

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Umum

Pada penelitian ini air limbah yang digunakan yaitu limbah cair asli yang berasal dari outlet *laundry* di Dusun Lodadi, Umbul Martani, Ngemplak, Sleman, D.I Yogyakarta yang diolah menggunakan teknik adsorpsi dan fitoremediasi. Adsorben yang digunakan berasal dari *sludge* atau lumpur hasil pengelolaan air di PDAM Tirta Binangun Yogyakarta yang dikeringkan dan dienkapsulasi menggunakan *alginate gel*. Sedangkan media fitoremediasi yang digunakan yaitu tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*).

Sebelumnya dilakukan pengujian untuk mengetahui konsentrasi awal pada sampel limbah *laundry*. Dari hasil pemeriksaan awal maka didapatkan karakteristik air limbah seperti pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik air limbah (limbah *laundry*)

No	Parameter	Konsentrasi (mg/L)	PP No 82 Tahun 2001		Perda DIY No 7 Tahun 2016	
			Baku Mutu	Satuan	Baku Mutu	Satuan
1	Surfaktan	9-27	0,2	mg/L	5	mg/L
2	COD	365-975	25	mg/L	150	mg/L
3	pH	6,0-9,64	6,0 - 9,0		6,0-9,0	
4	Suhu	27-29		°C	±3 terhadap suhu udara	°C

Data di atas menunjukkan parameter suhu masih sesuai dengan baku mutu air limbah yang ditentukan. Sedangkan untuk parameter pH, surfaktan dan COD pada air limbah *laundry* nilainya melebihi dari baku mutu. Khusus untuk parameter pH, konsentrasi didapatkan dari beberapa sampel outlet *laundry* yang berbeda. Air limbah yang dibuang begitu saja tanpa ada pengolahan dapat berdampak negatif pada lingkungan yang ada.

Adsorben yang digunakan untuk proses adsorpsi berasal dari lumpur PDAM Tirta Binangun Yogyakarta. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Zulistia (2006), analisis kadar karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), oksigen (O) dan *ash* yang terkandung pada adsorben lumpur PDAM berturut-turut adalah 0,74% ; 0,42% ; 0,09% ; 19,91% dan 78,85%. Sedangkan luas permukaan adsorben dan volume pori berturut-turut sebesar 87,14 m²/g dan 200,22 cm³/g. Lumpur yang berasal dari hasil pengolahan air memiliki luas permukaan yang cukup besar dan sangat reaktif sehingga berpotensi untuk diaplikasikan sebagai adsorben (Ippolito *et al*, 2011). Di dalam adsorben terdapat gugus fungsi OH dan O-H. Adanya radikal OH dan O-H akan menyerang secara reaktif senyawa LAS. Sehingga berperan dalam mendegradasi senyawa LAS (berikut kandungan logam yang terdapat dalam adsorben lumpur PDAM dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian ICP - MS

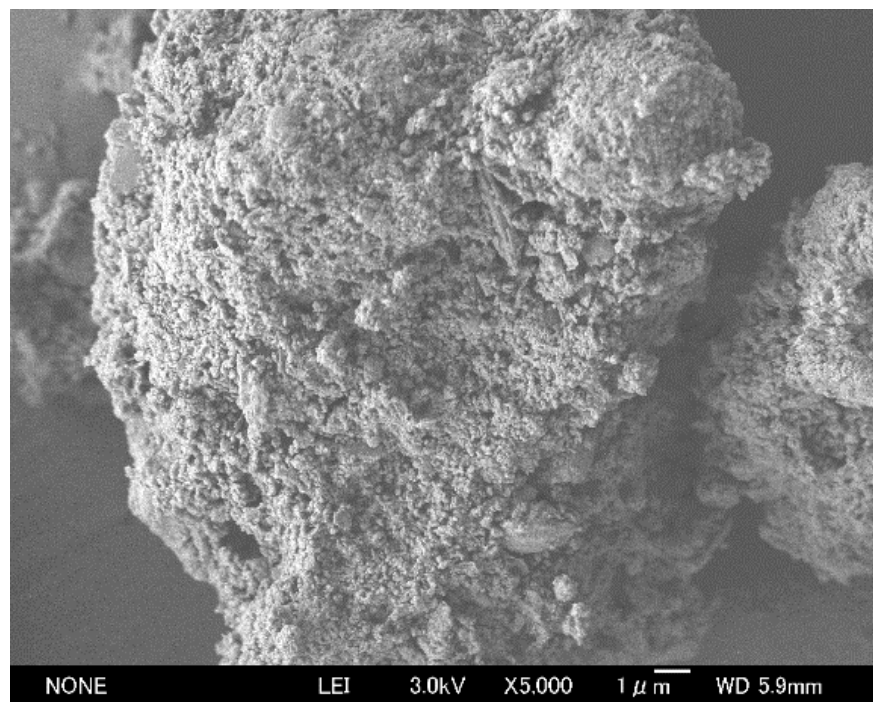
No	Parameter	Unit	Konsentrasi
1	Al	mg/kg	>70000
2	Fe	mg/kg	>30000
3	Ca	mg/kg	>5000
4	Mg	mg/kg	>2000
5	Mn	mg/kg	>1000
6	Si	mg/kg	>100
7	Cu	mg/kg	>100
8	Zn	mg/kg	>50
9	Cd	mg/kg	>20
10	Co	mg/kg	>20
11	Cr	mg/kg	>20
12	Hg	mg/kg	<5000
13	Ni	mg/kg	<10
14	Pb	mg/kg	Nd
15	As	ug/kg	Nd

Sumber : Zulistia, 2016

Data di atas menunjukkan kandungan logam tertinggi yaitu kandungan Al. Penggunaan tawas pada proses pembentukan lumpur saat proses penjernihan dapat membentuk koloid Al(OH)₃. Koloid Al(OH)₃ ini dapat mengadsorpsi zat-zat

warna atau zat pencemar lainnya yang ada pada detergen. Selain itu keberadaan O-H akan meningkatkan jumlah radikal hidroksil yang berperan dalam mendegradasi LAS. Jadi terlihat bahwa dalam ketersediaan oksigen, substrat atau senyawa yang akan didegradasi tidak mengalami transfer muatan secara langsung tetapi melibatkan terbentuknya hidrogen peroksida lebih dahulu sebagai sumber radikal hidroksil (Philippopoulos *et al.* 2008)

Gambar 4.1 berikut merupakan gambar permukaan adsorben yang dilakukan menggunakan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopes*) dengan perbesaran mencapai 5000x.



