

**EFEKTIVITAS MELATI AIR DALAM MENURUNKAN KADAR
BOD, COD DAN TSS PADA AIR LIMBAH LAUNDRY**
***EFFECTIVENESS OF WATER JASMIN IN REDUCING BOD, COD
AND TSS CONCERNS IN LAUNDRY WASTE WATER***

Sela Zahratun Ain⁽¹⁾ dan Linda Noviana⁽²⁾

Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta
Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH No. 84. Tebet - Jakarta Selatan. 12870
Email : lindanoviana@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan industri pencucian pakaian dapat menimbulkan pencemaran mengakibatkan eutrofikasi. Sehingga perlu dilakukan alternative pengolahan dan pengaplikasian yang efektif untuk mengolah limbah ini, salah satunya dengan menggunakan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan Melati Air dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah laundry dengan variasi waktu kontak 7, 14 dan 21 dengan perbedaan banyaknya tumbuhan yaitu 2, 4, 6 dan 8 tanaman. Sedangkan efektivitas penyerapan pada tanaman Melati Air adalah pada hari ke 14.

Kata kunci: *Melati Air, Fitoremediasi, Limbah Laundry.*

ABSTRACT

The laundry industries may effective water pollution resulting in eutrophication. It need alternative technology for laundry waste water treatment. Phytoremediation is the use of plant to deprive, stabilize or destroying material contaminant organic compounds and inorganic. This research aims to determine the ability of Jasmine Water to reduce levels of BOD, COD and TSS in laundry waste with contact time variations between 7, 14 and 21 with differences the number of plants on 2, 4, 6 and 8 plants. While the effectiveness of absorption in Echinodorus palaefolius is on day 14.

Keywords: *Echinodorus palaefolius, Phytoremediation, laundry waste water treatment.*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Salah satu penyebab timbulnya masalah pencemaran air di kota-kota besar adalah banyaknya limbah yang berasal dari rumah tangga maupun dari industri atau kegiatan lainnya yang dibuang ke badan air tanpa melewati sistem pengolahan limbah.

60% - 70% air yang digunakan akan terbuang sebagai air limbah yang pada umumnya akan masuk ke badan air tanpa upaya pengolahan terlebih dahulu, sehingga memberikan kontribusi pencemaran dalam badan air. Upaya mengolah limbah cair sebelum dibuang ke badan air atau ke tempat lainnya adalah tindakan yang sangat perlu diperhatikan. Kendala yang sering terjadi dalam sistem pengolahan limbah adalah besarnya biaya konstruksi, operasional maupun perawatan, dan kadang dibutuhkan keahlian tertentu

untuk menjalankan sistem pengolahan limbah. Pencarian desain alternatif suatu sistem pengolahan limbah yang sederhana mudah diterapkan dalam skala rumah tangga atau individual dengan memanfaatkan sumber daya yang ada di Negara Indonesia perlu ditingkatkan, sejalan dengan pentingnya peningkatan kesadaran masyarakat akan arti pentingnya lingkungan (Sugiharto, 2005).

Limbah yang digunakan adalah limbah laundry, pemutih air dan softener menurut Sulistyani (2010) merupakan bahan terpenting pada detergen *laundry*. Kandungan limbah *laundry* yang sangat kotor mengandung mineral oil, logam berat, dan senyawa berbahaya di mana harga COD mencapai 1200 sampai 20.000 mg O₂/L.

Tanaman Melati air diketahui sebagai alternatif metode fitoremediasi limbah cair. Berdasarkan penelitian Amalia Safira Koesputri tahun 2016 bahwa Tanaman Melati merupakan tanaman Melati Air yang mempunyai kemampuan yang cukup baik dalam menyerap dan mengurai polutan yang dapat menurunkan kandungan polutan itu sendiri.

Penelitian sebelumnya mengenai Penurunan Zat Pencemar pada Air Limbah Perikanan Menggunakan Tanaman Air yang disusun oleh Fika Rahmadini dengan kesimpulan bahwa efisiensi penurunan zat pencemar menggunakan tanaman Melati Air dan Papyrus Kerdil mencapai 98,7 % (TSS) dalam jangka waktu ± 2 bulan. Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya di penelitian ini ada perbedaan jumlah Tanaman Melati air di setiap baknya. Setelah itu penelitian ini akan diketahui efisiensinya dan air outletnya akan dibandingkan dengan PP 82 tahun 2001 bahwa air tersebut layak untuk dibuang ke lingkungan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu: a) bagaimana pengaruh tanaman Melati Air dapat berpengaruh menurunkan konsentrasi zat pencemar seperti BOD, COD dan TSS; b) berapa konsentrasi zat pencemar BOD, COD dan TSS yang dapat diturunkan dengan menggunakan tanaman Melati Air; dan c) berapa besar efisiensi penurunan konsentrasi zat pencemar BOD, COD, dan TSS dengan menggunakan tanaman Melati Air.

2. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian dan Data

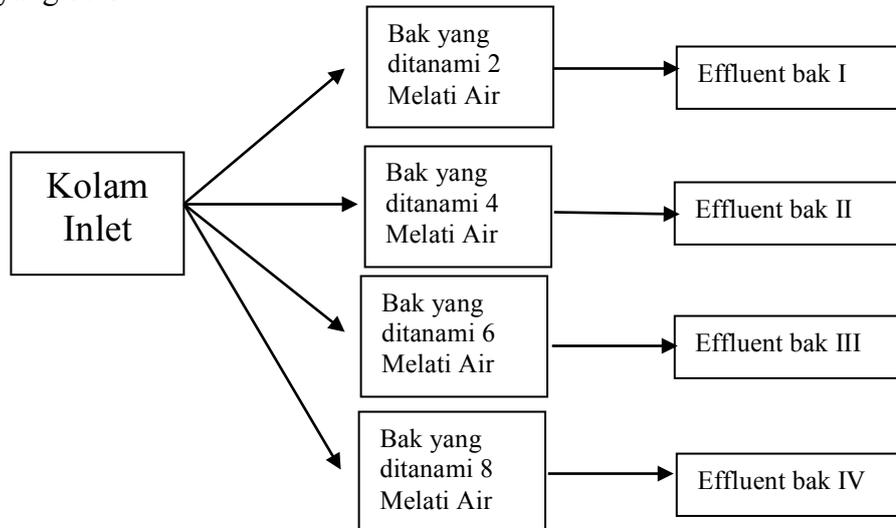
Jenis penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian eksperimental, dimana penelitian dilakukan berdasarkan hasil percobaan untuk kemudian dapat diaplikasikan di lingkungan sebagai pengolahan yang sederhana. Adapun sumber-sumber data yang digunakan oleh penulis dalam kegiatan penelitian adalah: 1) Data Primer yaitu data hasil percobaan skala kecil serta observasi lapangan; 2) Data Sekunder yaitu data hasil penelitian ini akan dibandingkan dengan literatur, jurnal dll.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini, antara lain dengan : 1) observasi, yaitu pengumpulan data dilakukan berdasarkan kegiatan observasi atau pengamatan penulis di lapangan terhadap IPAL Laboratorium. Pada proses ini termasuk di dalamnya evaluasi awal kondisi pengamatan selama proses percobaan skala laboratorium; 2) dokumen, yaitu pengumpulan data berdasarkan studi literatur yang berasal dari dokumen seperti buku-buku, dokumentasi kegiatan IPAL, data teknis IPAL, jurnal, dan lain-lain. Literatur yang digunakan akan dijadikan referensi penulis dalam melakukan penelitian maupun penarikan kesimpulan.

3.3 Penelitian

Sebelum dilakukannya penanaman dengan batu koral dan limbah *laundry*. Tanaman harus melalui proses aklimatisasi yaitu pembersihan tanaman dari media tanah dan ditanam di air yang bersih.



Gambar 1. Penelitian

Keterangan : Bak yang digunakan berukuran 25 x 1 cm dengan volume bak 4 liter. Penetapan yang akan digunakan akan dikerjakan secara duplo.

3.4 Analisis Data

Observasi evaluasi kondisi limbah laboratorium akan dilakukan untuk mengetahui dampak dari limbah yang dihasilkan laboratorium. Sedangkan data hasil percobaan skala laboratorium akan dianalisa untuk meminimalisir limbah Laboratorium.berikut parameteer dan metode yang akan dilakukan kepada sampel :

Tabel 1 Analisis Parameter dan Metode

Parameter	Metode Analisis
COD	Titrimetri
BOD	Titrimetri
TSS	Gravimetri

(1) Analisis Uji COD

Pipet 5 mL larutan sampel, kemudian dimasukkan kedalam tabung Erlenmeyer 250 mL. setelah itu dilakukan penambahan 1 gram H₂SO₄ 1 mL K₂Cr₂O₇ 0,25 N, 3 mL reagen yang berisi campuran AgSO₄ dan H₂SO₄, kemudian mulut tabung COD ditutup, dikocok sampai homogen. Selanjutnya tabung COD beserta isinya dimasukkan kedalam reactor COD, tekan tombol *on* pada temperature 148 °C, kemudian membiarkannya selama 2 jam. Setelah 2 jam sampel dipanaskan, kemudian reactor COD dimatikan dengan cara menekan tombol *off*, kemudian tabung COD dituangkan kedalam Erlenmeyer dan tabung COD dibilas dengan aquadest. Kemudian larutan tersebut ditambahkan indikator ferroin dan dilakukan perhitungan kadar COD limbah cair industri tahu yang telah mendapat perlakuan dan banko (Alaerts dan Santika, 1984).

a. Perhitungan COD

$$\text{COD} = \frac{(A-B) \times N \text{ FAS} \times \text{Be O}_2 \times P}{V \text{ sampel}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :
 A = mL titran blangko
 B = mL titran sample
 N = Normalitas FAS
 Be O₂ = 8000
 P = Pengenceran

b. Perhitungan setelah perlakuan

$$\text{COD} = \frac{(\text{COD awal} - \text{COD akhir}) \times 100\%}{\text{COD awal}} \dots\dots\dots(2)$$

