia menurut Winara (2016) disebabkan oleh tidak terserapnya ammonia oleh tanaman dan ada tanaman yang mati dan mulai membusuk. Matinya tanaman mengakibatkan amonifikasi, yang pada akhirnya bahan organik yang berada pada limbah akan terurai dengan bantuan mikroba menjadi sumber ammonia baru.

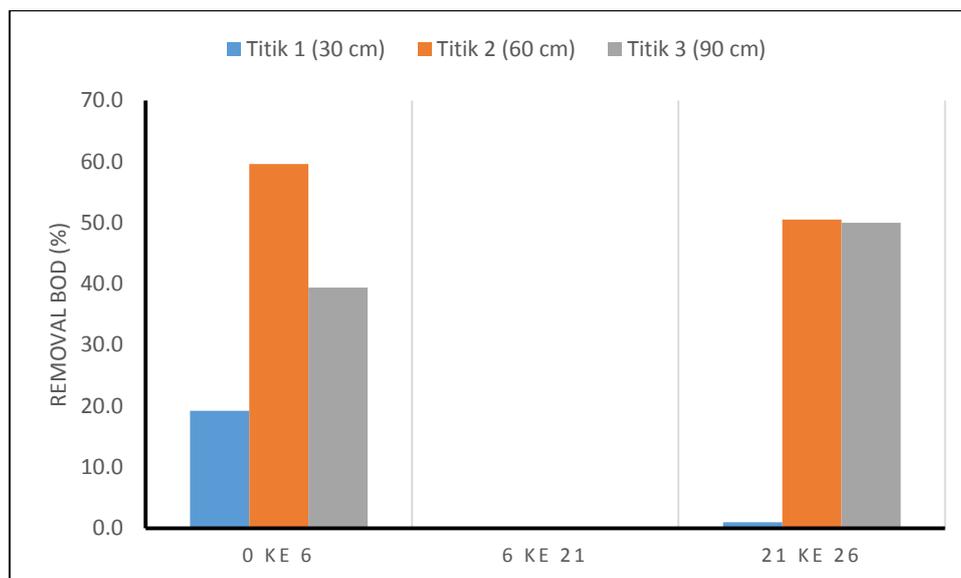
Berdasarkan Baku Mutu Pergub DIY No.7 Tahun 2010, batas maksimum untuk ammonia adalah 1 mg/L. Dari data di atas yang melewati dari batas maksimum baku mutu yaitu titik 1 sampling ke 21 (0.390 mg/L), 26 (0.600 mg/L) ; titik 2 sampling ke- 21 (0.675 mg/L) 25 (0,797 mg/L) dan titik 3 sampling ke-11 (0.431 mg/L) dan ke-21 (0.390 mg/L).

### 4.3 Perhitungan Removal COD,BOD dan Ammonia



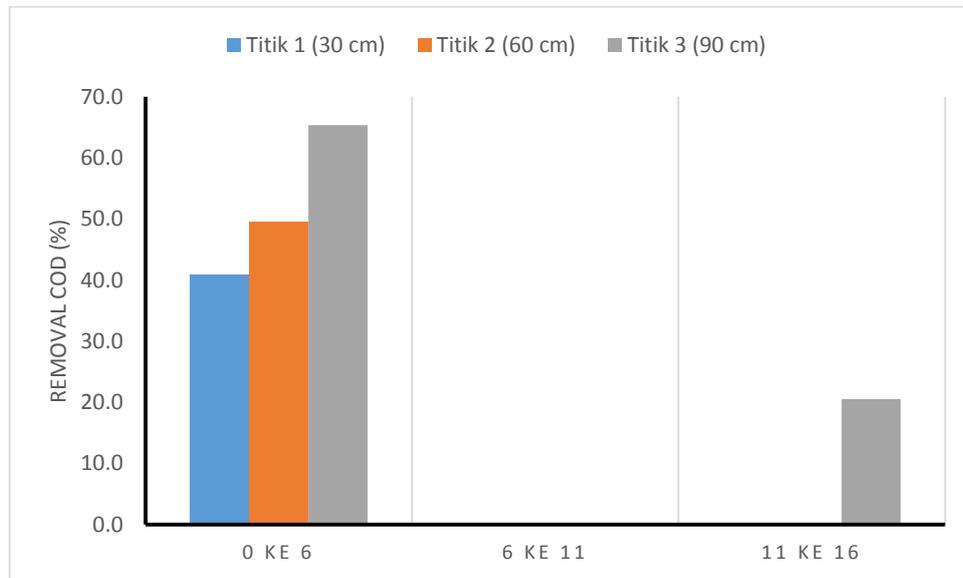
**Gambar 4.3.1** Presentase Removal Ammonia Pada Reaktor *Continous Wetland* Menggunakan Tanaman *Vetivera zizaniodes* dan Bakteri *Pseudomonas sp* Selama 30 Hari Pengujian