Gambar 4.1 Permukaan Adsorben

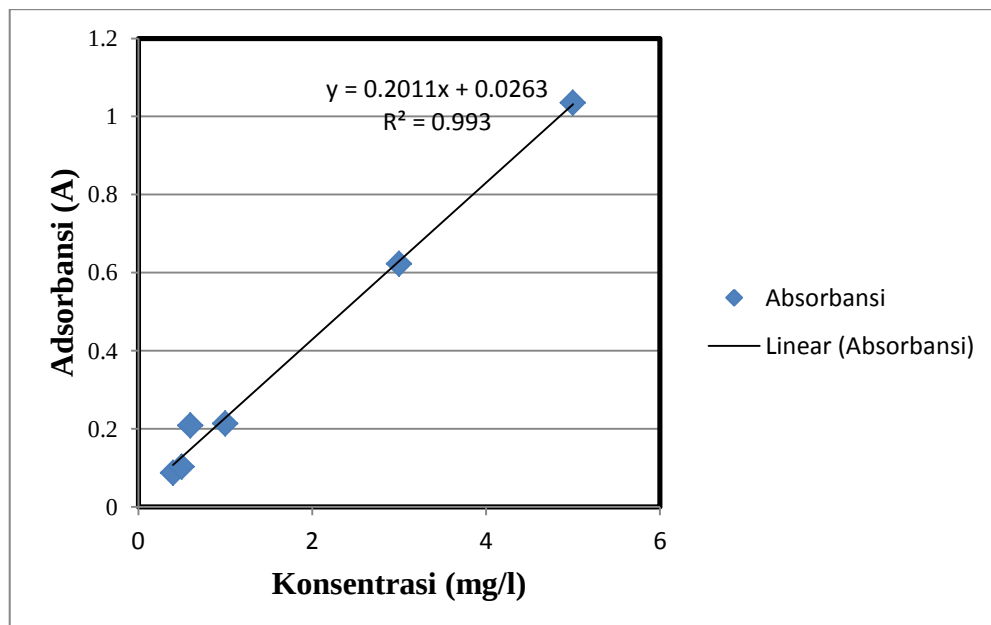
Sumber : Zulistia, 2016

Penggunaan teknik fitoremediasi pada pengujian ini menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*). Teknik fitoremediasi tidak dapat dilakukan pada semua jenis tanaman. Hal ini disebabkan karena tidak semua tanaman dapat melakukan metabolisme, volatilisasi dan akumulasi semua polutan. Menurut Youngman (1999), beberapa tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi dapat dipilih dengan sifat yaitu :

1. Cepat tumbuh.
2. Mampu mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak pada waktu yang singkat.
3. Mampu meremediasi lebih dari satu polutan.
4. Toleransi yang tinggi terhadap polutan.

4.2 Larutan Standar Surfaktan (LAS)

Larutan standar dibuat dari pengenceran larutan induk surfaktan 1000 mg/L menjadi 6 larutan dengan konsentrasi yang berbeda yakni; 0, 4 mg/L; 0,5 mg/L; 0,6 mg/L; 1 mg/L; 3 mg/L; dan 5 mg/L. Larutan standar ini kemudian diuji menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 652 nm untuk mendapatkan nilai adsorbansi. Pengukuran konsentrasi surfaktan menggunakan spektrofotometri UV dengan kurva dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.

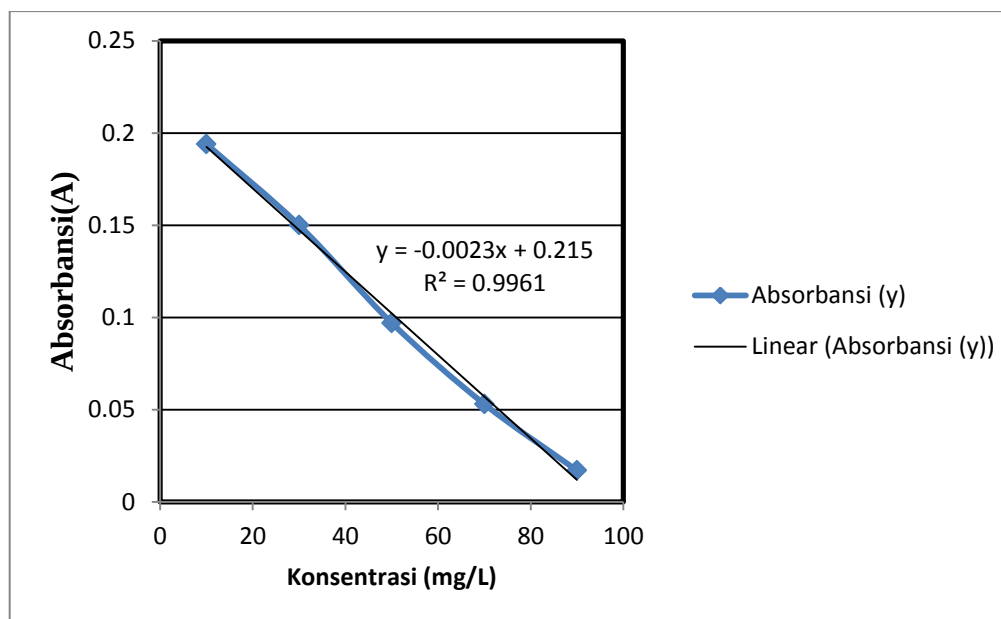


Gambar 4.2 Kurva Kalibrasi Surfaktan (LAS)

Dari kurva di atas didapat persamaan regresi linear $y = 0,201x + 0,026$ dan nilai $R^2 = 0,993$. Persamaan regresi linear yang didapat digunakan untuk mencari konsentrasi dari pembacaan sampel.

