
FITOREMEDIASI DENGAN TANAMAN AIR UNTUK MENGOLAH AIR LIMBAH DOMESTIK

PHYTOREMEDIATION USING WATER PLANTS FOR PROCESSING DOMESTIC WASTE WATER

Pande Kadek Yusika Ryanita^{1*}, I Nyoman Arsana¹, Ni Ketut Ayu Juliasih¹

¹Program Studi Biologi Fakultas Teknologi Informasi dan Sains Universitas Hindu Indonesia

*Email: susanpandedlh@gmail.com

ABSTRACT

Population density increases waste materials, including liquid waste inform of domestic waste water. Domestic waste contains high levels of organic matters that can pollute waters. Therefore, it is necessary to carry out efficient processing. One of the processing is called phytoremediation. The purpose of this research is to determine concentration difference of pH, TSS, COD, BOD, oil and grease after phytoremediation treatments by using 4 water plants there were water hyacinth, water lettuce, water morning glory and water fern. This experimental design was pretest and post test with complete randomized design. Treatment at this research use 250 grams mass of each kind of water plants on one day phytoremediation with 5 times repetition. Hence, total treatment will be 25 samples include 5 controls without any water plants. Result showed the highest percentage decreased of pH occurred in water lettuce at the amount of 18,62%. Then, highest percentage decreased of TSS, COD, BOD, oil and grease occurred in water fern at amount of 69,80%; 77,42%; 82,69%; and 30,81%. The conclusion is phytoremediation using water plants (water hyacinth, water lettuce, water morning glory, and water fern) can decrease concentration of pH, TSS, COD, BOD, oil and grease with different efectivity where water fern has highest percentage decreasing concentration of TSS, COD, BOD, oil and grease.

Keywords: *phytoremediation, water plants, domestic waste water, pH-TSS-COD-BOD-oil and grease*

ABSTRAK

Kepadatan jumlah penduduk meningkatkan bahan buangan, termasuk bahan buangan cair berupa air limbah domestik. Air limbah domestik mengandung bahan organik yang tinggi sehingga dapat mencemari perairan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan yang efisien. Salah satu pengolahan air limbah domestik tersebut adalah fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar pH, COD, BOD, TSS dan Minyak-Lemak pada keempat perlakuan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air. Penelitian ini menggunakan desain penelitian pre-test dan post-test dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan pada penelitian ini dengan memberikan empat jenis tanaman dengan massa 250 gram dan lama fitoremediasi selama satu hari dengan pengulangan sebanyak 5 kali. Sehingga, total sampel menjadi 25 buah. Setelah fitoremediasi, prosentase penurunan pH tertinggi terjadi pada tanaman kapu-kapu sebesar 18.62%. Selanjutnya prosentase penurunan TSS, COD,

BOD dan minyak-lemak paling tinggi terjadi pada paku air secara berturut-turut sebesar 69.80%, 77.42%, 82.69% dan 38.81%. Simpulan, fitoremediasi dengan tanaman air (eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air) dapat menurunkan kadar pH, TSS, COD, BOD dan minyak-lemak dengan efektifitas yang berbeda dimana, paku air memiliki prosentase tertinggi pada parameter TSS, COD, BOD, dan minyak-lemak.

Kata-kata kunci: Fitoremediasi, Tanaman Air, Air Limbah Domestik, pH-TSS-COD-BOD-minyak dan lemak

PENDAHULUAN

Kepadatan penduduk berpengaruh pada aktivitas harian di suatu wilayah. Aktivitas penduduk yang tinggi menyebabkan peningkatan bahan buangan. Bahan buangan tersebut dapat berupa padatan dan cairan. Bahan buangan cairan yang memiliki volume tertinggi pada wilayah dengan jumlah dan aktivitas yang besar adalah air limbah domestik. Limbah ini berasal dari air pencucian pakaian, air sisa kegiatan dapur dan kamar mandi. Air limbah domestik yang dihasilkan dapat dianalisis melalui perbandingan penggunaan air bersih dengan persamaan (Hakim, 2017).