Keterangan = Titik 1 : (*Floating wetland*) jarak dari influen 30 cm, Titik 2 : (*Constructed Wetland 1*) dari influen 60 cm, Titik 3 : (*Constructed Treatment 2*) dari influen 90 cm.



**Gambar 4.3.2** Presentase Removal BOD Presentase Pada Reaktor *Continous Wetland* Menggunakan Tanaman *Vetivera zizaniodes* dan Bakteri *Pseudomonas sp* Selama 30 Hari Pengujian

Keterangan = Titik 1 : (*Floating wetland*) jarak dari influen 30 cm, Titik 2 : (*Constructed Wetland 1*) dari influen 60 cm, Titik 3 : (*Constructed wetland 2*) dari influen 90 cm.



**Gambar 4.3.3** Presentase Removal COD Pada Reaktor *Continuous Wetland* Menggunakan Tanaman *Vetivera zizaniodes* dan Bakteri *Pseudomonas sp* Selama 30 Hari Pengujian

Keterangan = Titik 1 : (*Floating wetland* jarak dari influen 30 cm, Titik 2 : (*Constructed Wetland 1*) dari influen 60 cm, Titik 3 : (*Constructed wetland 2*) dari influen 90 cm.

Perhitungan persentase removal sebagai perbandingan efektifitas dari ketiga parameter yang di uji atau menjadi perbandingan dengan penelitian sebelumnya. Pengujian ini untuk mengetahui seberapa efektif degradasi polutan yang dapat dilakukan dengan menggunakan rumput akar wangi (*Vetivera zizaniodes*) dan bakteri dengan menggunakan metode *continuous* yang menggabungkan sistem *floating* dan *constructed* pada sebuah reaktor kaca.

Reaktor dalam pengujian dengan menggunakan rumput akar wangi (*Vetivera Zizanioides*) dan bakteri menunjukkan presentase removal pada parameter amonia yaitu 2. 69 % pada titik 1 penelitian hari ke-6 dan pada titik 1 penelitian hari ke 21 yaitu hingga 95,02 %. Dalam penelitian pada jurnal Nurtana (2018) dengan menggunakan metode *batch* dan sistem *floating*, hasil degradasi yang didapatkan untuk parameter amonia yaitu 60,3 % hingga 71 %, dan berdasarkan Badejo (2018) presentase degradasi untuk ammonia yaitu 80% hingga 100%. Hasil degradasi untuk parameter amonia berdasarkan Zhang (2012) penghilangan kadar

*ammonium* dengan metode *continuous* lebih efektif 95,2 % dari pada *batch* yang hanya menghilangkan kadar ammonium 80,4 %,

Hasil degradasi yang dapat dilakukan oleh COD dengan menggunakan tanaman akar wangi dan bakteri yaitu 20,55 % pada titik 3 penelitian hari ke-16 dan hari ke-6 yaitu hingga 65.38 %. Dalam penelitian yang dilakukan Ristianingsih (2018) hasil presentase yang didapatkan untuk parameter COD yaitu 59,17 %, sistem kerja yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode *batch* dengan sistem *floating*, hasil degradasi yang didapatkan untuk COD berdasarkan Badejo (2018) yaitu 63 % hingga 80,65 %, dan berdasarkan penelitian Rehman (2018) dengan menambahkan bakteri, potensi removal dalam proses remediasi dapat meningkatkan presentase pengurangan COD hingga 80%-93%.