4.3 Larutan Standar COD

Larutan standar dibuat dari pengenceran larutan induk COD menjadi 5 larutan dengan konsentrasi yang berbeda yakni; 10 mg/L; 30 mg/L; 50 mg/L; 70 mg/L; dan 90 mg/L. Larutan standar ini kemudian diuji menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 650 nm untuk mendapatkan nilai adsorbansi. Pengukuran konsentrasi COD menggunakan spektrofotometri UV dengan kurva pada Gambar 4.3 sebagai berikut.



Gambar 4.3 Kurva Kalibrasi COD

Dari kurva di atas didapat persamaan regresi linear $y = -0,002x + 0,215$ dan nilai $R^2 = 0,996$. Persamaan regresi linear yang didapat digunakan untuk mencari konsentrasi dari pembacaan sampel.

4.4 Penentuan Kadar Optimum

Penentuan kadar optimum ini bertujuan untuk mengetahui daya serap adsorben pada kondisi optimum. Variabel yang digunakan yaitu variasi massa dan variasi waktu.

4.4.1 Pengujian Variasi Massa

Penentuan massa optimum dilakukan untuk mengetahui massa media adsorben yang paling efektif dalam mengadsorpsi adsorbat yang ada pada sampel. Pada proses ini menggunakan sampel dan perlakuan yang sama dengan massa 0; 50; 100; 200; 300 dan 400 menggunakan kecepatan 200 rpm menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam. Hasil pengukuran variasi massa dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.3 Data variasi massa adsorben

No.	Massa Adsorben (mg)	COD		SURFAKTAN	
		Konsentrasi (mg/L)	% Penurunan	Konsentrasi (mg/L)	% Penurunan
1	Sampel Awal	286,957		9,25	
2	0	62,61	78,18	8,97	3,12
3	50	60,43	78,94	5,68	38,60
4	100	62,17	78,33	8,06	12,90
5	200	70,87	75,30	8,12	12,26
6	300	71,30	75,15	8,21	11,29
7	400	75,65	73,64	8,95	3,33

Sumber : Data Primer, 2017

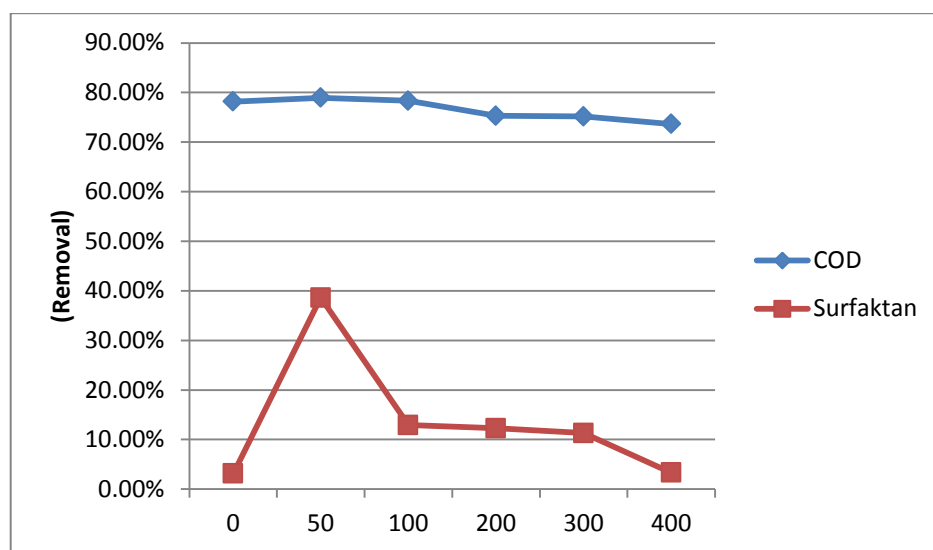
Tabel 4.4 Data pH dan Suhu pada Variasi Waktu

No	Variasi Massa		
	Kode Sampel	pH	Suhu
1	Awal	6	24,8
2	0 mg	6	25,6
3	50 mg	6	25,6
4	100 mg	6	25,3
5	200 mg	6	25,3
6	300 mg	6	25,6

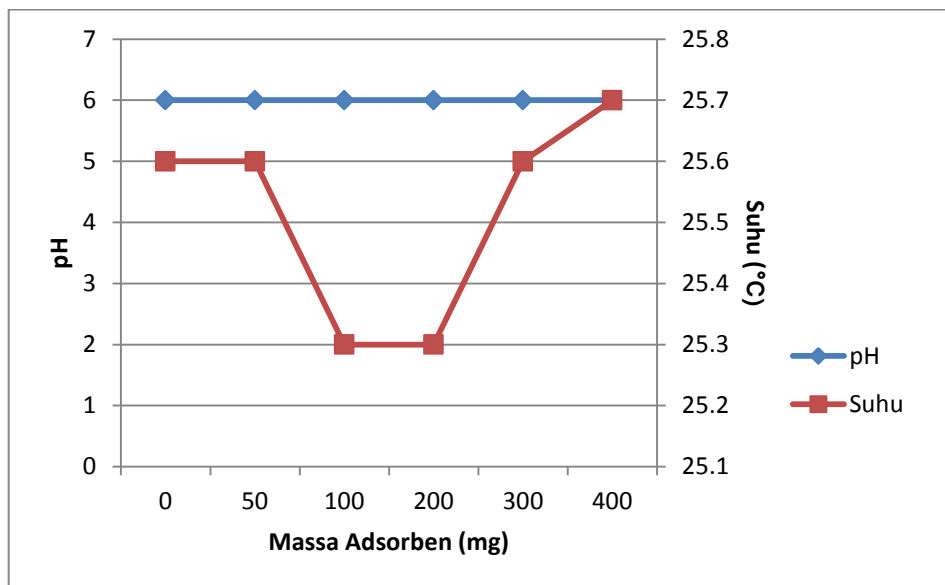
No	Variasi Massa		
	Kode Sampel	pH	Suhu
7	400 mg	6	25,7