(2) Analisis Uji BOD

Pipet 5 mL sampel kedalam larutan Erlenmeyer tutup asah, tambahkan 1 mL.MnSO₄ dan 1 mL larutan alkali azida, tutup sampel dan kocok dengan membolak-balikkan botol beberapa kali, biarkan hingga terbentuk endapan setengah bagian.Kocok kembali sampai endapan larut.Masukan secara kuantitatif kedalam erlenmeyer yang berisi larutan jernih, diaduk hingga homogen. Titrasi larutan dengan natrium tiosulfat 0,1 N sampai berwarna kuning muda, tambahkan 1 – 2 mL indikator kanji sampai warna biru dan lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang. Lakukan hal sama dengan blanko. (Alaerts dan santika, 1984).

a. Perhitungan BOD sebelum perlakuan

$$\text{DO (mg/L)} = \frac{V \text{ tiosulfat} \times N \text{ tiosulfat} \times \text{Be O}_2 \times P}{V \text{ sampel}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{BOD} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

Keterangan :
 DO₀ = Oksigen terlarut 0 hari
 DO₅ = Oksigen terlarut 5 hari
 Be O₂ = 8000
 P = pengenceran

b. Perhitungan BOD setelah perlakuan

$$\text{BOD} = \frac{(\text{BOD awal} - \text{BOD sampel})}{\text{BOD awal}} \dots\dots\dots(4)$$

(3) Analisis Uji TSS

Pengujian dilakukan dengan melakukan penyaringan menggunakan peralatan vakum.Saringan dibasahi dengan sedikit aquades.Contoh ujidiaduk dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.Contoh uji dipipet dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik. Penyaringan dilakukan menggunakan kertas saring yang dicuci dengan 3x10 mL air suling, dibiarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Kemudian contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.Kertas saring dipindahkan secara hati-hati dari peralatan penyaringan dan dipindahkan ke wadah timbang alumunium sebagai penyangga.Kemudian dikeringkan dalam oven minimal selama 1 jam pada suhu 103 sampai dengan 105°C (Alaerts dan Santika, 1984).

a. Perhitungan TSS

$$\text{TSS} = \frac{(A-B)}{\text{Vol sampel (mL)}} \dots\dots\dots(5)$$

(Dwinanto, A. 2009)

Keterangan : A = berat sample setelah ditimbang
 B = berat cawan tanpa sample (mg)
 C = berat cawan (mg)

b. Perhitungan Efektivitas

$$Efektivitas (\%) = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

3.5 Perhitungan Data

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan inferensial. Analisis data secara deskriptif dilakukan untuk mengetahui pengaruh bertambahnya konsentrasi BOD, COD dan TSS. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik garis. Analisis data secara inferensial dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian. Teknik analisis yang digunakan adalah Analisis Varian (ANOVA) lima taraf dengan 3 kali pengulangan. Tabel ANOVA rancangan acak lengkap faktor tunggal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel ANOVA

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	Sig. (SPSS)
Perlakuan	4	JKP	KTP=JKP/4	KTP/KTG	0.0000
Galat	10	JKG	KTG=JKG/10		
Total	14				

Nilai signifikansi $\leq 0,05$ dan $0,01$, maka H_0 ditolak, nilai signifikansi $> 0,05$ dan $0,01$, maka H_0 diterima.

Model eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \Sigma_{ijk}$$

Dimana :

- Y_{ij} = Pengamatan untuk tiap perlakuan
- μ = Rataan umum
- A_i = Pengaruh faktor A pada taraf ke-i
- Σ_{ijk} = Pengaruh galat pada faktor A taraf ke-i

Hipotesis yang digunakan adalah

$H_0 : A_i = 0$, maka H_0 diterima ($i = 1,2,3,4,5$)

- Menyatakan tidak ada perbedaan secara nyata antara bak 1, 2, 3 dan 4 dihari ke-0, 7 dan 14.

$H_0 : A_i \neq 0$, maka H_0 ditolak ($i = 1,2,3,4,5$)

- H_1 diterima (H_0 ditolak) menyatakan bahwa ada perbedaan secara nyata antara bak 1, 2, 3 dan 4 dihari ke-0, 7 dan 14.

Jika signifikasi $< 0,05$ dan $0,01$ berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima dan terdapat perbedaan yang signifikan antara permen jelly kolang kaling dengan konsentrasi karagenan 0% ; 1,5% ; 3% ; 4,5% dan 6%.

Jika signifikasi $> 0,05$ dan $0,01$ berarti H_0 diterima dan H_1 ditolak dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara permen jelly kolang kaling dengan konsentrasi karagenan 0% ; 1,5% ; 3% ; 4,5% dan 6%.

Jika hasil ANOVA diperoleh hasil yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji rata-rata metode Duncan untuk menentukan mana yang berbeda.