Hasil degradasi yang didapatkan untuk parameter BOD dengan menggunakan tanaman dan bakteri yaitu 1 % pada titik 3 penelitian hari ke-6 dan tertinggi pada titik 2 penelitian hari ke 21 yaitu hingga 59,60 %. Berdasarkan jurnal Ristianingsih (2018) pendegradasian untuk parameter BOD mencapai 64,71 % dan berdasarkan jurnal Rehman et al (2018), penurunan parameter BOD dengan penambahan bakteri dan menggunakan tanaman dapat meningkatkan degradasi polutan hingga 86-97%, sistem kerja dalam penelitian ini menggunakan metode *batch* dan teknologi *floating*.

Perhitungan persentase removal sebagai perbandingan efektifitas dari ketiga parameter yang di uji atau menjadi perbandingan dengan penelitian sebelumnya. Dari presentase removal yang didapatkan, parameter Amonia merupakan presentase yang paling tinggi untuk removal. Data presentase removal disetiap parameter ini juga bisa digunakan sebagai acuan untuk penelitian-penelitian selanjutnya. Untuk data diatas, ada beberapa data yang tidak dicantumkan dikarenakan beberapa memiliki data yang lebih rendah dari titik berikutnya.

#### 4.4 Pengaruh *Vetiveria Zizaniodes* Tanpa Bakteri

Pada proses pengolahan air limbah menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* yang memegang peran penting dalam mengurangi kandungan bahan pencemar yaitu akar tanaman. Sebelum dilakukan aklimatisasi, tanaman *Vetiveria zizanioides* memiliki struktur daun tipis, pendek dan memiliki akar yang sedikit.



**Gambar 4.4.1 Tanaman Vetiver (*Vetiveria Zizaniodes*) Sebelum Proses Aklimatisasi**

Menurut Rehman et al. (2018), tanaman *Vetiveria zizanioides* yang diaklimatisasi selama 1 bulan bertujuan untuk membuat tanaman tumbuh dan memiliki akar yang lebih banyak. Sehingga sebelum digunakan untuk pengujian tanaman memiliki rata-rata tingginya mencapai 45 cm. Setelah diaklimatisasi, mulai dilakukan pengujian parameter kimia pada hari ke-0. Pengujian ini dilakukan selama 4 minggu untuk mendapatkan nilai yang tidak melebihi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan.

Akar pada tanaman ini juga menjadi lebih banyak dibandingkan dengan sebelum diaklimatisasi dapat dilihat pada lampiran 7. Pada sampel yang diujikan terjadi penurunan kadar COD, BOD, dan Ammonia dikarenakan adanya

penyerapan bahan pencemar yang dilakukan oleh tanaman *Vetiveria zizanioides*. Kontrol untuk parameter BOD tanpa penambahan bakteri mendapat efisien removal sebanyak 17,31% , untuk pengujian COD tanpa penambahan bakteri mendapat efisien removal sebanyak 18, 32% Ristnianingsih (2018).

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Oyedeji et.al. (2013) menyatakan bahwa minyak bumi yang telah terurai dan diserap tanaman berfungsi sebagai nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. *Vetivera Zizaniodes* mampu hidup dan tumbuh subur pada lingkungan yang tercemar dibandingkan dengan yang tumbuh pada perairan bersih Xia et .al. (2004)

Dalam periode pengamatan, nilai COD dan BOD pada semua perlakuan mengalami penurunan, kecuali perlakuan TM3 yang mengalami kenaikan di minggu ke tiga. Hal ini menunjukkan bahwa rumput vetiver (*Vetivera Zizaniodes*) mampu mereduksi COD dan BOD di air secara optimum selama 3 minggu, selain itu tanaman juga memiliki titik jenuh yang merupakan batas waktu maksimum yang dapat ditolerir tanaman dalam menyerap kontaminan As'ad (2014).