Air limbah domestik memiliki kandungan bahan organik yang tinggi karena berasal dari air pencucian, air dari persiapan makanan dan air dari kamar mandi. Kandungan bahan organik yang tinggi pada perairan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku

Kerusakan Lingkungan Hidup memiliki parameter yang harus diuji sebelum dibuang ke lingkungan. Parameter tersebut yaitu pH, BOD, TSS dan minyak-lemak. Jika konsentrasi parameter tersebut berada di atas standar baku mutu maka perairan telah tercemar bahan organik dari air limbah domestik. Konsentrasi pH yang tidak berada pada rentang 6 – 9, BOD, COD dan TSS yang tinggi disebabkan oleh tidak adanya pengelolaan limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Potensi tanaman air sebagai fitoremediator ditunjukkan juga dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2012) dengan menggunakan tiga tanaman eceng gondok, efektif menurunkan suhu air limbah hingga 18,3%, BOD 64,6%, Zat Tersuspensi 97,7% dan COD 18,6% pada hari ke-14. Penelitian fitoremediasi dengan menggunakan 20 tanaman paku air (*Salvinia* sp) dilaporkan oleh Hibatullah (2019), didapatkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi BOD sebanyak

11,9814 mg/L pada hari ke-4 sedangkan penurunan konsentrasi COD menurun hingga 14,8289 mg/L pada hari ke-12.

Penggunaan tanaman eceng gondok, paku air, kapu-kapu, dan kangkung air sebagai fitoremediator didukung oleh kecepatan pertumbuhan tanaman tinggi sehingga memiliki potensi peningkatan efektifitas karena bertambahnya jumlah fitoremediator. Selain itu tanaman eceng gondok, kapu-kapu, dan paku air dapat dimanfaatkan sebagai pupuk dan pakan ternak (Ramlan dan Indriati, 2018; Basri, 2019; Augusta, 2017; Risnawati, 2014; Kaderi, 2005). Selanjutnya menurut Agustono,dkk (2010) kangkung air dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak. Eceng gondok dan kapu-kapu memiliki manfaat lain yaitu sebagai bahan kerajinan dan hiasan. Selain itu eceng gondok juga memiliki manfaat lebih luas yaitu sebagai bahan serat dan bahan baku kertas (Wijaya, 2018).

Manfaat lainnya adalah efisiensi biaya serta tidak diperlukan media tambahan seperti kerikil, batu atau tanah. Selama proses fitoremediasi, tempat pengolahan limbah dapat menaikkan estetika lingkungan dengan penambahan ruang terbuka hijau. Pusat pengolahan limbah dapat menjadi wisata edukasi dan wisata alam karena tanaman eceng

gondok memiliki bunga yang sangat indah. Berdasarkan hasil dari uraian di atas, maka dilakukan penelitian dengan menggunakan empat jenis tanaman air yaitu eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kapu-kapu (*Pistia stratiotes*), kangkung air (*Ipomea aquatica*) dan paku air (*Salvinia sp*) sebagai fitoremediator untuk mengolah air limbah domestik dengan tujuan untuk mengetahui penurunan masing-masing parameter oleh tanaman tersebut. Serta perbedaan penurunan kadar pH, COD, BOD, TSS dan minyak-lemak pada keempat perlakuan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan rancangan *pre-test* dan *post-test design* serta pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan yaitu fitoremediasi dengan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kapu-kapu (*Pistia stratiotes*), kangkung air (*Ipomea aquatica*), paku air (*Salvinia sp*) dan satu kontrol (tanpa tanaman). Perlakuan di ulang sebanyak 5 kali. Pada setiap perlakuan masing-masing tanaman air tersebut digunakan sebanyak 250 gram dalam 10 liter air limbah domestik.

Masing-masing perlakuan akan difitoremediasi selama satu hari.

Pengambilan sampel air limbah domestik dilakukan di Kelurahan Beng, Kecamatan Gianyar, Kabupaten Gianyar. Sedangkan tanaman eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air yang digunakan sebagai fitoremediasi diperoleh di sekitar wilayah pengambilan air limbah. Pengujian sampel air limbah domestik dilakukan di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Gianyar. Tahap pengujian dimulai dengan aklimatisasi terhadap tumbuhan air selama 5-7 hari sebelum proses fitoremediasi. Air limbah domestik dari saluran air kelurahan Beng diambil pada titik kumpulnya kemudian ditempatkan pada wadah berukuran 250 Liter. Air limbah domestik tersebut kemudian diambil untuk dilakukan pengukuran parameter pH, TSS, COD, BOD dan minyak-lemak pada T_0 .