Sumber : Data Primer, 2017

Data di atas menunjukkan hubungan antara persentase *removal* dengan penambahan massa adsorben. Data yang ada di plotkan kedalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.4 Hubungan Penambahan Massa Adsorben Terhadap Persentase *Removal* COD dan Surfaktan



Gambar 4.5 Pengukuran pH dan Suhu pada Variasi Massa

Pada gambar grafik di atas menunjukkan penyerapan COD dan surfaktan yang optimum berada pada massa 50 mg dengan persentase removal sebesar 78,94% untuk COD dan 38,60% untuk surfaktan. Namun konsentrasi COD dan surfaktan kembali meningkat pada massa 100; 200; 300 dan 400 mg/L dengan persentase removal sebesar 78,33%; 75,30%; 75,15% dan 73,64% untuk COD serta 38,60%; 12,90%; 12,26%; 11,29% dan 3,3% untuk surfaktan. Hal ini terjadi karena adsorben mengalami penurunan kemampuan mengikat kontaminan bahkan dapat terjadi desorpsi atau pelepasan kembali kontaminan yang telah diserap karena adsorben telah melewati kemampuan maksimalnya. Oleh sebab itu adsorben yang digunakan sebaiknya tidak dalam jumlah yang banyak.

4.4.2 Pengujian Variasi Waktu

Pengujian dengan variasi waktu dilakukan untuk mengetahui waktu penyerapan COD dan surfaktan oleh adsorben mencapai optimum. Pada percobaannya dilakukan dengan pemberian massa adsorben dan pemantauan terhadap pH serta suhu pada masing-masingnya dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Data waktu kesetimbangan ditunjukkan Tabel. 4.5 dan Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.5 Data Variasi Waktu Adsorben

No.	Waktu	Massa Adsorben (mg)	COD		SURFAKTAN	
			Konsentrasi (mg/L)	% Penurunan	Konsentrasi (mg/L)	% Penurunan
1	Sampel Awal		817,39		9,25	
2	0	50	41,30	94,95	8,71	5,91
3	30	50	33,91	95,85	8,12	12,26
4	60	50	27,39	96,65	7,29	21,18
5	90	50	9,13	98,88	7,81	15,59
6	120	50	22,17	97,29	8,75	5,48

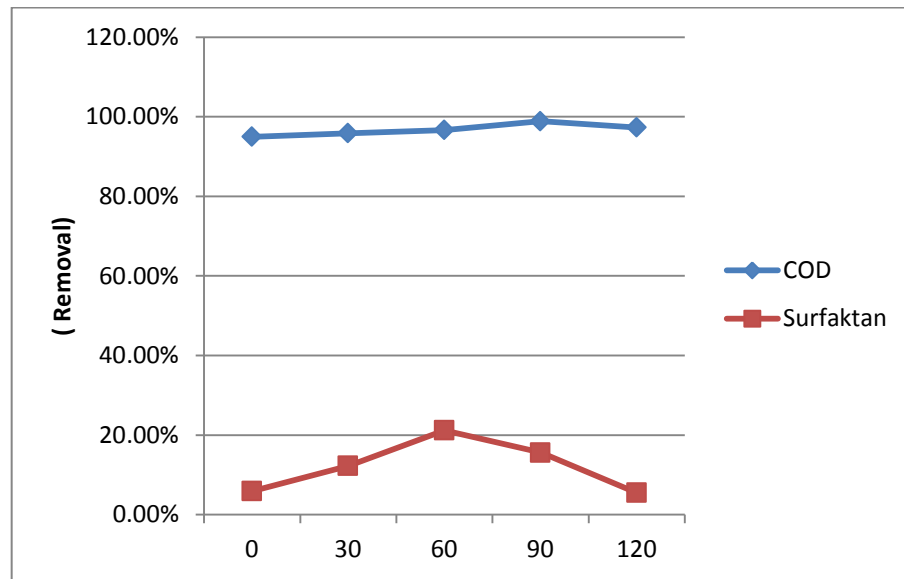
Sumber : Data Primer, 2017

Tabel 4.6 Data pH dan Suhu pada Variasi Waktu

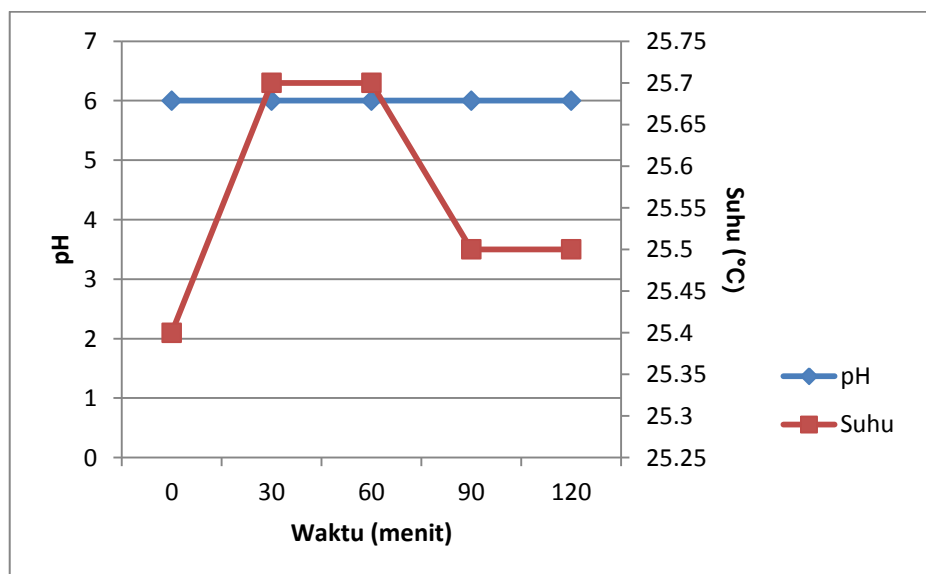
Data Pengujian Sampel Variasi Waktu			
No.	Waktu (menit)	pH	Suhu
1	Awal	6	25,3
2	0	6	25,4
3	30	6	25,7
4	60	6	25,7
5	90	6	25,5
6	120	6	25,5

