

UNJUK KERJA REAKTOR *CONTINUOUS WETLAND* MENGGUNAKAN TANAMAN *Vetivera Zizanioides* DAN BAKTERI TERHADAP KONSENTRASI *Total Plate Count (TPC)* DARI LIMBAH MINYAK INDUSTRI X YOGYAKARTA

YOGA KHARISMA PRASETYA

15513191

ABSTRACT

*Industrial X workshop activities routinely produce waste water containing pollutants that are difficult to process if only using ordinary processing. Therefore, special treatment is needed for wastewater contaminated by these pollutants by using the wetland Continuous treatment method using Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) and bacteria. The purpose of this study was to determine the performance of the reactor by using *Vetiveria Zizanioides* and bacteria to degrade pollutant content in Yogyakarta Industrial X wastewater using the Continuous Wetlands method. Waste water was introduced into the reactor and added bacteria to each compartment. Furthermore, flat-shaped Styrofoam is perforated by Six holes and then each hole is filled with Two pieces of Vetiver plant seeds which are inserted into a plastic cup containing soil, gravel, stone, and coconut fiber as a buffer and placed floating on the surface of the waste water sample with the root position below the water surface to contact for 28 days in a place that is exposed to sunlight. Furthermore, monitoring was carried out on days 0, 6, 11, 16, 21 and 28 to monitor the condition of the plants, as well as the concentration of bacteria in wastewater. The results showed the use of Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) and bacteria able to reduce pollutant levels in industrial waste X. The results of monitoring plant conditions also showed growth in leaf length every week even though leaf conditions also experienced changes marked by discoloration in some leaves to become dry and brown.*

Keywords: *Constructed wetland, continuous wetland, floating wetland, oil waste, *Vetiveria zizanioides**

ABSTRAK

*Aktivitas perbengkelan Industri X secara rutin menghasilkan air limbah yang mengandung pencemar yang sulit diolah apabila hanya menggunakan pengolahan yang biasa saja. Maka dari itu diperlukan pengolahan khusus untuk air limbah yang terkontaminasi oleh pencemar tersebut yaitu menggunakan metode Continuous treatment wetland menggunakan tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) dan bakteri. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja reaktor dengan menggunakan *Vetivera Zizanioides* dan bakteri dalam mendegradasi kandungan pencemar pada air limbah Industri X Yogyakarta menggunakan metode Continuous Wetlands.. Air limbah dimasukkan kedalam reaktor dan ditambahkan bakteri pada tiap kompartmen. Selanjutnya styrofoam berbentuk pipih dilubangi sebanyak 6 lubang dan kemudian setiap lubangnya diisi dengan 2 buah bibit tanaman vetiver yang dimasukkan kedalam gelas plastik berisikan tanah, kerikil, batu, dan sabut kelapa sebagai penyangga dan diletakkan terapung pada permukaan sampel air limbah dengan posisi akar berada dibawah permukaan air untuk dikontakkan selama 28 hari di tempat yang terkena sinar matahari.*

Selanjutnya dilakukan pemantauan pada hari ke- 0, 6, 11, 16, 21 dan 28 untuk memantau kondisi tanaman, serta konsentrasi bakteri pada air limbah. Hasil menunjukkan penggunaan tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) dan bakteri mampu menurunkan kadar pencemar didalam limbah industri X.. Hasil pemantauan kondisi tanaman juga menunjukkan pertumbuhan panjang daun setiap minggunya walaupun kondisi daun juga mengalami perubahan yang ditandai dengan perubahan warna pada beberapa daun menjadi menjadi kering dan berwarna coklat.