Air limbah domestik yang telah terkumpul kemudian dibagi menjadi 25 wadah dengan jumlah limbah masing-

masing sebanyak 10 Liter. Pada masing-masing 5 wadah diletakkan 250 gram tanaman eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air. Kemudian dibiarkan selama satu hari atau 24 jam. Setelah 24 jam masing-masing air limbah di ambil untuk dilakukan pengukuran pada parameter pH, TSS, COD, BOD dan minyak-lemka. Hasil pengukuran parameter wajib seperti pH, TSS, COD, BOD dan minyak-lemak kemudian di analisis untuk mengetahui efisiensi penurunan serta perbedaan penurunan pada masing-masing tanaman dengan menggunakan *software* SPSS.

HASIL

Pengujian pada air limbah sebelum dan sesudah dilakukan fitoremediasi dengan empat jenis tanaman air yaitu eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air. Hasil menunjukkan semua perlakuan menunjukkan penurunan seperti yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Rata-Rata Hasil Pengukuran Air Limbah Domestik Sebelum dan Sesudah Fitoremediasi

Parameter	Sebelum Fito-remediasi	Baku Mutu Air Limbah Domestik	Sesudah Fitoremediasi				Kontrol
			Eceng Gondok	Kapu-Kapu	Kangkung Air	Paku Air	
pH	8,7	6 - 9	7,48*	7,08*	7,70*	7,28*	8,7
TSS (mg/L)	346,4	100	112,4	124,2	165,40	104,60	331

COD (mg/L)	264,4	100	98,13*	78,93*	164,27	59,73*	253,87
BOD (mg/L)	166,40	100	86,4*	54,4*	118,40	28,80*	147,20
Minyak-Lemak (mg/L)	120,48	10	93,86	88,14	103,52	73,72	119,93

Keterangan : * = sesuai atau di bawah baku mutu

Prosentase penurunan pH paling tinggi terjadi pada tanaman kapu-kapu sebesar 18,62%. Sedangkan prosentase penurunan kadar TSS, COD, BOD dan minyak-lemak tertinggi terjadi pada tanaman paku air secara berturut-turut sebesar 69,80%, 77,42%, 82,69% dan 38,81%. Prosentase penurunan pH, TSS, COD, BOD dan minyak-lemak terendah terjadi pada tanaman kangkung air secara berturut-turut sebesar 11,49%, 52,25%, 37,90%, 28,85% dan 14,08%.

Tabel 2 Hasil Uji LSD (*Least Significant Difference*) Seluruh Kelompok Perlakuan

Kelompok Perlakuan	Kelompok perbandingan	Parameter				
		pH	TSS	COD	BOD	Minyak-Lemak
Kontrol	Eceng Gondok	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Kapu-Kapu	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Kangkung Air	0.000*	0.000*	0.000*	0.024*	0.000*
	Paku Air	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Eceng Gondok	Kapu-Kapu	0.000*	0.000*	0.016*	0.013*	0.000*
	Kangkung Air	0.021*	0.000*	0.000*	0.013*	0.000*
	Paku Air	0.034*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Kontrol	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Kapu-Kapu	Eceng Gondok	0.000*	0.000*	0.016*	0.013*	0.000*
	Kangkung Air	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Paku Air	0.034*	0.000*	0.016*	0.042*	0.000*
	Kontrol	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
Kangkung Air	Eceng Gondok	0.021*	0.000*	0.000*	0.013*	0.000*
	Kapu-Kapu	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Paku Air	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Kontrol	0.021*	0.000*	0.000*	0.024*	0.000*
Paku Air	Eceng Gondok	0.034*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Kapu-Kapu	0.034*	0.000*	0.016*	0.042*	0.000*
	Kangkung Air	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
	Kontrol	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

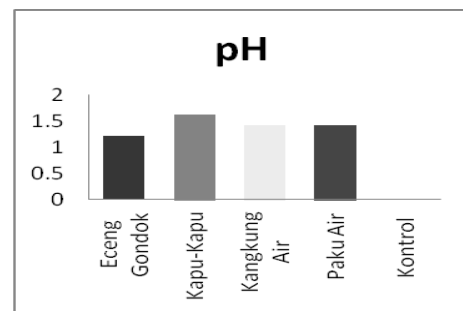
Keterangan : * = Berbeda signifikan

Hasil analisis statistik *T-Paired Test* menunjukkan terdapat penurunan yang bermakna parameter pH, TSS, COD, BOD dan minyak lemak pada semua perlakuan. Sedangkan pada kontrol tidak ada penurunan bermakna pada semua parameter kecuali pada parameter TSS dan COD. Hasil analisis statistik dengan uji LSD juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara masing-masing perlakuan pada parameter pH, TSS, COD, BOD dan minyak-lemak. Perbedaan antara perlakuan penambahan tanaman air dengan kontrol juga menunjukkan perbedaan yang signifikan pada semua parameter (tabel 2).