Sumber : Data Primer, 2017

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6, data menunjukkan hubungan antara persentase *removal* dengan variasi waktu pengadukan serta pengukuran pH dan suhunya. Data yang ada di plotkan kedalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.6 Hubungan Variasi Waktu Terhadap Persentase *Removal* COD dan Surfaktan



Gambar 4.7 Pengukuran pH dan Suhu pada Variasi Waktu

Pada Gambar 4.6 memperlihatkan bahwa untuk parameter COD penyerapan maksimal terjadi pada waktu ke 120 dengan persen removal 97,23%. Awalnya terjadi kenaikan dari waktu 0 dan 30 menit sebesar 95,18% dan 97,18%. Namun persentase menurun di menit ke 60 dan 90 menit yaitu 96,41% dan

95,79%. Sedangkan pada surfaktan penyerapan optimum terjadi pada menit ke 60 yakni sebesar 21,18%. Penurunan persen removal terjadi karena kemampuan adsorben berada pada keadaan yang sudah jenuh sehingga kemampuan adsorben dalam mengikat adsorbat menjadi berkurang.

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat terlihat bahwa kondisi pH pada setiap waktunya berada pada pH 6. Penggunaan kertas indikator menyebabkan analisa menjadi terbatas dikarenakan alat ukur ini memiliki tingkat akurasi pengukuran yang terbatas sehingga angka pada pH yang didapatkan kurang akurat. Sedangkan perubahan dapat terlihat pada suhu yang terukur dengan nilai yang fluktuatif. Hal ini disebabkan karena suhu dapat berubah-ubah terhadap keadaan ruang dan waktu.

4.5 Proses Adsorpsi dan Fitoremediasi

Proses adsorpsi dilakukan dengan melewati air limbah dari inlet menuju media adsorpsi dengan adsorben dari lumpur PDAM yang dienkapsulasi menggunakan *alginate gel*. Adsorben menarik sejumlah molekul adsorbat pada pori-pori permukaannya. Adanya Al terlarut (Al^{3+}) membentuk Aluminium Hidroksida yang berfungsi untuk mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam limbah. Gugus RSO_3^- (surfaktan) akan bereaksi dengan aluminium hidroksida dan membentuk endapan, semakin banyak gugus RSO_3^- (surfaktan) dalam emulsi akan semakin mudah gugus RSO_3^- tertarik keluar dari emulsi. Selain itu keberadaan Al terlarut (Al^{3+}) juga berperan dalam penyisihan COD (Iswanto *et al*, 2009).

Air limbah yang telah melewati proses adsorpsi kemudian masuk pada proses fitoremediasi. Pengujian ini dilakukan selama 15 hari, dengan asumsi bahwa pada rentang waktu tersebut tanaman diperkirakan masih dapat diamati sehingga dapat diketahui pengaruh limbah terhadap tanaman dan kemampuan tanaman dalam memperbaiki kualitas air limbah. Dilakukan analisis terhadap beberapa parameter uji pada bak inlet, bak kontrol dan bak fitoremediasi. Bak kontrol merupakan bak berisi air limbah yang telah melewati proses adsorpsi dan

dibiarkan tanpa ada perlakuan. Sedangkan bak fitoremediasi berisi air limbah yang telah melewati proses adsorpsi dan diisi dengan tanaman kayu apu.

Menurut Rossiana (2007) tanaman dapat meremediasi polutan organik melalui tiga cara, yaitu menyerap secara langsung bahan kontaminan, mengakumulasi metabolisme non fitotoksik ke sel-sel tanaman, melepaskan eksudat dan enzim yang dapat menstimulasi aktivitas mikroba, serta menyerap mineral pada daerah rizosfer. Tanaman juga dapat menguapkan sejumlah uap air. Penguapan ini dapat mengakibatkan migrasi bahan kimia.

4.5.1. Analisis Derajat Keasaman (pH)

Perlu dilakukan pengukuran terhadap pH, untuk mengetahui kadar asam atau basa pada sampel limbah yang diuji. Pada penelitian ini pengukuran pH dilakukan mulai dari sampel awal, setelah melewati proses adsorpsi dan proses fitoremediasi. Pada pengukuran sampel awal didapatkan konsentrasi surfaktan 27,94 mg/L dan konsentrasi COD 81,30 mg/L dengan pH 6 untuk keduanya. Kemudian dihari berikutnya dilakukan pengukuran pada bak kontrol dan bak fitoremediasi dengan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.7.

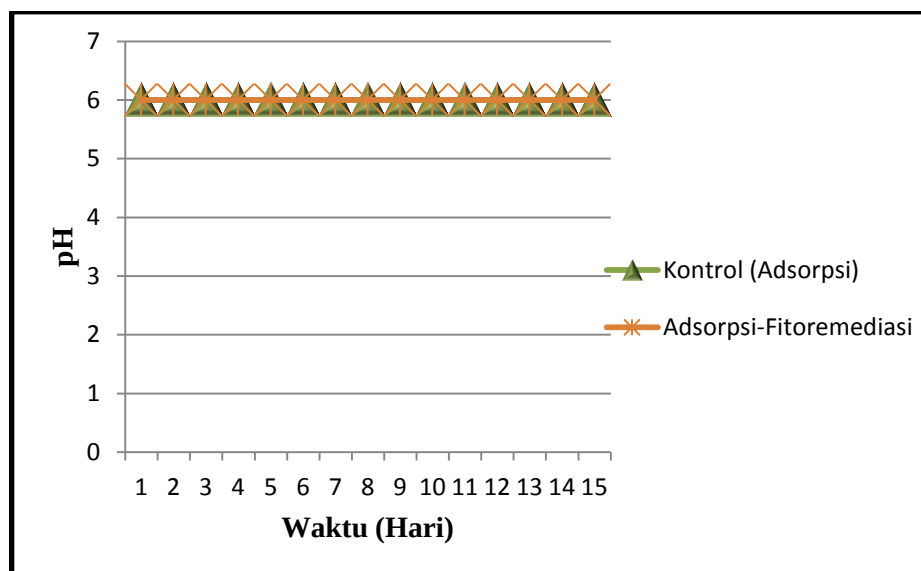
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai Konsentrasi dan pH pada Limbah Detergen