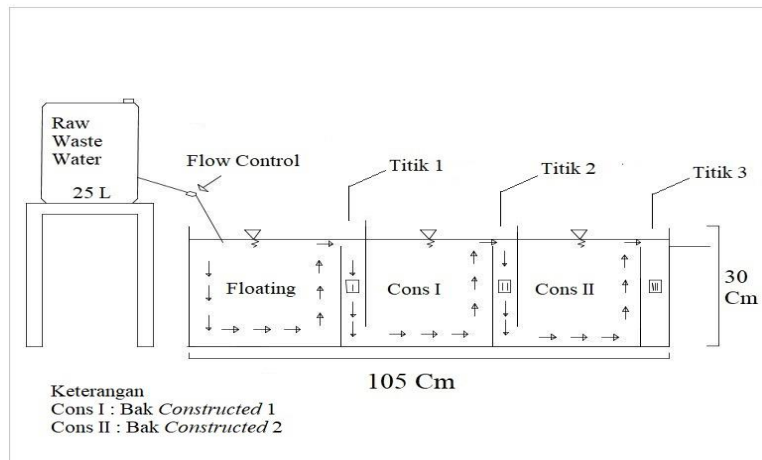
Kata Kunci : Air Limbah Minyak, Continuous Wetland Treatment, *Vetiveria Zizanioides*, Total Plate Count.

1. PENDAHULUAN

Aktivitas transportasi merupakan kegiatan yang tidak pernah berhenti (*Continuous*) yang mana penghasilan limbah di aktivitas perbengkelan juga tidak pernah berkenti. Air limbah dari kegiatan perbengkelan sangat sulit diolah apabila hanya menggunakan pengolahan yang biasa. Maka dari itu diperlukan pengolahan khusus untuk air limbah tersebut yaitu menggunakan metode *Continuous treatment wetland* menggunakan rumput vetiver (*Vetivera zizanioides*) dengan bantuan bakteri. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja reaktor dengan menggunakan *Vetivera zizanioides* dan bakteri dalam mendegradasi kandungan pencemar pada air limbah Industri X Yogyakarta menggunakan metode *Continuous Wetlands*.

2. METODE PENELITIAN

Limbah diambil menggunakan metode *grab sampling*. Kemudian didesain reaktor berukuran 105 cm x 30 cm x 30 cm sebagai wadah untuk pengujian *wetland*. Sebelum dijalankan, perlu dilakukan aklimatisasi tanaman, serta bakteri agar pada saat pengujian dapat bekerja dengan optimal. Proses aklimatisasi dilakukan selama 30 hari dan kemudian reaktor siap untuk diaplikasikan. Pengaplikasian reaktor dengan menentukan terlebih dahulu debit yang akan dimasukkan, agar pengolahan oleh tanaman dan reaktor berjalan optimal. Waktu tinggal yang digunakan selama 5 hari dan kemudian dilakukan pengujian bakteri disetiap titiknya. Pengujian terus dilakukan setiap hari ke 6 selama 30 hari pengolahan. Untuk parameter fisika, seperti pH, Suhu, TDS, dan *Electric Conductivity* dimulai pada hari ke 5 sampai hari ke 30 selama pengolahan.



Gambar 2.1. Desain Reaktor

2.1. Alat dan Bahan

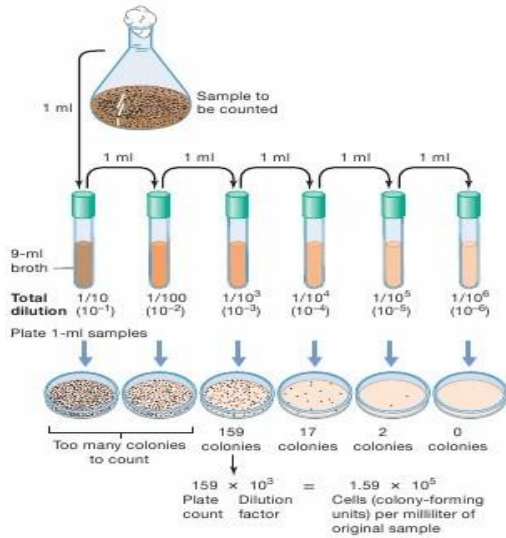
1. Alat

- Cawan Petri
- Tabung Reaksi
- *Magnetic Sterrer*
- Sterrer
- Gelas Beaker
- Pipet Ukur
- Autoclaf
- *Colony Counter*
- Inkubator
- *Conductivity Meter*
- pH Meter
- TDS Meter
- Termometer