PEMBAHASAN

1. Perbedaan Kadar Parameter pH

Hasil penelitian menunjukkan pH air limbah domestik mengalami penurunan setelah dilakukan fitoremediasi dengan ke empat tanaman air. Nilai pH pada semua perlakuan tanaman air mengalami penurunan secara signifikan, serta terjadi perbedaan penurunan pH yang signifikan diantara masing-masing perlakuan tersebut. Nilai penurunan pH tertinggi terjadi pada perlakuan tanaman kapu-kapu sebesar 1,62 seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik perbedaan nilai penurunan pH

Chenier (2002) menjelaskan sabun mengandung asam lemak, NaOH dan KOH yang menyebabkan pH air menjadi basa. Hal ini akibat dari KOH dan NaOH yang terionkan menjadi K^+ , Na^+ dan OH^- . Sedangkan detergen mengandung NaOH dan surfaktan seperti LAS (*Linear Alkyl Benzene Sulfonate*). Menurut Supriono dkk. (2005) nilai pH akan menjadi basa ketika konsentrasi surfaktan LAS meningkat yang disebabkan oleh penambahan hasil penguraian berupa ion Na^+ .

Hal ini disebabkan oleh ion-ion K^+ , Na^+ serta sulfat yang berasal dari sabun serta detergen diserap oleh tanaman kapu-kapu sehingga pH menjadi turun. Menurut Kant dkk. (2005), Subarrao dkk. (2003) dan Kopriva dkk. (2019) kalium, natrium dan juga sulfat merupakan unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan untuk keberlangsungan hidupnya. Penyerapan unsur-unsur hara tersebut didukung oleh banyaknya

individu tanaman kapu-kapu sehingga unsur-unsur tersebut berkurang secara optimal.

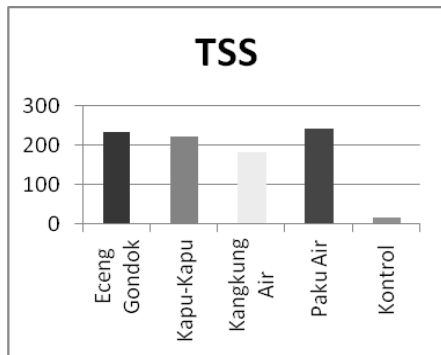
Hal lain yang mendukung perlakuan penambahan kapu-kapu menjadi penurunan pH tertinggi adalah adanya CO₂ dari respirasi tumbuhan itu sendiri. Respirasi tumbuhan melepaskan CO₂, H₂O dan energi (Okonkwo, 1998). Karbondioksida kemudian akan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Nilai pH mula-mula limbah menunjukkan sifat basa maka menurut Utami (2016) dalam keadaan tersebut asam karbonat akan membentuk ion karbonat dan melepaskan ion hidrogen. Menurut Platenik (2018) ion hidrogen dari asam karbonat akan berikatan dengan ion OH⁻ karena kationnya telah diserap oleh tanaman sehingga terbentuk H₂O yang bersifat netral.

Nilai penurunan pH sebesar 1,0. Hal ini disebabkan morfologi akar kangkung air tidak mendukung penyerapan mineral dan bahan anorganik secara optimal karena pertumbuhan akar berlangsung secara bertahap. Selain itu O₂ yang dihasilkan oleh tumbuhan kangkung air larut dalam air dan berfungsi sebagai oksidator, dimana $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$. Ion OH⁻ ini menyebabkan pH menjadi tetap tinggi (Lenntech,2020).

Perbedaan yang signifikan terjadi pada penurunan nilai pH pada semua perlakuan disebabkan oleh perbedaan morfologi, jumlah individu dan metabolisme masing-masing tumbuhan. Hal ini mempengaruhi jumlah penyerapan K⁺, Na⁺ dan sulfat serta respirasi tumbuhan dalam melepaskan CO₂.

2. Perbedaan Kadar Parameter TSS

Hasil penelitian ini menunjukkan parameter TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair mengalami penurunan setelah dilakukan fitoremediasi dengan tanaman air. Nilai TSS sebelum fitoremediasi melampaui baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 100 mg/L.. Prosentase penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan tanaman paku air yaitu 69,80% atau sebesar 241,8 mg/L seperti yang disajikan pada gambar 7. Hal ini disebabkan oleh tanaman paku air memiliki akar yang lebat dan jumlah individu yang banyak sehingga jumlah partikel TSS yang menempel pada akar dapat optimal. Menurut Sooknah (2000) padatan tersuspensi yang melewati akar akan terjebak, menumpuk kemudian mengendap oleh gravitasi atau dipecah oleh mikroorganisme.