Hari ke-	Kotrol (Adsorpsi)			Adsorpsi-Fitoremediasi		
	Konsentrasi Surfaktan (mg/L)	Konsentrasi COD (mg/L)	pH	Konsentrasi Surfaktan (mg/L)	Konsentrasi COD (mg/L)	pH
1	26,70	80,87	6	23,57	80,43	6
2	24,95	80,43	6	22,97	73,04	6
3	24,77	80,43	6	22,75	71,30	6
4	22,97	78,26	6	20,39	68,70	6
5	17,24	69,57	6	13,80	56,52	6
6	10,39	66,52	6	5,70	54,35	6
7	5,66	43,91	6	4,93	37,83	6
8	4,42	52,61	6	1,13	36,96	6
9	4,11	50,87	6	1,05	33,48	6
10	3,97	41,30	6	1,16	30,43	6
11	3,67	36,96	6	0,62	31,30	6
12	3,57	45,22	6	0,45	26,96	6

Hari ke-	Kontrol (Adsorpsi)			Adsorpsi-Fitoremediasi		
	Konsentrasi Surfaktan (mg/L)	Konsentrasi COD (mg/L)	pH	Konsentrasi Surfaktan (mg/L)	Konsentrasi COD (mg/L)	pH
13	3,77	39,13	6	0,44	21,74	6
14	3,66	47,39	6	0,54	20,87	6
15	3,46	37,39	6	0,28	18,26	6

Sumber : Data Primer, 2017

Data di atas menunjukkan hasil pengukuran pH pada setiap proses harinya selama 15 hari. Data pH yang ada di plotkan kedalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Konsentrasi dan pH Pada Limbah Detergen

Tingkat konsentrasi limbah detergen tidak memberikan pengaruh nyata terhadap presentase perubahan pH. Nilai pH air limbah di bak kontrol maupun bak fitoremediasi berada di pH 6 setiap harinya. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan kertas indikator. Hal ini menyebabkan nilai pH tidak bisa dianalisis lebih akurat, dikarenakan nilai yang digunakan dari kertas indikator kurang signifikan.

4.5.2. Analisis Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam penanganan limbah. Limbah detergen yang diukur memiliki suhu awal 25°C, kemudian dilakukan pengecekan suhu setiap harinya pada bak kontrol dan bak fitoremediasi, maka didapatkan hasil seperti Tabel 4.8 berikut ini.

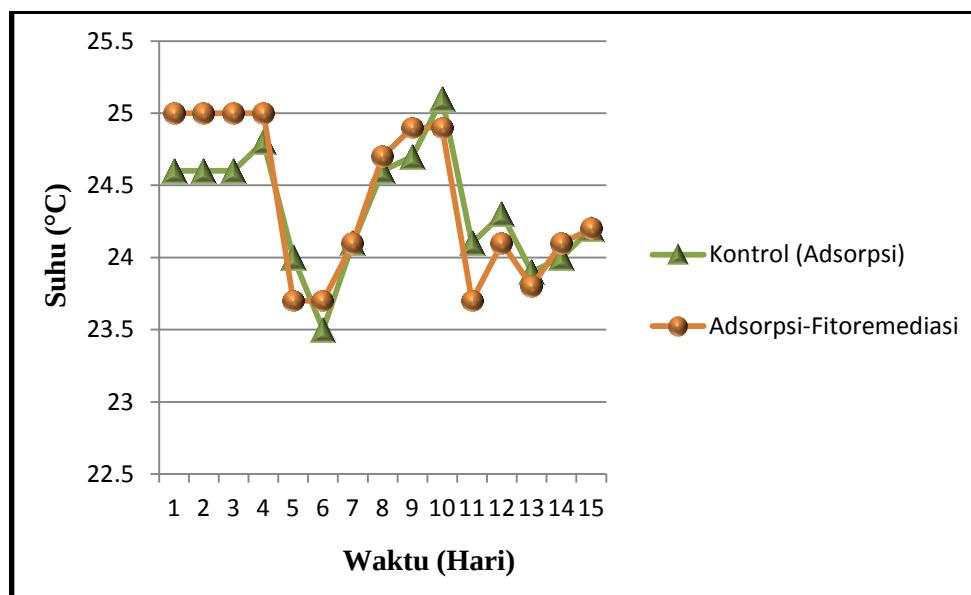
Tabel 4.8 Perbandingan Nilai Konsentrasi dan Suhu pada Limbah Detergen

Hari ke-	Kontrol (Adsorpsi)			Adsorpsi-Fitoremediasi		
	Konsentrasi Surfaktan (mg/L)	Konsentrasi COD (mg/L)	Suhu	Konsentrasi Surfaktan (mg/L)	Konsentrasi COD (mg/L)	Suhu
1	26,70	80,87	24,6	23,57	80,43	25
2	24,95	80,43	24,6	22,97	73,04	25
3	24,77	80,43	24,6	22,75	71,30	25
4	22,97	78,26	24,8	20,39	68,70	25
5	17,24	69,57	24	13,80	56,52	23,7
6	10,39	66,52	23,5	5,70	54,35	23,7
7	5,66	43,91	24,1	4,93	37,83	24,1
8	4,42	52,61	24,6	1,13	36,96	24,7
9	4,11	50,87	24,7	1,05	33,48	24,9
10	3,97	41,30	25,1	1,16	30,43	24,9
11	3,67	36,96	24,1	0,62	31,30	23,7
12	3,57	45,22	24,3	0,45	26,96	24,1
13	3,77	39,13	23,9	0,44	21,74	23,8
14	3,66	47,39	24	0,54	20,87	24,1
15	3,46	37,39	24,2	0,28	18,26	24,2