Rumus uji Duncan :

$$LSR = SSR \times S_y$$

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{T}}$$

Keterangan :

LSR= *Least Significant Range*

SSR = *Studentize Significant Range*

SSR (*Studentize Significant Range*) adalah jarak nyata (rp) yang dapat dilihat pada tabel statistik. Jika nilai selisih rata-rata lebih besar dari nilai LSR pada $\alpha = 0,01$ berarti antar perlakuan berbeda sangat nyata dan bila lebih besar dari nilai rata-rata LSR (*Least Significant Range*) pada $\alpha = 0,05$ berarti antar perlakuan berbeda nyata. Bila nilai selisih rata-rata lebih kecil dari nilai LSR pada $\alpha = 0,01$ maupun $\alpha = 0,05$ berarti antar perlakuan tidak berbeda nyata.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Limbah Laundry

Air limbah yang dihasilkan dari proses kegiatan *laundry* mempunyai komposisi dan kandungan yang bervariasi. Hal ini disebabkan variasi kandungan kotoran pada bahan yang akan dicuci, komposisi, jenis dan jumlah deterjen yang digunakan serta teknologi yang dipakai untuk mencuci (Hudori, 2008).

Karakteristik dari air limbah laundry yang diperoleh dari penelitian Hudori (2008) dan Padmanabha (2015) disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 3 Karakteristik Limbah Laundry

Parameter	Nilai Hudori (200)	Padmanabha (2015)	Satuan
Suhu	23,6-26,0	-	mg/L
pH	8,67-10,53	8,6	mg/L
Surfaktan	256,87-363,72	-	mg/L
COD	599,44-754,35	346,84	mg/L
BOD	-	182,78	mg/L
TSS	-	48,65	mg/L
Total Fosfat	7,36 - 7,84	7,30	mg/L

Sumber : Hudori (2008); Padmanabha (2015)

Tingginya nilai parameter pada air limbah laundry tentunya akan menyebabkan pencemaran lingkungan terutama pencemaran badan air. Kualitas air limbah laundry tersebut tidak sesuai dengan baku mutu yang tercantum dalam peraturan yang sudah ditetapkan oleh pemerintah PP no 82 tahun 2001 kelas 1.

Untuk mengetahui adanya pengaruh tanaman Melati Air pada air limbah laundry, maka dilakukan pengujian statistik untuk mengambil suatu kesimpulan. Uji statistik yang kita gunakan adalah uji ANOVA satu arah hanya ada satu variabel independen. Dalam analisis varian satu arah, hanya ada satu sumber keragaman dalam variabel terikat, yakni kelompok dalam populasi yang sedang dikaji. (Sugiharto, 2009).

Hasil kadar yang diperoleh setelah perlakuan variasi bak tanaman Melati Air kemudian dilakukan pengujian dengan program SPSS melalui ANOVA satu arah untuk mengetahui apakah perlakuan variasi bak memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar BOD, COD dan TSS atau tidak.

Data terdistribusi normal untuk menguji apakah data tiap kelompok memiliki distribusi normal. Hal ini bisa dilakukan dengan uji Kolmogorov sminov dengan hipotesis :

H₀ : apakah ada perbedaan secara nyata antara bak 1, 2, 3 dan 4 dihari ke 0, 7, 14

H₁ : terdapat perbedaan hasil BOD, COD dan TSS terhadap keempat perlakuan bak.

3.2. Hasil Uji Parameter

1) Hasil Uji BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah suatu karakteristik yang

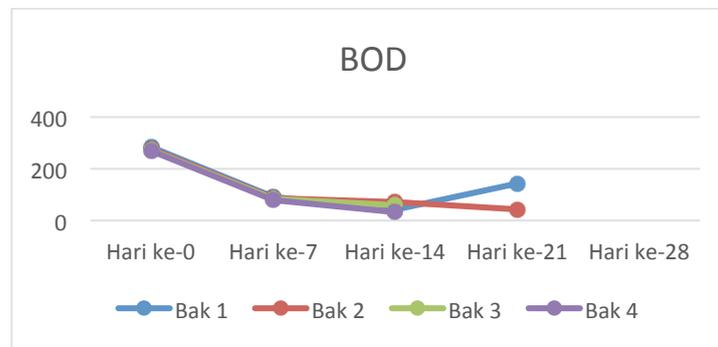
menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umaly dan Cuvin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991). Data hasil penelitian penurunan konsentrasi BOD pada air limbah setelah melalui bak dengan variasi jumlah tanaman dan waktu tinggal adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil analisa penetapan kadar BOD pada hari ke-0 dan ke-7

SAMPEL	HARI KE 0				HARI KE 7				Efv
	1	2	3	Rerata	1	2	3	Rerata	
BAK 1	282	284	284	283	91	90	91	91	65.52
BAK 2	275	279	278	277	86	85	87	86	68.95
BAK 3	270	273	271	271	84	82	82	83	69
BAK 4	269	273	269	270	81	79	80	80	70.37

Tabel 5 Hasil analisa penetapan kadar BOD pada hari ke 14 dan ke 21

SAMPEL	HARI KE 14					HARI KE 21				
	1	2	3	Rerata	Efv	1	2	3	Rerata	Efv
BAK 1	42	41	40	41	54.94	145	143	144	144	71.53
BAK 2	70	72	72	71	17.44	44	43	43	43	39.43
BAK 3	58	59	58	58	30.12	-	-	-	-	-
BAK 4	31	33	31	32	60	-	-	-	-	-