Gambar 2. Grafik perbedaan nilai penurunan TSS

Penurunan TSS terendah dari perlakuan penambahan tanaman terjadi pada tanaman kangkung air sebesar 181 mg/L dengan prosentase 52,25%. Hal ini disebabkan oleh akar kangkung yang kurang lebat dan daun tanaman yang mudah gugur sehingga menambah partikel TSS saat terdegradasi. Prosentase penurunan terendah terjadi pada kontrol yaitu sebesar 4,45% atau 15,4 mg/L seperti yang disajikan pada gambar 2. Penurunan TSS masih dapat terjadi karena adanya pertukaran O_2 dari udara bebas dengan air limbah sehingga partikel-partikel TSS dapat terpecah karena oksidasi.

Hasil penurunan TSS pada keempat tanaman air setelah dilakukan uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Perbedaan ini disebabkan karena struktur akar tanaman yang berbeda yang akan berpengaruh pada kemampuan fungsi tanaman sebagai fitoremediator.

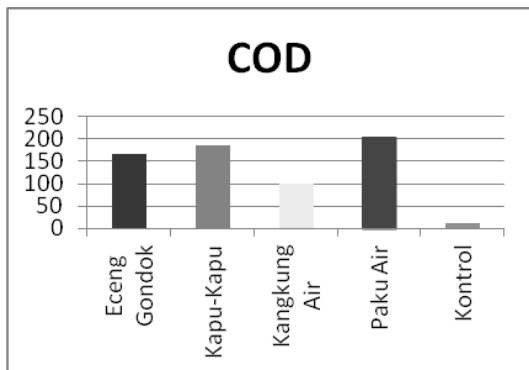
Menurut Chandra, dkk (2017) fitoremediasi sangat erat kaitannya dengan jenis tanaman yang digunakan sebab jenis tanaman akan mempengaruhi struktur akar yang menjadi perangkap *suspended solid*. Terutama untuk menghilangkan bahan-bahan organik pada air limbah domestik. Untuk parameter TSS, ukuran partikel dan koefisien partisi juga dapat mempengaruhi tingkat degradasinya. Dengan kombinasi ini, partikel-partikel dapat terpecah dengan cepat dan diserap dalam jumlah yang lebih banyak oleh tanaman.

3. Perbedaan Kadar Parameter COD

Pada penelitian penurunan kadar COD tertinggi ditunjukkan oleh tanaman paku air yaitu sebesar 204,67 mg/L seperti yang tersajikan pada gambar 8. Hal ini dapat disebabkan oleh O_2 yang dihasilkan dari fotosintesis tanaman dalam jumlah yang tinggi serta simbiosis dengan mikroorganisme yang ada pada akar tanaman. Kedua hal ini membantu mendegradasi pemecahan bahan organik menjadi bahan anorganik untuk diserap oleh tanaman.

Menurut Asmoro dan Munif (2019) akar tumbuhan paku air menghasilkan eksudat yang mampu menarik mikroorganisme sehingga

kelimpahan bakteri endofit tinggi pada akar tanaman.



Gambar 3. Grafik perbedaan nilai penurunan COD

Sedangkan di antara perlakuan tanaman air, tanaman kangkung air menunjukkan penurunan terendah sebesar 100,27 mg/L dengan efisiensi 37,90%. Hal ini disebabkan morfologi akar yang kurang lebat dan mudah gugurnya daun kangkung air sehingga menambah beban pencemar.

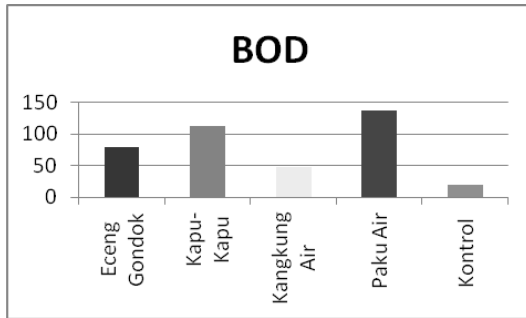
Penurunan terendah terjadi pada perlakuan tanpa tanaman yaitu sebesar 10,67 mg/L (Gambar 3) dengan prosentase 4,03%. Bahan organik pada kontrol tetap dapat terdegradasi secara kimiawi dengan adanya difusi oksigen dari udara dan mikroorganisme di dalam air limbah. Penurunan kadar COD pada tanaman eceng gondok, kapu-kapu dan paku air cukup tinggi bahkan di bawah standar baku mutu yang ditetapkan. Perbedaan yang signifikan terhadap penurunan parameter COD antara masing-masing tanaman disebabkan oleh struktur morfologi tanaman terutama bagian akar

dan daun serta jumlah individu masing-masing tanaman (Hibatullah, 2019).