2. Bahan

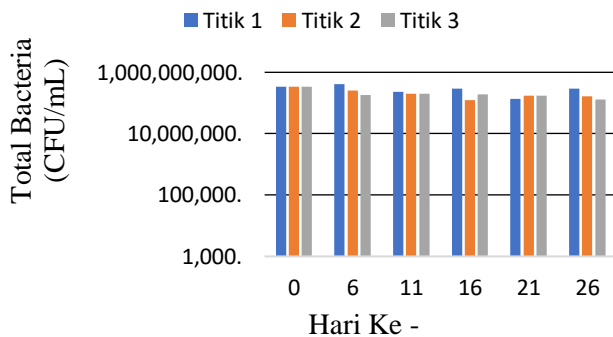
- Nutrient Agar (NA)
- *L. Broth* (LB)
- Bahan Bakar (Pertalite)
- Aquadest

2.2. Cara Kerja



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Total Bakteri



Hari	Titik 1	Titik 2	Titik3
0	337000000	337000000	337000000
6	411000000	251000000	182000000
11	234000000	202000000	196000000
16	300000000	125000000	188000000
21	134000000	172000000	176000000
26	300000000	166000000	128000000

Gambar 3.1. Grafik Konsentrasi Total Bakteri Pada Reaktor *Continuous Wetland* Selama 30 Hari Pengujian

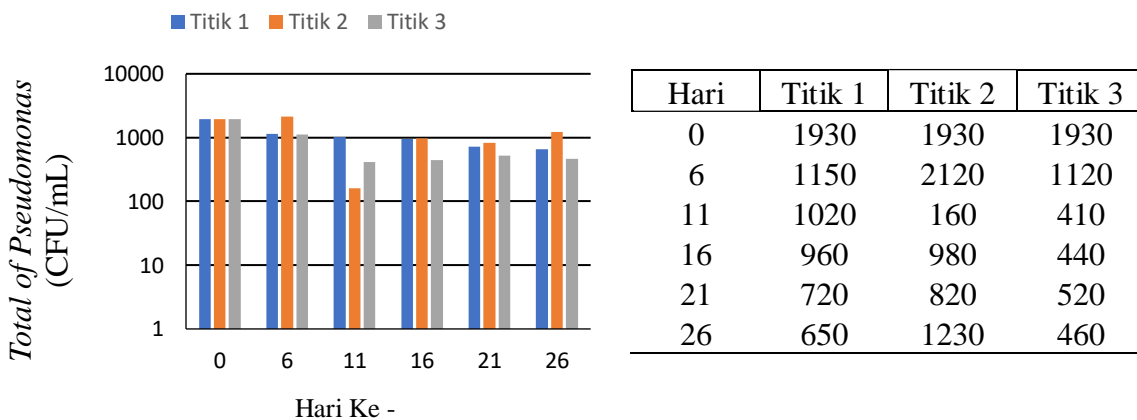
Titik 1 mampu mendegradasi kadar TPH hingga 70%, selain itu juga mampu mendegradasi logam Fe sebesar 36%. penelitian sebelumnya oleh Rizqon dkk (2018), bahwa penurunan kadar Fe pada *Floating Treatment* dapat mencapai hingga 86%. Selain itu juga terdapat kenaikan bakteri, yang juga diikuti dengan kenaikan TPH, Menurut Charlena (2011) kenaikan nilai TPH diikuti dengan penurunan total bakteri.