Sumber : Data Primer, 2017

Data di atas menunjukkan bahwa setiap perubahan konsentrasi tidak selalu diikuti dengan perubahan suhu yang terukur. Namun secara garis besar data menunjukkan konsentrasi yang menurun menyebabkan suhu juga ikut menurun. Contohnya pada data kontrol dihari ke-4 dan ke-5. Hari ke-4 konsentrasi 22,97 mg/L dengan suhu 24,8°C mengalami penurunan dihari ke-5 menjadi 24°C dengan konsentrasi 17,24 mg/L. Dari data fitoremediasi juga dapat dilihat pada konsentrasi dihari pertama dan konsentrasi dihari ke-15, dengan konsentrasi 23,57

mg/L dan suhu 25°C mengalami penurunan suhu menjadi $24,2^{\circ}\text{C}$ dengan konsentrasi $0,28 \text{ mg/L}$. Menurut Tjitrosoepomo (2000), tanaman kayu apu memiliki bentuk morfologi yang menutupi seluruh permukaan media. Penutupan oleh tubuh tanaman tersebut dapat mempengaruhi penurunan suhu pada limbah detergen. Kemudian dari data suhu yang ada di plotkan ke dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Perbandingan Nilai Konsentrasi dan Suhu pada Limbah Detergen

Berdasarkan grafik di atas dapat terlihat suhu mengalami perubahan yang tidak stabil. Hal ini disebabkan karena suhu dapat berubah-ubah terhadap keadaan ruang dan waktu. Berdifusinya oksigen bebas ke dalam media mungkin menjadi faktor menyebabkan turunnya suhu air limbah. Semakin sedikit oksigen terlarut dalam air maka semakin tinggi kenaikan suhu yang terjadi (Wardhana, 1995).

4.5.3. Analisis Surfaktan

Pengukuran surfaktan pada limbah detergen penting dilakukan, karena didalam detergen surfaktan merupakan bahan organik yang berperan sebagai bahan aktif. Bahan aktif ini berfungsi untuk menurunkan tegangan permukaan air sehingga kotoran yang menempel pada permukaan bahan dapat terlepas. Bahan

aktif ini terbagi menjadi surfaktan anionik (Alkyl Benzene Sulfonate/ ABS, Linier Alkyl Benzene Sulfonate/LAS, Alpha Olein Sulfonate/ AOS), kationik (Garam Ammonium), Nonionik (Nonyl Phenol Polyethoxyle), dan Amfoterik (Acyl Ethylenediamines).

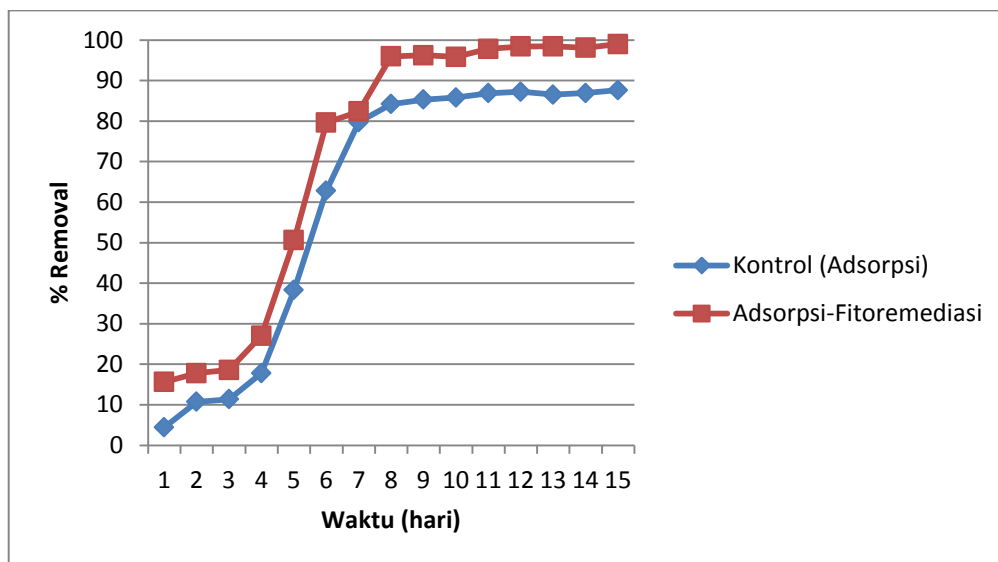
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran surfaktan diawal, konsentrasi awal surfaktan yaitu sebesar 27,94 mg/L. Nilai ini masih berada di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan. Oleh sebab itu dilakukan pengolahan terhadap limbah dengan teknik adsorpsi dan fitoremediasi agar keberadaannya tidak merusak lingkungan. Limbah awal dari bak inlet dialiri melewati proses adsorpsi, sehingga konsentrasi limbah mengalami penurunan sebesar 4,5%. Hal ini membuktikan penggunaan lumpur PDAM yang dienkapsulasi sebagai adsorben cukup membantu dalam menurunkan konsentrasi surfaktan pada limbah detergen. Hasil pengukuran surfaktan pada bak kontrol dan bak fitoremediasi dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Penurunan Surfaktan pada Limbah Detergen

Hari ke-	Kontrol (Adsorpsi)		Adsorpsi-Fitoremediasi	
	Konsentrasi (mg/L)	% Removal	Konsentrasi (mg/L)	% Removal
1	26,70	4,5	23,57	15,6
2	24,95	10,7	22,97	17,8
3	24,77	11,4	22,75	18,6
4	22,97	17,8	20,39	27,0
5	17,24	38,3	13,80	50,6
6	10,39	62,8	5,70	79,6
7	5,66	79,7	4,93	82,4
8	4,42	84,2	1,13	96,0
9	4,11	85,3	1,05	96,2
10	3,97	85,8	1,16	95,8
11	3,67	86,9	0,62	97,8
12	3,57	87,2	0,45	98,4
13	3,77	86,5	0,44	98,4
14	3,66	86,9	0,54	98,1
15	3,46	87,6	0,28	99,0

Sumber : Data Primer, 2017

Data di atas menunjukkan penurunan surfaktan pada limbah detergen. Agar mempermudah analisa, data yang ada di plotkan kedalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut.