4. Perbedaan Kadar Parameter BOD

Hasil penelitian ini menunjukkan parameter BOD juga berada di atas baku mutu sebelum fitoremediasi dilakukan. Baku mutu BOD air limbah domestik yang tercantum dalam Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 adalah 100 mg/L. Setelah dilakukan fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok, kapu-kapu dan kangkung air dan paku air, nilai BOD mengalami penurunan. Pada tanaman eceng gondok, kapu-kapu dan paku air nilai BOD telah berada di bawah baku mutu, sedangkan kangkung air belum mampu menurunkan kadar BOD sesuai baku mutu yang telah ditetapkan.

Fitoremediasi dengan tanaman paku air menunjukkan penurunan BOD tertinggi yaitu 137,6 mg/L seperti yang disajikan pada gambar 4. Penurunan BOD yang tinggi disebabkan oleh tanaman paku air berada pada fase sekunder atau pertumbuhan sehingga bentuk dan warna daun optimal untuk proses fotosintesis.



Gambar 4. Grafik perbedaan nilai penurunan BOD

Proses fotosintesis menghasilkan oksigen yang sangat diperlukan oleh mikroorganisme yang hidup pada akar tanaman untuk memecah bahan organik. Berdasarkan penelitian Puspitaningrum, dkk (2012) 30 gram paku air pada 10 L air mampu menghasilkan 3,75 mg/L O₂ per jam. Tanaman kangkung air menunjukkan penurunan BOD paling rendah diantara keempat tanaman dengan prosentase 28,85% atau 48 mg/L. Hal ini dapat disebabkan oleh waktu yang diperlukan oleh kangkung air untuk memperbanyak akar agar tumbuh dan berkembang secara kompleks lebih lama. Sebab akar tanaman yang lebat dapat menjadi tempat hidup lebih banyak mikroorganisme.

Penurunan kadar BOD pada masing-masing tanaman air memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh morfologi akar tanaman yang dapat mendukung simbiosis dengan mikroorganisme. Mikroorganisme menjadi hal penting karena BOD diukur

melalui perkiraan jumlah oksigen terlarut yang tersisa setelah digunakan oleh bakteri untuk mendegradasi senyawa organik. Fotosintesis dan morfologi daun serta batang saat perlakuan juga mempengaruhi kadar BOD melalui jumlah oksigen yang dihasilkan dari kedua faktor ini. Menurut Pancadewi, dkk (2016) dan Chandra, dkk (2017) Penurunan kadar bahan organik dalam air limbah dipengaruhi oleh mikroorganisme yang bersimbiosis pada akar tanaman. Fotosintesis tanaman menghasilkan O₂ yang sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecah bahan organik. Semakin tinggi O₂ maka mikroorganisme dapat memecah bahan organik lebih cepat sehingga BOD akan turun karena kadar O₂ telah surplus. Sedangkan morfologi daun dan batang dapat mempengaruhi kadar O₂ dari hasil fotosintesis melalui jarak terhadap permukaan air. Semakin dekat dengan permukaan air maka O₂ akan semakin mudah berdifusi ke air. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan kadar BOD yang signifikan setelah perlakuan pada masing-masing tanaman air.

5. Perbedaan Kadar Parameter Minyak-Lemak

Kadar minyak pada limbah yang diteliti termasuk tinggi sedangkan standar baku mutu yang ditetapkan pada

Peraturan Gubernur Bali Nomor 16 Tahun 2016 kecil yaitu 10 mg/L. Jika menggunakan tanaman sebagai fokus utama, luas tutupan tanaman dan morfologi akar serta bagian tumbuhan yang berkontak langsung dengan kontaminan menjadi faktor penting agar kadar minyak dan lemak dapat menurun (Anonim, 2018).