Titik 2 Menurut Kadlec (2003), efisiensi removal untuk TPH pada pengolahan constructed wetland dapat mencapai hingga 97%, namun pada penelitian tersebut menggunakan 4 tanaman dengan jenis yang berbeda, serta waktu pengolahan yang lama

dengan didukung oleh dimensi pengolahan yang lebih besar (7 m x 1,7 m tiap tanaman). Namun pada penelitian ini hanya mampu mendegradasikan 71% TPH.

Pada titik 3 Sama halnya dengan titik 2, metode constructed wetland sangat optimum digunakan untuk mengolah TPH. Serta dengan adanya bantuan dari bakteri penurunan TPH pada titik ke 3 ini dapat mencapai 97%. Jumlah populasi mikroba yang meningkat, dapat menimbulkan kompetisi antar mikroorganisme (Nainggolan, 2009). Akibat kompetisi tersebut kerjasama antar bakteri menjadi menurun (Miwada, 2006). Sedangkan Penurunan konsentrasi bakteri diakibatkan karena pada hari ke 6 – 21 merupakan masa dimana bakteri sudah memasuki death phase (Nahadi, 2005).

3.2. Selected Count



Gambar 3.2. Grafik Konsentrasi *Pseudomonas* Dalam Reaktor *Continuous Wetland* Selama 30 Hari Pengujian

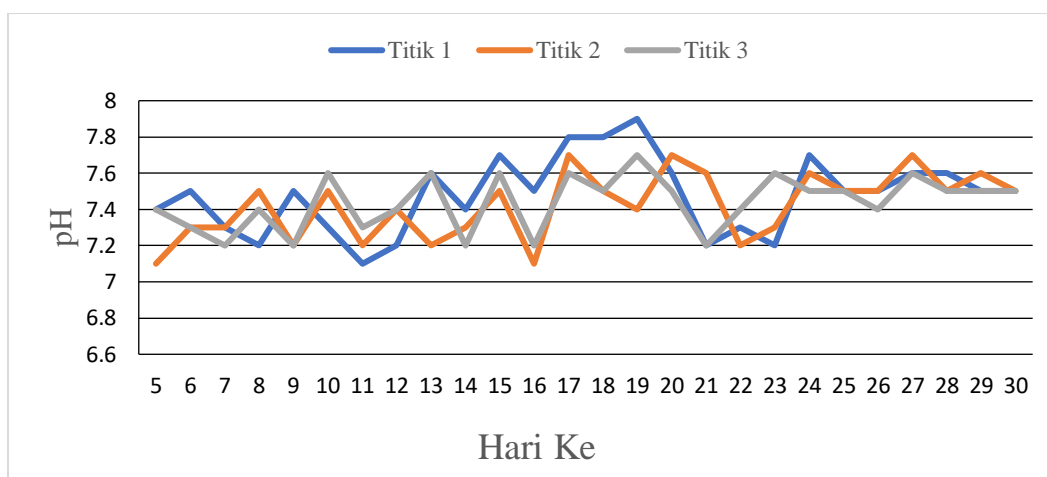
Konsentrasi awal dari *Pseudomonas* adalah sebesar 1930 CFU/mL . Namun pada titik1 di hari ke 6 mengalami penurunan 40% sehingga menjadi 1150 CFU/mL. Pada hari ke 11 konsentrasi *Pseudomonas* turun 11% menjadi 1020 CFU/mL, dan terus mengalami penurunan hingga hari ke 26 dengan konsentrasi akhir 650 CFU/mL.

Pada titik 2 konsentrasi *Pseudomonas* di hari ke 6 adalah sebesar 2120 CFU/mL. Kemudian diikuti dengan 160 CFU/mL pada hari ke 11, 980 CFU/mL pada hari ke 16, 820 CFU/mL pada hari ke 21, dan 1320 CFU/mL pada hari ke 26. Dari data tersebut diketahui terjadi penurunan 92% pada hari ke 6 – 11. Kemudian terjadi kenaikan sebesar 500% pada hari ke 11 – 16. Setelah itu pada hari ke 16 – 21 terjadi penurunan 16% dan pada hari ke 21 – 26 terjadi kenaikan 60%.