Gambar 2 Grafik hasil analisa penetapan kadar BOD

BOD awal pada hari ke-0 adalah 282 O₂/liter di bak 1 sampai hari ke 14 terjadi penurunan kadar BOD namun pada hari ke-21 konsentrasinya naik kembali dikarenakan faktor air hujan dan adanya daun yang berguguran dari tanaman Melati Air. Nilai BOD turun setelah penerapan tanaman melati air selama 3 minggu di bak 2 dan 3. Di bak ke 3 dan 4 pada hari ke 21 tidak ada data dikarenakan air limbah sudah proses kondensasi dan menyerap pada tanaman yang mengakibatkan tanaman menjadi mati. Nilai BOD berbanding lurus dengan nilai COD. Efektivitas yang paling tinggi adalah pada bak ke 4 dengan jumlah tanaman di hari ke 14 menunjukkan perubahan yang signifikan. Dilihat pada efektivitasnya bahwa penurunan yang paling tinggi adalah dari hari ke-0 sampai hari ke-7 pada bak 4 yaitu 70.34% dengan 8 tanaman di bak tersebut. Tapi jika dibandingkan dengan PP No 82 tahun 2001 kelas 1, maka limbah ini tidak memenuhi syarat air untuk dibuang ke perairan karena BOD yang tercantum di PP No 82 tahun 2001 kelas 1 adalah 2 mg O₂/L.

Pada umumnya besarnya nilai BOD dipengaruhi oleh suplai oksigen terlarut baik dari udara dan fotosintesis tanaman dan dapat juga dipengaruhi adanya tanaman yang menutupi permukaan air limbah. Keadaan tanaman dapat menyerap zat organik yang terdapat dalam air limbah. Semakin banyak tanaman, maka semakin banyak bahan organik

yang terserap.

Hasil uji Anova BOD pada hari ke-0

Tabel 6 Hasil uji annova BOD pada hari ke-0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	326.250	3	10.750	32.625	0.000
Within Groups	26.667	8	3.333		
Total	352.917	11			

Berdasarkan Tabel di atas hasil uji signya sebesar 0,000 yang berarti $<0,05$ maka H0 ditolak dan H1 diterima yang berisikan terdapat perbedaan hasil BOD terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis data tersebut berdistribusi normal. Nilai signifikasi didapatkan sebesar 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikasi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD ($0,000 < 0,05$).

Hasil uji Annova BOD pada hari ke-7

Tabel 7 Hasil uji annova BOD pada hari ke-7

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	190.333	3	63.444	69.212	0.000
Within Groups	7.333	8	.917		
Total	197.667	11			

Berdasarkan Tabel di atas Hasil uji signya sebesar 0,000 yang berarti $<0,05$ maka H0 ditolak dan H1 diterima yang berisikan terdapat perbedaan hasil BOD terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis data tersebut berdistribusi normal. Nilai signifikasi didapatkan sebesar 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikasi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD ($0,000 < 0,05$).

Hasil uji Annova BOD pada hari ke-14

Tabel 8 Hasil uji annova BOD pada hari ke-14

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	220.917	3	940.306	940.306	0.000
Within Groups	.000	8	1.000		
Total	22.917	11			

Berdasarkan Tabel di atas Hasil uji signya sebesar 0,000 yang berarti $<0,05$ maka H0 ditolak dan H1 diterima yang berisikan terdapat perbedaan hasil BOD terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis data tersebut berdistribusi normal. Nilai signifikasi didapatkan sebesar 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikasi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD ($0,000 < 0,05$).

2) Hasil Uji COD (*Chemical Oxygen Demand*)

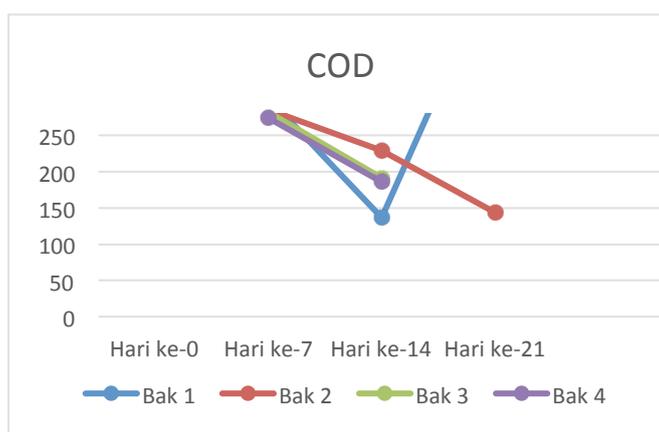
Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organis yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan pada air dengan menggunakan tanaman melati air maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 9 Hasil analisa penetapan COD pada hari ke-0 dan hari ke-7

SAMPSEL	HARI KE 0				HARI KE 7				Efv
	1	2	3	Rerata	1	2	3	Rerata	
BAK 1	945	943	942	943	302	301	302	301.6	68.01
BAK 2	940	939	939	939.3	286	285	285	285.3	69.62
BAK 3	938	936	937	937	282	283	281	282	69.90
BAK 4	924	920	922	922	275	273	274	274	72