Gambar 4.10 Persentase *Removal* Surfaktan pada Limbah Detergen

Gambar di atas menunjukkan bahwa konsentrasi surfaktan pada bak kontrol dan bak fitoremediasi sama-sama mengalami penurunan. Di hari ke-15 konsentrasi surfaktan pada bak fitoremediasi yang berisi kayu apu mencapai penurunan 99%. Hal ini disebabkan karena tanaman kayu apu merupakan tanaman air yang baik dalam menyerap senyawa organik maupun anorganik terlarut ke dalam strukturnya (Lusiyanti, *et al.* 1974).

Penurunan konsentrasi tidak hanya terjadi pada bak fitoremediasi, tapi juga terjadi pada konsentrasi di bak kontrol. Bahkan pada pengukuran surfaktan di hari terakhir pada sampel limbah deterjen mengalami penurunan hingga 87,6%. Hal ini dikarenakan detergen yang dianalisa yakni detergen jenis LAS (*Alkyl Benzene Sulfonate*).

Detergen LAS merupakan detergen jenis lunak sehingga lebih mudah dirusak oleh mikroorganisme. LAS relatif lebih mudah didegradasi secara biologi dibanding ABS (*Alkyl Benzene Sulfonate*). Detergen LAS mempunyai

kemampuan berbusa 10-30% bahan organik aktif. LAS juga dapat menghilangkan busa secara berangsur-angsur sehingga keberadaannya tidak merusak lingkungan (Udyani, 2006).

4.5.4. Analisis COD (*Chemical Oxygend Demand*)

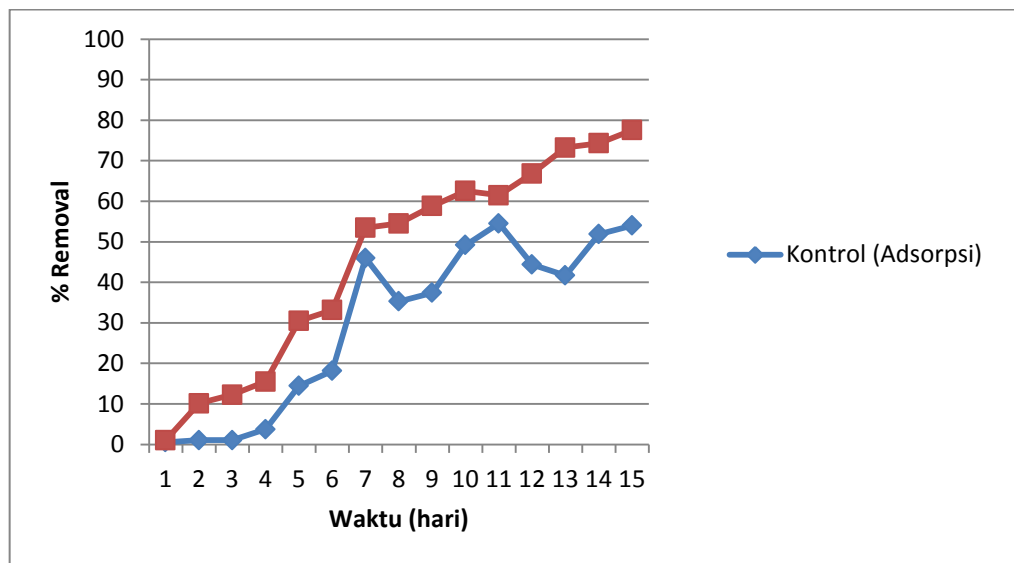
Dilakukan pemeriksaan parameter COD agar dapat diketahui kandungan organik yang ada pada limbah *laundry*. Hasil pemeriksaan COD dapat dilihat pada Tabel 4.10 berikut:

Tabel 4.10 Penurunan COD pada Limbah Detergen

Hari ke-	Kontrol (adsorpsi)		Adsorpsi-Fitoremedeiasi	
	Konsentrasi (mg/L)	% Removal	Konsentrasi (mg/L)	% Removal
1	80,87	0,53	80,43	1,06
2	80,43	1,1	73,04	10,16
3	80,43	1,1	71,30	12,29
4	78,26	3,74	68,70	15,50
5	69,57	14,43	56,52	30,48
6	66,52	18,18	54,35	33,15
7	43,91	45,99	37,83	53,47
8	52,61	35,29	36,96	54,54
9	50,87	37,43	33,48	58,82
10	41,30	49,20	30,43	62,56
11	36,96	54,54	31,30	61,50
12	45,22	44,38	26,96	66,84
13	47,39	41,71	21,74	73,26
14	39,13	51,87	20,87	74,33
15	37,39	54,01	18,26	77,54

Sumber : Data Primer, 2017

Data di atas menunjukkan konsentrasi serta persentase penurunan COD pada limbah detergen. Agar mempermudah analisa, data yang ada di plotkan kedalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut



Gambar 4.11 Persentase *Removal* COD pada Limbah Detergen

Grafik di atas menunjukkan persentase penurunan konsentrasi COD mengalami peningkatan hingga hari ke-15. Meskipun menunjukkan angka yang fluktuatif, namun besar persentase penurunan setiap harinya semakin menurun. Pada hari pertama COD di bak kontrol mengalami penurunan 0,53% dan pada bak fitoremediasi yaitu 1,06%. Sedangkan pada hari ke-15 penurunan yang terjadi pada bak kontrol yakni 54,01% dan pada bak fitoremediasi sebesar 77,54%. Hal ini menunjukkan penggunaan tanaman kayu apu sangat berperan terhadap penurunan kadar COD yang ada pada limbah deterjen. Selain itu penurunan COD juga dapat disebabkan oleh alam yang mempunyai kemampuan untuk membersihkan pencemar secara alami pada badan air, atau yang biasa disebut dengan *self purification* (Mangkoedihardjo *et al*, 2010).