Pada titik 3 konsentrasi *Pseudomonas* di hari ke 6 adalah sebesar 1120 CFU/mL. Kemudian diikuti dengan 410 CFU/mL pada hari ke 11, 440 CFU/mL pada hari ke 16, 520 CFU/mL pada hari ke 21, dan 460 CFU/mL pada hari ke 26. Dari data tersebut diketahui terjadi penurunan 63% pada hari ke 6 – 11. Kemudian terjadi kenaikan sebesar 7% pada hari ke 11 – 16. Setelah itu pada hari ke 16 – 21 terjadi penurunan 18% dan pada hari ke 21 – 26 terjadi penurunan 11%.

Penurunan yang didapatkan dari semua data tersebut diakibatkan oleh kondisi lingkungan dari air limbah yang tidak menguntungkan, sehingga malah mengakibatkan kematian terhadap bakteri tersebut. Hal ini didukung oleh penelitian Arslan, 2014. Sedangkan pertumbuhan pada bakteri pada hari ke 16 dan 26 menandakan bahwa bakteri dapat memecah senyawa karbon dan menjadikannya sebagai sumber nutrisi untuk melakukan pertumbuhan. Hal tersebut diperkuat oleh pendapat M. Shehzadi, 2014.

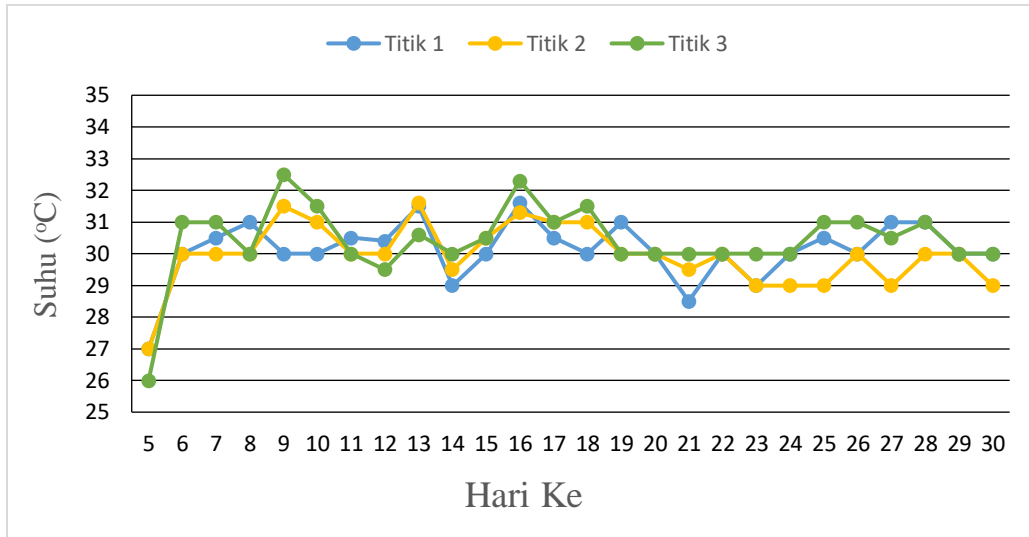
3.3. pH



Gambar 3.3. Grafik Perubahan pH Pada Reaktor *Continuous Wetland* Selama 30 Hari Pengujian

Perubahan pH pada metode *continuous wetland* ini tidak mengalami perubahan yang besar. Hal ini didukung oleh penelitian Oktaviansyah, 2018. Namun menurut Fuadi (2009) pH sangat berpengaruh terhadap peningkatan kadar CO₂ dalam air, yang mana hal ini dapat meningkatkan kadar BOD didalam air.