Tabel 10 Hasil analisa penetapan COD pada hari ke-14 dan ke-21

SAMPSEL	HARI KE 14					HARI KE 21				
	1	2	3	Rerata	Efv	1	2	3	Rerata	Efv
BAK 1	137	136	136	135	55.23	487	486	487	486.6	260
BAK 2	230	229	228	229	19.73	145	143	144	144	37.11
BAK 3	193	190	191	191	32.27					
BAK 4	187	185	186	186	32.11					



Gambar 3 Grafik hasil analisa penetapan kadar COD

Gambar tingkat COD dalam air terhadap lamanya hari pengamatan yang menggunakan tanaman Melati Air. Pada gambar terjadi perubahan tingkat COD pada air yang menggunakan tanaman Melati Air tetapi perbandingan perubahan konsentrasinya pada hari ke-0 hingga hari ke-21 cukup terlihat berbeda. Pada hari ke-0 sampai hari ke-17 terlihat bahwa konsentrasinya CODnya menurun dan kembali meningkat pada hari ke 21 pada bak 1 karena adanya faktor air hujan yang masuk kedalam bak. Percobaan ini dilakukan sampai hari ke 28, pada hari ke-28 tanaman Melati Air mati dan air sampel didalam bak habis dikarenakan air itu terjadi kondensasi dan penyerapan pada tanaman Melati Air. Dari data hasil analisa diatas efektivitas yang paling tinggi itu pada hari ke-7 di bak 4 yang terdiri dari 8 tanaman yaitu mencapai 72 %. Tapi jika dibandingkan dengan PP No 82 tahun 2001 kelas 1, maka limbah ini tidak memenuhi syarat air untuk dibuang ke perairan karena BOD yang tercantum di PP No 82 tahun 2001 kelas 1 adalah 10 mg O₂/L.

Berdasarkan tabel di atas tampak terjadi penurunan nilai COD limbah setelah diperlakukan dengan agen fitoremediasi pada variasi jumlah tanaman pada setiap bak. Penurunan nilai COD yang paling efektif untuk perlakuan variasi jumlah tanaman terjadi pada hari ke 14. Menurut Wolverton & McDonald (1976), efisiensi tersebut terjadi karena absorbs senyawa organik, fraksinasi dan pelarutan melalui akar.

Menurut penelitian banyaknya tanaman yang rusak, daun-daun yang telah rusak dan terendam air limbah akan membusuk. Pembusukan tersebut tentu akan menambah jumlah

bahan organik dalam air limbah sehingga oksigen yang terlarut menjadi berkurang dan akhirnya menambah nilai COD air limbah

Nilai COD menyatakan banyaknya (mg) oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah secara kimiawi (Muh Nurdin, dkk, 2010). Semakin besar nilai COD berarti semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah. Hal ini mengindikasikan bahwa kadar senyawa organik dalam limbah cair semakin lama semakin kecil. Senyawa organik dalam limbah kemungkinan besar digunakan pula sebagai nutrisi bagi tanaman Melati Air. Dengan demikian penerapan tanaman melati air dalam limbah cair laundry dapat menurunkan kadar COD.

Efektivitas penurunan COD dapat dipengaruhi oleh faktor jumlah tanaman yang diaplikasikan pada proses fitoremediasi. Efektivitas parameter COD mengalami peningkatan dari hari ke-0 hingga hari ke-14. Ini disebabkan oleh proses fitoremediasi tanaman melati air dalam menyerap polutan organik melalui akarnya. Selanjutnya senyawa organik yang diserap akan masuk ke batang melalui pembuluh pengangkut kemudian menyebar ke seluruh bagian tanaman melati air. Senyawa organik selanjutnya akan mengalami reaksi biologi dan terakumulasi di batang tanaman untuk diteruskan ke daun.

Hasil Uji COD pada hari ke-0

Tabel 11 Hasil uji COD pada hari ke-0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	71.53	3	260.52	135.92	0.000
Within Groups	15.333		1.917		
Total	796.917	11			

Berdasarkan Tabel di atas analisis statistik Sig nya sebesar 0,000 yang berarti $< 0,05$ berarti H_0 ditolak, dan H_1 diterima yaitu terdapat perbedaan hasil BOD terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis sata distribusi normal. Berdasarkan uji regresi didapatkan sig 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikansi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD ($0,000 > 0,05$).

Hasil Uji COD pada hari ke-7

Tabel 12 Hasil uji COD pada hari ke-7

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1216.917	3	405.639	60.45	0.000
Within Groups	5.333		0.667		
Total	1222.250	11			

Berdasarkan Tabel di atas analisis statistik Sig nya sebesar 0,000 yang berarti $< 0,05$ berarti H_0 ditolak, dan H_1 diterima yaitu terdapat perbedaan hasil BOD terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis sata distribusi normal. Berdasarkan uji regresi didapatkan sig 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikansi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD ($0,000 > 0,05$).

Hasil Uji COD pada hari ke-14

Tabel 13 Hasil uji COD pada hari ke-14

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13031.333	3	4343.77	3.723E3	0.000
Within Groups	9.333		1.167		
Total	13040.667	11			

Berdasarkan Tabel di atas analisis statistik Sig nya sebesar 0,000 yang berarti $< 0,05$

berarti H0 ditolak, dan H1 diterima yaitu terdapat perbedaan hasil BOD terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis sata distribusi normal. Berdasarkan uji regresi didapatkan sig 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikasi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD ($0,000 > 0,05$).