Hasil penelitian terhadap parameter minyak dan lemak sebelum fitoremediasi menunjukkan kadar minyak lemak yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan. Kadar minyak lemak air limbah sebelum fitoremediasi disajikan pada tabel 1. Penurunan kadar minyak lemak pada penelitian ini masih berada di atas baku mutu yang telah ditetapkan. Kadar penurunan minyak-lemak pada penelitian ini disajikan pada tabel 1. Fitoremediasi dengan tanaman paku selama satu hari menurunkan kadar dengan fitoremediasi minyak-lemak sebesar 46,76 mg/L. Tanaman kapu-kapu menurunkan kadar minyak lemak sebesar 32,34 mg/L. Pada perlakuan penambahan eceng gondok dapat menurunkan kadar minyak sebesar 26,62 mg/L. Penurunan kadar minyak-lemak pada perlakuan penambahan kangkung air adalah 16,96 mg/L. Penurunan kadar minyak-lemak terendah adalah pada

perlakuan tanpa tanaman atau kontrol sebesar 0,55 mg/L.

Penelitian fitoremediasi terhadap air limbah domestik pada parameter minyak-lemak masih jarang dilakukan. Terutama yang tidak menggunakan media seperti *wetland* atau *grease strap*. Penelitian yang dilakukan Imron, dkk (2019) melaporkan kadar minyak lemak yang berhasil diturunkan dengan menggunakan 150 gram eceng gondok selama 8 hari adalah 5,6 mg/L dengan efisiensi 96,55%. Penggunaan jenis tanaman paku air dan kapu-kapu pada kondisi yang sama mampu menurunkan 5,6 mg/L dan 5,14 mg/L minyak-lemak. Sedangkan pada penelitian ini efisiensi penurunan kadar minyak lemak kecil jika dibandingkan penelitian di atas. Hal ini disebabkan perbandingan kadar awal minyak-lemak pada penelitian tersebut sangat kecil yaitu 5,8 mg/L sedangkan pada penelitian ini sebesar 120,48 mg/L.

Berdasarkan uji statistik kadar minyak-lemak sebelum dan sesudah fitoremediasi memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan yang signifikan juga ditunjukkan pada masing-masing nilai penurunan oleh tiap-tiap tanaman. Perbedaan dapat disebabkan oleh bulu-bulu halus pada tanaman membantu penyerapan minyak-lemak. Minyak dan lemak juga teroksidasi oleh oksigen yang

dihasilkan oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Anonim (2018) bahwa morfologi daun dan akar tanaman yang memiliki bulu-bulu halus mendukung untuk menangkap minyak dan lemak yang ada di air limbah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis statistik yang telah dilakukan serta pembahasan yang telah dideskripsikan maka dapat ditarik simpulan bahwa penggunaan ke empat tanaman air (eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air) sebagai fitoremediator dapat menurunkan kadar parameter pH, TSS, COD, BOD dan minyak lemak pada air limbah domestik dengan perbedaan yang signifikan pada masing-masing perlakuan. Paku air memiliki efisiensi dan prosentae penurunan paling tinggi pada parameter TSS, COD, BOD dan minyak-lemak.

SARAN

Penelitian selanjutnya metode ini dapat dimodifikasi dengan kombinasi kolam aerasi tunggal atau kolam aerasi bertingkat. Pada penerapannya baik oleh masyarakat ataupun melalui pemerintah metode ini dapat menjadi pilihan sebagai salah satu metode untuk mengurangi bahan organik pada sistem pengolahan

limbah. Sebab pengolahan limbah dilapangan umumnya memiliki beberapa tahapan sebelum limbah dapat benar-benar dibuang ke lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2018. *What Plants Can Teach Us About Oil Spill Clean-Up, Microfluidics : Nature-Inspired 3D Printed Solutions to Solve Perhaps One of the Worst Human-Made Dilemmas*. University of Southern California. Available from <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/03/180320141315.htm> (Diakses tanggal 12 Juni 2020)
- Agustono, A.S. Widodo dan W. Paramita. 2010. Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar pada Daun Kangkung Air (*Ipomea aquatica*) yang Difermentasi. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 2(1):37-43
- Asmoro, P.P dan A. Munif.2019.Bakteri Endofit dari Tumbuhan Paku-Pakuan sebagai Agens Hayati *Rhizoctonia solani* dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 15(6) : 239 – 247.
- Augusta, T.S. 2017. Pengaruh Pemberian Apu-Apu (*Pistia stratiotes*) Sebagai Pupuk Organik dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Populasi Kutu Air (*Daphnia* sp). *Jurnal Daun*. 4(2) : 109 – 118.
- Basri, M. 2019. *Pengaruh Pemberian Tepung Apu-Apu (Pistia stratiotes) Terhadap Persentasi Karkas dan Protein Daging pada Ayam Kampung Super* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Chandra, R., N.K. Dubey dan V. Kumar.2017.*Phytoremediation of*