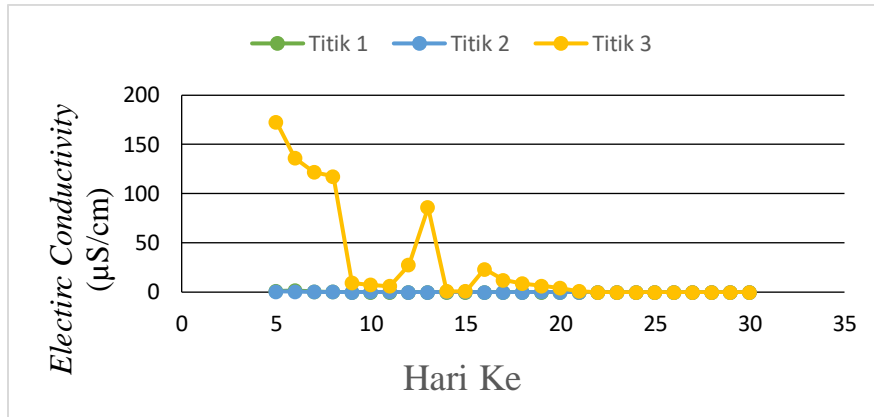
3.4. Suhu



Gambar 3.4. Grafik Perubahan Suhu Pada Reaktor *Continuous Wetland* Selama 30 Hari Pengujian.

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa perubahan suhu pada tiap titik mengalami perubahan yang sama. Pada titik 1, suhu tertinggi adalah 31oC sedangkan suhu terndahnya adalah 27oC. Begitu pula pada titik 2, suhu tertingginya adalah 31,6oC sedangkan suhu terendah bernilai 27oC. Sedangkan pada titik 3, suhu tertinggi adalah 32,5oC dan suhu terendah adalah 26oC. Suhu sangat berpengaruh terhadap perkembangan bakteri didalam reaktor. Suhu yang optimum untuk perkembangan bakteri berada pada rentang 27 – 29oC. Jika disesuaikan dengan data perkembangan bakteri, jumlah bakteri pada hari ke 6 lebih besar dari hari lainnya. Hal ini didukung oleh Khoerunnisa (2005).

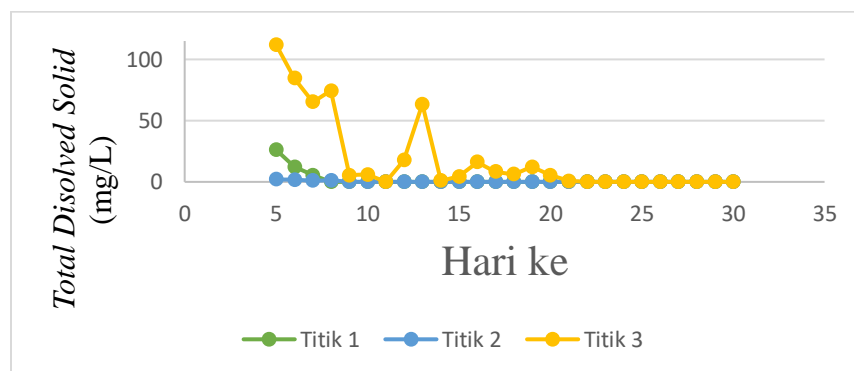
3.5. Electric Conductivity



Gambar 3.5. Grafik Perubahan Electric Conductivity Pada Reaktor *Continuous Wetland* Selama 30 Hari Pengujian.

