

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Konsentrasi koagulan untuk praperlakuan proses

Koagulasi

Tabel 4.1.1. Hasil Analisa Cara Menentukan Konsentrasi Koagulan 10, 20, 40, 60 dan 80 ppm

No	Parameter Uji	Baku Mutu (mg/l)	Analisa Awal (mg/l)	Konsentrasi Koagulan (ppm)				
				10	20	40	60	80
1	COD	100	420500	886	864	880	874	871
2	TSS	200	2000	12	12	12	12	12
3	Pb	0,1	0,97	1,85	1,75	1,73	1,55	1,5
4	Cu	2	44,68	47,21	37,98	41,8	43,47	37,98
5	Fe	5	119,91	208,41	198,85	179,93	174,45	168,18
6	pH	6-9	5,26	0,74	0,68	0,74	0,74	0,73

Keterangan :

Praperlakuan Proses Koagulasi menggunakan konsentrasi koagulan 10,20,40,60 dan 80 ppm dengan pengadukan cepat 150 rpm dan pengadukan lambat 50 rpm masing-masing selama 10 menit dengan pengaduk mekanik.

Tabel 4.1.2. Reduksi Penentuan Dosis Koagulan

No	Parameter Uji (mg/l)	Analisa Awal (mg/l)	Reduksi (%)				
			10 ppm	20 ppm	40 ppm	60 ppm	80 ppm
1	COD	420500	99,79	99,79	99,7907	99,7922	99,79
2	Tss	2000	99,40	99,40	99,4000	99,4000	99,40
3	Pb	0,97	-	-	-	-	-
4	Cu	44,68	-	-	-	-	-
5	Fe	119,1	-	-	-	-	-

Tabel 4.1.2. menunjukkan bahwa pada penggunaan koagulan tawas dengan konsentrasi 80 ppm merupakan konsentrasi optimum untuk proses koagulasi karena pada konsentrasi 80 ppm koagulan dapat menurunkan nilai COD dan TSS sebesar 99,79 % dan 99,40%.

Untuk penurunan nilai TSS telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), maka semakin besar kemampuannya untuk mengendapkan partikel koloid yang ada dalam air limbah. Karena ketika dalam air limbah, tawas akan

terurai menjadi dispersi koloid yang bermuatan positif dan akan mengikat partikel koloid bermuatan negatif. Dalam penjernihan air limbah, ion Al^{3+} pada tawas akan mengikat dan mengendapkan fosfat. Sebagai koagulan alum sulfat (tawas) sangat efektif untuk mengendapkan partikel koloid dan suspensi pada air limbah (Setyawati, 2018).

Sedangkan Nilai COD juga mengalami penurunan sebesar 99,80 %, namun belum memenuhi baku mutu air limbah sehingga perlu dilanjutkan dengan proses Fenton.

4.2. Penentuan Berat Adsorben untuk praperlakuan proses Adsorpsi 1

Tabel 4.2.1. Hasil Analisa Cara menentukan Berat Adsorben pada Praperlakuan Adsorpsi 1

No	Parameter Uji	Baku Mutu (mg/l)	Analisa Praperlakuan Koagulasi (mg/l)	Berat Adsorben (gram)		
				0,5	1	1,5
1	COD	100	871	436	428	426
2	TSS	200	12	12	12	12
3	Pb	0,1	1,5	1,29	1,16	1,11
4	Cu	2	37,98	29,64	28,37	27,11
5	Fe	5	168,18	134,45	132,33	71,23
6	pH	6-9	0,73	3,5	3,5	3,5

Keterangan :

Praperlakuan proses Adsorpsi 1 menggunakan menggunakan karbon aktif 0,5 gram, 1 gram dan 1,5 gram dan waktu pengadukan selama 2 jam.

Tabel 4.2.2. Reduksi Penentuan Berat Adsorben

No	Parameter Uji	Analisa Praperlakuan Koagulasi (mg/l)	Analisa Praperlakuan Adsorpsi 1 (mg/l)	Reduksi (%)		
				0,5 gram	1 gram	1,5 gram
1	COD	871	426	49,94	50,86	51,09
2	TSS	12	12	-	-	-
3	Pb	1,5	1,11	14,00	22,67	26,00
4	Cu	37,98	27,11	20,06	21,32	28,62
5	Fe	168,18	71,23	21,96	25,30	54,95

Pada Tabel.4.2.1 dapat dilihat bahwa kondisi optimum penggunaan adsorben diperoleh pada berat Karbon Aktif 1,5 gram yang dapat menurunkan nilai COD, Pb, Cu dan Fe berturut turut sebesar 51,09%, 26%, 57,65% dan 54,95% . Pori pori yang terdapat pada adsorben akan menangkap partikel partikel yang sangat halus terutama logam berat dan menjebakanya pada pori pori tersebut. Penyerapan menggunakan karbon aktif efektif untuk menghilangkan logam berat. Karena logam berat ditarik oleh karbon aktif dan melekat pada permukaannya dengan kombinasi dari daya fisik kompleks. (Supraptiah, 2014).