3) Hasil Uji TSS

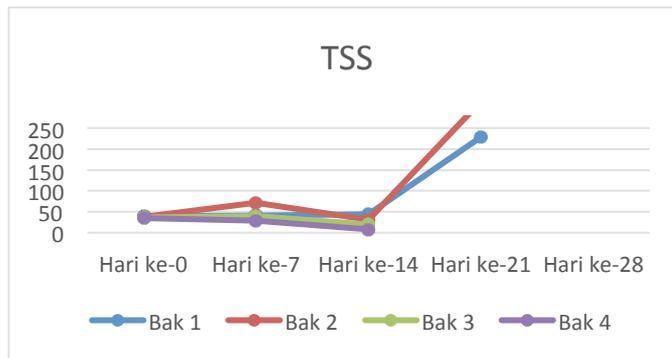
Padatan tersuspensi dapat mengendap apabila keadaan air cukup tenang atau mengapung bila cukup ringan.

Tabel 14 Hasil analisa penetapan kadar TSS pada hari ke-0 dan ke-7

SAMPEL	HARI KE 0				HARI KE 7				
	1	2	3	Rerata	1	2	3	Rerata	Efv
BAK 1	40	39	40	39.67	40	41	40	40.33	1.66
BAK 2	39	37	37	37.67	72	70	70	70.67	87.60
BAK 3	36	36	35	35.67	40	39	38	39	9.33
BAK 4	36	35	35	35.33	30	28	29	29	17.92

Tabel 15 Hasil analisa penetapan kadar TSS pada hari ke-14 dan ke-21

SAMPEL	HARI KE 14					HARI KE 21				
	1	2	3	Rerata	Efv	1	2	3	Rerata	Efv
BAK 1	44	43	42	43	6.62	230	229	229	229.33	433.32
BAK 2	32	30	32	31.33	55.67	320	310	315	315	905.42
BAK 3	20	19	18	19	51.28	-				
BAK 4	10	8	9	9	68.96	-				



Gambar 4 Grafik hasil analisa penetapan kadar TSS

Berdasarkan tabel diatas, bak yang paling efektif adalah bak 3 dan 4 dari hari ke-0 sampai hari ke-14 terjadinya penurunan kadar TSS. Bak 1 terjadinya kenaikan pada hari ke-14 dikarenakan tanaman sudah mulai layu hingga berjatuhan ke bak sampai pada hari ke 21 kadar TSSnya meningkat. Bak 2 terjadinya penurunan kadaar dari hari ke 0 sampai hari ke 14 namun kembali meningkat pada hari ke21. Efektivitas yang paling meningkat adalah di hari ke 21 bak ke 2 yang berisikan 4 tanaman yaitu 905.42%. Tapi jika dibandingkan dengan PP No 82 tahun 2001, maka limbah ini tidak memenuhi syarat air untuk dibuang ke perairan karena TSS yang tercantum di PP No 82 tahun 2001 adalah 50 mg/L.

Total padatan tersuspensi merupakan jumlah zat padat atau partikel yang tersuspensi dalam air baik berupa maupun anorganik yang jika berakumulasi dapat menyebabkan terbentuknya endapan (sedimen). Kandungan TSS yang tinggi pada influent oleh Saeni (1989) dan Sawyer (1994) dalam Cordova (2008) bahwa padatan tersuspensi berkolerasi

positif terhadap kekeruhan dimana semakin tinggi padatan tersuspensi maka semakin tinggi pula nilai kekeruhan.

Berdasarkan baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah, kandungan TSS sampel melati air masih sangat tinggi. Tingginya kandungan TSS sampel melati air menunjukkan bahwa penurunan menggunakan tanaman melati air saja masih belum efektif. Sehingga air hasil pengolahan aman dibuang ke perairan atau dipergunakan sesuai persyaratan.

Hasil uji Anova TSS pada hari ke- 0

Tabel 16 Hasil uji annova TSS pada hari ke-0

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	71.53	3	260.52	135.92	0.000
Within Groups	15.333	8	1.917		
Total	796.917	11			

Berdasarkan Tabel di atas hasil uji signya sebesar 0,000 yang berarti $<0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berisikan terdapat perbedaan hasil TSS terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis data tersebut berdistribusi normal. Nilai signifikasi didapatkan sebesar 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikasi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS ($0,000 < 0,05$).

Hasil uji Anova TSS pada hari ke- 7

Tabel 17 Hasil uji annova TSS pada hari ke-7

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2916.917	3	972.306	1.061E3	0.000
Within Groups	7.333	8	0.917		
Total	2924.250	11			

Berdasarkan Tabel di atas hasil uji signya sebesar 0,000 yang berarti $<0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berisikan terdapat perbedaan hasil TSS terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis data tersebut berdistribusi normal. Nilai signifikasi didapatkan sebesar 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikasi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS ($0,000 < 0,05$).