Pengujian yang dilakukan Badejo (2018) untuk parameter amonia dengan sistem *constructed* menggunakan rumput vetiver (*Vetivera Zizaniodes*) mengalami efisien removal sebesar 98,62 %. Dalam penelitian yang dilakukan Nurtana (2018) dengan sistem *floating* tren penurunan terjadi pada tiap reaktor karena faktor kontak antara limbah dengan tanaman yang tanpa bakteri, efisien removal yang didapatkan tanpa penambahan bakteri untuk pengujian amonia sebesar 79,01 %, semakin lama dikontakkan akan semakin menurun kandungan amonia.

Pada akar tanaman memiliki mikroorganisme yang dapat mendegradasi bahan organik pada air limbah. Pada penelitian dengan menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* tanpa penambahan bakteri, dapat mengurangi bahan pencemar pada air limbah. Tetapi, hasil yang didapat lebih kecil dari persentase penurunan dengan penambahan bakteri.

#### **4.5.1 Pengaruh *Vetiveria Zizaniodes* dan Bakteri**

Pengolahan air limbah menggunakan tanaman *Vetiveria zizanioides* merupakan teknologi yang ramah lingkungan dan juga sangat efektif untuk mengurangi bahan pencemar. Akar pada tanaman *Vetiveria zizanioides* dapat meningkatkan proses dekomposisi bahan organik sehingga dapat menurunkan nilai COD dan BOD. Selain menggunakan tanaman untuk mengurangi bahan pencemar pada limbah, adanya penambahan bakteri pada juga dapat mengurangi bahan organik yang ada. Bahan organik akan melekat pada akar tanaman dan kemudian akan diuraikan oleh bakteri yang ada Ristianingsih (2018).

Pada perlakuan wadah dengan tanaman terjadi penurunan lebih besar dibandingkan kontrol Darajeh et.al. (2014). Hal ini dikarenakan pada tanaman terdapat mikroorganisme yang membantu mereduksi bahan organik, sehingga nilai COD dan BOD yang dihasilkan lebih besar. Tanaman akar wangi mampu mereduksi nilai COD dan BOD di air dengan baik

Keberadaan mikroorganisme di akar berperan dalam proses fitoremediasi Khan (2005). Mikroorganisme tersebut dapat membantu mempercepat pertumbuhan tanaman Cakmaci et al 2006; Glick (2001), sehingga pengaruh pertumbuhan tanaman juga disebabkan mikorganisme yang ada pada proses penelian untuk meningkatkan pendegradasian terhadap polutan yang diuji.

Menurut penelitian Darajeh et.al. (2014) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah tanaman dalam suatu wadah percobaan, semakin tinggi nilai COD dan BOD yang direduksi. Penurunan nilai bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti keberadaan mikroba di akar tanaman yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber nutrisi untuk aktivitas dan pertumbuhan Omokeyeke et.al. (2013) dan memanfaatkan bahan organik tersebut sebagai sumber karbon dan energi Zulfiqar dan Safia (2012).

Konsentrasi untuk pengujian amonia dalam penelitian yang dilakukan Nurtana (2018) dengan sistem *floating* menggunakan bakteri mengalami kenaikan efisien removal, nilai removal yang didapat selama proses pengujian selama 30 hari

yaitu 69,82% hingga 86,40 %. Data tersebut apabila dibandingkan dengan proses tanpa penambahan bakteri memiliki jarak yang cukup jauh.

Penambahan bakteri pada air limbah membantu proses pengolahan, penurunan kadar COD dan BOD dengan penambahan bakteri lebih besar dibanding dengan pengolahan tanpa penambahan bakteri. Pada konsentrasi air limbah 50% mendapatkan hasil efisien removal 53,03 %, konsentrasi 75% mendapatkan hasil efisien removal 53,40 % dan konsentrasi 100% mendapatkan hasil efisien removal 48,67 % Ristianingsih (2018).

Penurunan nilai konsentrasi COD dan BOD dipengaruhi oleh lama waktu detensi. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan air limbah selama 2 minggu tanpa penambahan limbah baru. Sehingga pada minggu ke-2 nilai BOD telah berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan. Sedangkan untuk nilai COD, masih berada di atas baku mutu. Semakin lama waktu yang digunakan, maka nilai removal dari setiap konsentrasi akan semakin tinggi Ristianingsih (2018).