Dari data diatas, dapat dilihat bahwa nilai EC mengalami penurunan pada titik ke 3 saja. Titik 1 dan 2 nilai EC relatif 0, dikarenakan limbah yang diolah memiliki kepekatan yang tinggi, namun setelah melewati tahapan *floating & constructed* I air yang sebelumnya berwarna hitam menjadi bening. Pada titik inilah EC dapat diukur. Nilai EC tertinggi adalah pada hari ke 5 sebesar 173 µS dan perlahan turun hingga 0. Penurunan konsentrasi EC dipengaruhi oleh penurunan konsentrasi TDS. Outlet *constructed wetland* memiliki konduktifitas dan TDS yang tinggi dikarenakan pelapisan nutrisi kembali akibat dari pembusukan tanaman, meningkatkan kandungan ion terlarut. (Mashuri, 1999)

3.6. Total Disolved Solid



Gambar 3.6. Grafik Perubahan TDS Pada Reaktor *Continuous Wetland* Selama 30 Hari Pengujian

Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa nilai TDS pada titik 1 dan 2 tidak mengalami banyak perubahan, bahkan relatif 0. Sedangkan pada titik 3 mengalami penurunan. Kadar TDS tertinggi adalah 126 mg/L, dimana hal ini dikarenakan bahwa pada titik 3 permukaan tanah yang diisi oleh limbah mengalami pemadatan, sehingga hal tersebut mempengaruhi nilai TDS pada titik tersebut. Namun, setelah terjadi pengolahan, nilai TDS terus mengalami penurunan hingga 0 mg/L. konsentrasi ini juga diikuti oleh penurunan EC, yang mana makin sedikit kadar terarut, maka akan semakin rendah EC, dan semakin rendah EC juga semakin rendah TDS.

3.7. Performa 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.

Penelitian ini menggunakan reaktor dengan dimensi 105 cm x 30 cm x 30 cm yang dimana panjang tiap kompartemen adalah 35 cm, dapat dilihat pada gambar 3.2. Pada titik 1 (*Floating Wetland*) dengan menggunakan *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 40% 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 hingga 75%, 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%.

Sedangkan Pada 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.

3.8. Hubungan Tanaman dengan Konsentrasi Bakteri

Pada pengujian ini, tanaman *Vetiveria zizanioides* dan bakteri berfungsi sebagai media untuk mendegradasi konsentrasi pencemar yang ada pada limbah. Apabila tanaman dan bakteri tidak bekerja secara optimum, maka hasil degradasi pencemar pada limbah hanya sedikit/rendah.

Pada pengujian karakteristik bakteri, tanaman berfungsi sebagai alat bantu bakteri dalam mengolah, dan juga membantu untuk mengoptimalkan keadaan di lapangan agar bakteri dapat bertahan hidup dan berkembang biak. Selain itu juga akar rumput juga mengeluarkan eksudat yang mengandung senyawa organik seperti gula, asam amino, asam organik, asam lemak, enzim dan golongan senyawa lain. Senyawa-senyawa tersebut digunakan sebagai sumber nutrisi tambahan bagi bakteri, sehingga menstimulir pertumbuhan dan aktivitas mikroba dan pada akhirnya meningkatkan jumlah populasi bakteri yang mampu mendegradasi hidrokarbon (Estuningsih,2013).

Namun kondisi limbah yang pekat malah mengakibatkan tanaman layu dan mati pada saat pengujian. Konsentrasi limbah yang pekat sulit untuk didegradasi oleh tanaman, khususnya pada bak *constructed*, karena terjadi kontak langsung dengan limbah tanpa adanya penambahan nutrisi pada saat pengolahan, sehingga tanaman menjadi layu dan kemudian mati.



Gambar 3.8. Kondisi Tanaman Hari ke – 10

Pada gambar tersebut, dapat dilihat sudah mulai terjadi penurunan kemampuan tanaman untuk mendegradasi limbah, dimana kondisi fisik tanaman sudah mulai layu pada bak *constructed*. Kondisi ini juga didukung dengan tidak adanya penambahan nutrisi pada tanaman pada saat proses pengolahan. Pemberian nutrisi pada saat pengolahan dikhawatirkan dapat mempengaruhi penentuan konsentrasi limbah yang tidak akurat. Selain tidak adanya penambahan nutrisi, juga dikarenakan kurangnya cahaya matahari yang masuk ke tanaman. Ini dikarenakan apabila ruangan tidak ditutup, maka apabila terjadi hujan yang akan masuk ke bak pengolahan. Masuknya air hujan ke dalam bak tersebut menjadi pengenceran limbah yang tidak dapat didefinisikan, sehingga konsentrasi yang akan didapatkan tidak akurat. Hal ini diperkuat oleh Sitompul dan Guritno (1995), seiring berjalannya waktu kondisi daun juga mengalami perubahan yang ditandai dengan perubahan warna pada beberapa daun menjadi menjadi kering dan berwarna coklat.