- Environmental Pollutants*. CRC Press.
- Chussetijowati, J. 2010. Fitoremediasi Radionuklida ^{134}Cs dalam Tanah Menggunakan Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp). *Prosiding Seminar Nasional Ke-16 Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir*. ITS. Surabaya. Hal. 282 – 289
- Dewi, Y.S. 2012. Efektivitas Jumlah Rumpun Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) Dalam Pengendalian Limbah Cair Domestik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 13(2):151 – 158.
- Hakim, I.A. 2017. *Evaluasi Kapasitas dan Kecepatan Pipa Utama IPAL Universitas Sebelas Maret Surakarta*. (Tugas Akhir). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Hibatullah, H.F. 2019. *Fitoremediasi Limbah Domestik (Grey Water) Menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia molesta) Dengan Sistem Batch* (Tugas Akhir). Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Nguyen, T. V. D., Huynh, H. N. T., Nguyen, M. N. H., & Ngo, T. V. 2018. The Use Of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) In Domestic Wastewater Treatment. *The Journal of Agriculture and Development*. 17(3), 49-54.
- Imron., N.S., Dermiyati, E. Suroso, dan S.B. Yuwono. 2019. *Fitoremediasi dengan Kombinasi Gulma Air untuk Memperbaiki Kualitas Air Limbah Domestik*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol.17(1): 51 – 60.
- Kaderi, H. 2005. Penambahan Konsentrat *Salvinia molesta* untuk Meningkatkan PerTanaman Padi di Tanah Sulfat Asam. *Buletin Teknik Pertanian*. 10 (2): 46 – 48.
- Kant S., P. Kant, dan U. Kafkafi. 2005. Potassium Uptake by Higher Plants : From Field Application to Membrane Transport. *Acta Agronomica Hungarica*. 53(4) : 1 – 7.
- Kopriva dan Mario. 2019. Sulfur Nutrition: Impacts On Plant Development, Metabolism and Stress Responses. *Journal of Experiment Botany*. 70 (16) : 4069 – 4073.
- Okonkwo, N.J. 1998. *Respiration In Plants*. Available from : www.researchgate.net/publication/284023726 (Akses tanggal 30 Agustus 2020)
- Pancadewi, I.G.A.K. Sri, P. Suarya, I.E. Suprihatin dan W. Dwijani. 2016. Penurunan BOD, COD dan Zat Warna Limbah Pencelupan dengan Fitoekstraksi Menggunakan Kiambang (*Salvinia natans*). *Jurnal Bumi Lestari*. 16(1):11 – 15.
- Peraturan Gubernur Bali No.16 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup.
- Platenik, J. 2018. *pH Calculations*. Available from : <https://ulbld.lf1.cuni.cz/file/3186/calculations-ph1819-web.pdf> (Akses tanggal 30 Agustus 2020)
- Ramlan, P. dan M.A. Indriati. 2018. Analisa Potensi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Danau Limboto sebagai Pakan Ternak. *Prosiding Seminar Nasional Integrated Farming System*. Gorontalo 25 – 26 Nopember 2018.
- Risnawati, A. 2014. *Prokdivitas Lemna minor L dan Salvinia sp Mitchell Pada Berbagai Media Tumbuh*

- (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sooknah, R. 2000. A Review of the Mechanisms of Pollutant Removal in Water Hyacinth Systems. *Science and Technology Research Journal*. 3: 50 – 57.
- Subbarao, G.V., O. Ito, W.L. Berry dan R.M. Wheeler.2003.Sodium – A Functional Plant Nutrient. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 22(5) : 391 – 416.
- Supriono,E., L. Lisnawati dan D. Djoko Setiyanto.2005. Pengaruh *Linear Alkyl Benzene Sulfonate* Terhadap Mortalitas, Daya Tetas Telur dan Abnormalitas Larva Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus Sauvage*). *Journal Akuakultur*. 4(1) : 69 -78
- Wijaya, R. H. 2018. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dengan Perekat Tapioka Sebagai Bahan Baku Papan Serat* (Skripsi).Universitas Lampung.Bandar Lampung.
- Utami, P.2016.*Pengolahan Limbah Cair Tahu dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi* (Laporan Akhir). Politeknik Negeri Sriwijaya.Palembang
-