Hasil uji Anova TSS pada hari ke- 14

Tabel 18 Hasil uji Anova TSS pada hari ke-14

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1964.250	3	654.750	604.35	0.000
Within Groups	.667	8	1.03		
Total	1972.917	11			

Berdasarkan Tabel di atas Hasil uji signya sebesar 0,000 yang berarti $<0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima yang berisikan terdapat perbedaan hasil TSS terhadap keempat perlakuan bak. Secara teoritis data tersebut berdistribusi normal. Nilai signifikasi didapatkan sebesar 0,000. Berdasarkan persyaratan signifikasi maka didapatkan hasil bahwa variasi waktu kontak dan tegangan berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS ($0,000 < 0,05$).

4. Kesimpulan

- (1) Tanaman Melati Air dapat menurunkan konsentrasi zat pencemar BOD, COD dan TSS namun belum memenuhi syarat untuk dibuang ke perairan berdasarkan PP No 82 Th 2001.
- (2) Tanaman Melati Air dapat menurunkan 227 mgO₂/L konsentrasi zat pencemar BOD , 778 mgO₂/L konsentrasi COD dan 16 mg/LTSS.
- (3) Penurunan konsentrasi zat pencemar BOD hingga 71,53 % efektivitasnya, COD 72% efektivitasnya dan TSS 87,60% efektivitasnya.

5. Daftar Pustaka

- Alaerts G., & S.S Santika. 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional. Surabaya Indonesia..
- Dwinanto, A. 2009. Analisis Kadar Parameter Air Limbah Industri. Prosedur Analisis Laboratorium PERUM PERHUTANI UNIT I. Jawa Tengah
- Ginting, P., 1995. Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta
- Kasmidjo, R.B., 1991. Penanganan Limbah Pertanian, Perkebunan dan Industri Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Proyek Peningkatan Perguruan Tingkat UGM
- Lasut, R. 2006. Implementasi Manajemen Bahan Kimia dan Limbah Laboratorium Kimia. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Made, SD; dan Sugito. 2013. Penurunan TSS dan Fosfat Air Limbah Puskesmas Janti Kota Malang dengan Wetland. Jurnal Teknik Waktu, Vol. 11; No. 01. Dipublikasikan: <http://digilib.unipasby.ac.id/>. Diakses pada tanggal 26 Januari 2016
- Mason, C.F. 1991. Biology of Freshwater Pollution. New York: Longman Scientific & Technical.
- Metcalf and Eddy, 1991. Waste Water Engineering Treatment, Disposal and Reuse, Mc. Graw-Hill, Inc., New York
- Miller, G. T. 1994. Living in The Environment. Eight Edition. California: Wadsworth Publishing Company.
- Smith, AL. 1997. Oxford Dictionary of Biochemistry and Molecular Biology. Oxford University Press. Oxford.
- Sugiharto, 2005. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. UI Press, Jakarta
- Sutanto,H.1996. Purification of Wastewater from Detergent Factory by a Biological Rotor, International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering.
- Supriyono, Eddy dkk. 2015. Perbandingan Jumlah Bak Budidaya Cacing Sutra (*Tubificidae*) Dengan Memanfaatkan Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias Sp*) Sistem Intensif Terhadap Kualitas Air Ikan Lele Dan Produksi Cacing Sutra. Dipublikasikan: <http://dx.doi.org/10.13170/depik.1.1.2279>. Diakses pada tanggal: 23 Juli 2016.
- Suswanti, Anna CS dkk. 2013. Pengolahan Limbah Domestik Dengan teknologi Taman Tanaman Air. Indonesian Green Technology Journal, Vol. 2; No. 2.
- Suswanti, Anna C.S dkk. 2012. Analisis Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris Dalam Mengolah Air Limbah Domestik (Grey Water). Indonesian Green Technology Journal, Vol. 1; No. 3.
- Sutyasmi S; dan Budi SH. 2013. Penggunaan Tanaman Air (Bambu Air Dan Melati Air) Pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit Untuk Menurunkan Beban Pencemaran Dengan Sistem Wetland dan Adsorpsi[Majalah]. Vol.9; No.2: 74.

- Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A., 2001, Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem Constructed Wetland, Purifikasi, Volume 2 Nomor 3, ITS – Surabaya
- Tatangindatu, F; Kalesaran, O; dan Rompas, R. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air Pada Areal Budidaya Ikan Di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa [Artikel]. Vol. 1; No. 2.
- Tosepu, Ramadhan. 2012. Laju Penurunan Logam Berat Plumbum (Pb) Dan Cadmium (Cd) Oleh *Eichornia crassipes* Dan *Cyperus papyrus*. Jurnal Manusia Dan Lingkungan, Vol. 19; No. 1.
- Wijaya O; dkk. 2014. Pengaruh Padat Tebar Ikan Lele Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Survival Rate Pada Sistem Akuaponik[Jurnal]. Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan. Vol.6; No.1:56-57.
- Zulkifli, H; Hanafiah, Z; dan Puspitawati, D A. 2009. Struktur Dan Fungsi Komunitas Makrozoobenthos Di Perairan Sungai Musi Kota Palembang: Telaah Indikator Pencemaran Air. Jurusan FMIPA. Universitas Sriwijaya