4. KESIMPULAN

Dengan menggunakan reaktor *Continuous Wetland* mampu mengurangi kadar Fe hingga 65%, konsentrasi Pb hingga 95%. Kemudian dapat mengurangi konsentrasi pencemar minyak seperti TPH, *oil grease* dan *oil content* dengan efisiensi removal pada parameter *oil and grease* sebesar 73,75% pada *floating wetland* (kompartemen 1), 77,8% pada *constructed wetland I* (kompartemen 2), dan 98,07% pada *constructed wetland II* (kompartemen 3). Untuk parameter *total petroleum hydrocarbon* (TPH) sebesar 77,05% pada *floating wetland* (kompartemen 1),

84,12% pada *constructed wetland I* (kompartemen 2), dan 99,8% pada *constructed wetland II* (kompartemen 3). Sedangkan, *oil content* sebesar 67,42% pada *floating wetland* (kompartemen 1), 65,73% pada *constructed wetland I* (kompartemen 2), dan 94,78% pada *constructed wetland II* (kompartemen 3). Selain itu juga mampu mengurangi kadar Amonia hingga 95%, COD hingga 50% dan konsentrasi BOD hingga 60%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arslan, M., Afzal, M., Amin, I., Iqbal, S., Khan, Q.M., 2014. Nutrients can enhance the abundance and expression of alkane hydroxylase CYP153 gene in the rhizosphere of ryegrass planted in hydrocarbon-polluted soil. *PLoS One* 9 (10), e111208.
- Charlena, dkk. 2011. Biodegradasi Limbah Minyak Berat Menggunakan Isolat Tunggal dan Campuran dengan Penambahan Alkilbenzena Sulfonat Linear. Bogor.
- Estuningsih, S.P. 2013. Potensi Tanaman Rumput Sebagai Agen Fitoremediasi Tanah. Lampung : Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Kadlec, R. H. 2003. Effects of pollutant speciation in treatment wetland design. *Ecological Engineering*. Vol. 20. Iss. 1. p. 1–16.
- M. Shehzadi, M. Afzal, E. Islam, A. Mobin, S. Anwar, Q.M. Khan, Enhanced degradation of textile effluent in constructed wetland system using *Typha domingensis* and textile effluent-degrading endophytic bacteria, *Water Res.* 58 (2014) 152–159.
- Mashauri, D.A., Mulungu, D.M.M., & Abdulhusein, B.S. 1999. Constructed Wetland at The University of Dar Es Salaam. Vol 34. No 4. 1135 – 1144.
- Miwada, I N S., Lindawati S A., Tatang W., 2006. Tingkat Efektivitas “Starter” Bakteri Asam Laktat pada Proses Fermentasi Laktosa Susu. *J.Indon.Trop.Anim.Agric.* Vol. 1. No. 31.
- Muhammad, Fuadi. 2009. PARAMETER KUALITAS AIR: pH Penelusuran dan Peranan dalam Akuakultur. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Nahadi. 2005. Biodegradasi sifat toksik logam berat krom dalam limbah cair industri. Bandung.
- Nainggolan, J. 2009. Kajian pertumbuhan Bakteri *Acetobacter* sp. dalam Kombucha Rosela Merah (*Hibiscus sabdariffa*) pada Kadar Gula dan Lama Fermentasi yang Berbeda. (Tesis). Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Sitompul, S. M., Guritno, B. (1995). *Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: UGM Press.