Menurut Effendi (2003), senyawa-senyawa organik dan anorganik serta amonia yang terdapat dalam limbah perairan terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi sehingga mengendap di dasar perairan. Hasil penelitian Lishenga et.al. (2015) menunjukkan bahwa penggunaan tanaman memainkan peran penting dalam menghilangkan total padatan tersuspensi dari air limbah rumah tangga.

Dalam penelitian ini, dapat dibandingkan hasil pengujian selama 30 hari menggunakan rumput vetiver (*Vetivera zizaniodes*) dan bakteri mendapatkan penurunan dan kenaikan konsentrasi pada setiap parameter masing-masing.

Untuk parameter pengujian COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada titik 1 (*Floating treatment*) sampling hari ke-0 hingga hari ke-6 mengalami penurunan dalam konsentrasi disemua titik sampling dari 6175 mg/L hingga 3650 mg/L. Pengujian hari ke-11 hingga 26 mengalami kenaikan pada kadar konsentrasi yaitu 4625 mg/L hingga 10250 mg/L.

Pengujian titik kedua (*Constructed Treatment 1*) hari pengujian ke-6 hingga 11 mengalami penurunan yaitu 6175 mg/L hingga 3113 mg/L. Untuk hari ke-11 hingga 26 mengalami peningkatan konsentrasi yaitu 3113 mg/L hingga 13375 mg/L.

Pengujian titik ketiga (*Constructed Treatment 2*) sampling hari ke 0-6 mengalami penurunan konsentrasi yaitu 6175 mg/L hingga 2138 mg/L. Untuk hari ke-11 hingga 26 mengalami kenaikan pada kadar konsentrasi COD yaitu dari 2138 mg/L menjadi 17000 mg/L

Hasil pengujian untuk parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) titik 1 (*Floating treatment*) pada hari-0, 6 dan 26 mengalami penurunan konsentrasi dari 1198 mg/L hingga 968 mg/L dan terjadi kenaikan konsentrasi pada hari ke-21 yaitu 968 mg/L hingga 2419 mg/L

Pengujian sampel titik 2 (*Constructed treatment*) pada hari ke-0, 6 dan 26 mengalami penurunan yaitu 1198 mg/L hingga 484 mg/L. Pada hari ke-21 terjadi kenaikan konsentrasi yaitu 484 mg/L hingga 4838 mg/L

Pengujian titik 3 (*Constructed treatment 2*) mengalami penurunan pada hari ke-0,6 dan 26 yaitu 1198 mg/L hingga 726 mg/L dan kenaikan konsentrasi pada hari ke-21 yaitu 4838 mg/L

Pengujian parameter ammonia pada titik 1 (*Floating treatment*) menunjukkan penurunan, penurunan terjadi pada titik sampling ke-0, 6, 11, dan 21 dari 5584 mg/L hingga 0.390 mg/L. . Kenaikan konsentrasi ammonia terjadi pada hari ke-16 dan 26 sebesar 7.830 mg/L

Pengujian ammonia pada titik 2 (*Constructed treatment*) menunjukkan penurunan, penurunan terjadi pada titik sampling ke-0, 6, 11, dan 21 dari 5584 mg/L hingga 0.675 mg/L dan kenaikan konsentrasi ammonia terjadi pada hari ke-21 sebesar 7.830 mg/L.

Pengujian ammonia pada titik 3 (constructed treatment 2) menunjukkan penurunan, penurunan terjadi pada titik sampling ke-0, 6, 11, dan 21 dari 5584 mg/L hingga 0.390 mg/L. Pada hari ke-16 dan 26 mengalami kenaikan sebesar 2,464 mg/L.

Dari data yang dijelaskan diatas, merupakan hasil pengujian dengan penggunaan bakteri dan tanaman vetiver. Proses pengujian pada setiap parameter mengalami kenaikan dan penurunan konsentrasi, data diatas sebagai hasil perbandingan dengan data sekunder yang menggunakan tanaman vetiver dan bakteri. Kenaikan dan penurunan konsentrasi disebabkan oleh beberapa hal, degradasi yang dilakukan oleh tanaman dan bakteri sampai kenaikan yang disebabkan kondisi bakteri dan penambahan limbah pada influen.