4.3. Pengaruh Praperlakuan Proses Koagulasi terhadap Kualitas Air Limbah

Tabel 4.3. Hasil Praperlakuan Proses Koagulasi terhadap Kualitas Air Limbah

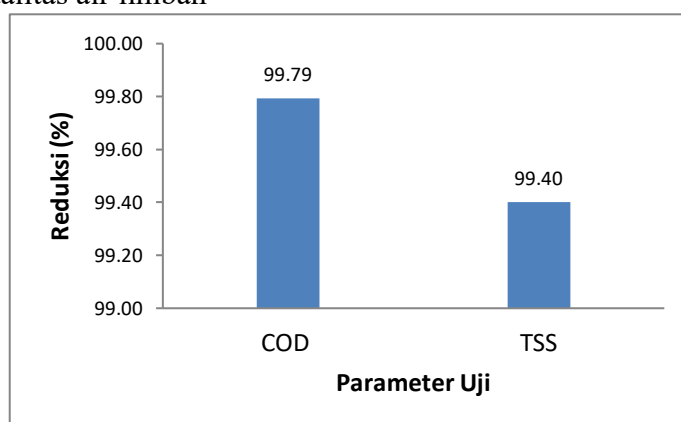
No	Parameter Uji (mg/l)	Baku Mutu	Nilai Analisa Awal	Nilai Analisa Praperlakuan Koagulasi (mg/l)	% Reduksi
1	COD	100	420500	871	99,79 %
2	TSS	200	2000	12	99,40 %
3	Pb	0,1	0,97	1,5	-
4	Cu	2	44,68	37,98	-
5	Fe	5	119,1	168,18	-

Tabel 4.3. menunjukkan bahwa pada penggunaan koagulan tawas dengan konsentrasi 80 ppm dapat menurunkan nilai TSS dari 420500 mg/l menjadi 871 mg/l, atau sebesar 99,4 % dan telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan karena tawas atau Aluminium Sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) merupakan koagulan yang mampu mengendapkan partikel koloid yang ada dalam air limbah. Ketika dalam air limbah, tawas akan terurai menjadi dispersi koloid yang bermuatan positif dan akan mengikat partikel koloid bermuatan negatif. Dalam penjernihan air limbah , ion Al^{3+} pada tawas akan mengikat dan mengendapkan fosfat. Sebagai koagulan alum sulfat (tawas) sangat efektif untuk mengendapkan partikel koloid dan suspensi pada air limbah (Setyawati, 2018). Proses ini terjadi karena adanya pencampuran koagulan ke dalam air baku sehingga menyebabkan partikel padatan yang mempunyai

padatan ringan dan ukurannya kecil menjadi lebih berat dan ukurannya besar karena proses koagulasi bertujuan untuk menurunkan parameter TSS atau mengubah partikel padatan dalam air baku yang tidak bisa mengendap menjadi mudah mengendap. Sedangkan Nilai COD juga mengalami penurunan berturut turut sebesar 99,79 %, namun belum memenuhi baku mutu air limbah sehingga perlu dilanjutkan dengan proses Fenton. Akan tetapi kandungan logam berat mengalami peningkatan. Karena proses koagulasi tidak mampu menurunkan kadar logam berat sehingga perlu dilanjutkan dengan praperlakuan proses Adsorpsi.

Pada penelitian Aziz, dkk (2013) penambahan tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) pada air Sungai Lambidaro mengakibatkan nilai TSS menjadi turun yaitu dari 19 mg/l menjadi 2 mg/l, sedangkan pada penelitian ini penurunan COD menggunakan tawas jauh lebih besar yaitu dari 611,4 mg/l menjadi 245,7 mg/l. Hal ini dikarenakan air limbah yang digunakan pada penelitian ini mempunyai kadar COD dan TSS yang lebih kecil dibandingkan dengan air limbah pada UPT. Laboratorium terpadu Universitas Sriwijaya, sehingga konsentrasi koagulan yang dibutuhkan untuk melarutkan zat-zat organik dan anorganik pada air limbah juga cenderung sedikit sehingga proses pengikatan bahan kimia organik maupun anorganik yang terdapat pada limbah menjadi lebih besar, yang mengakibatkan terjadinya penurunan COD dan TSS lebih besar.

Berikut ini adalah grafik Reduksi pada Praperlakuan Proses Koagulasi terhadap kualitas air limbah



Gambar 4.1. Grafik Reduksi pada Praperlakuan proses Koagulasi terhadap kualitas air limbah

4.4. Pengaruh Praperlakuan Proses Adsorpsi 1 Terhadap Kualitas Air Limbah

Tabel 4.4. Hasil Praperlakuan Proses Adsorpsi 1 Terhadap Kualitas Air Limbah

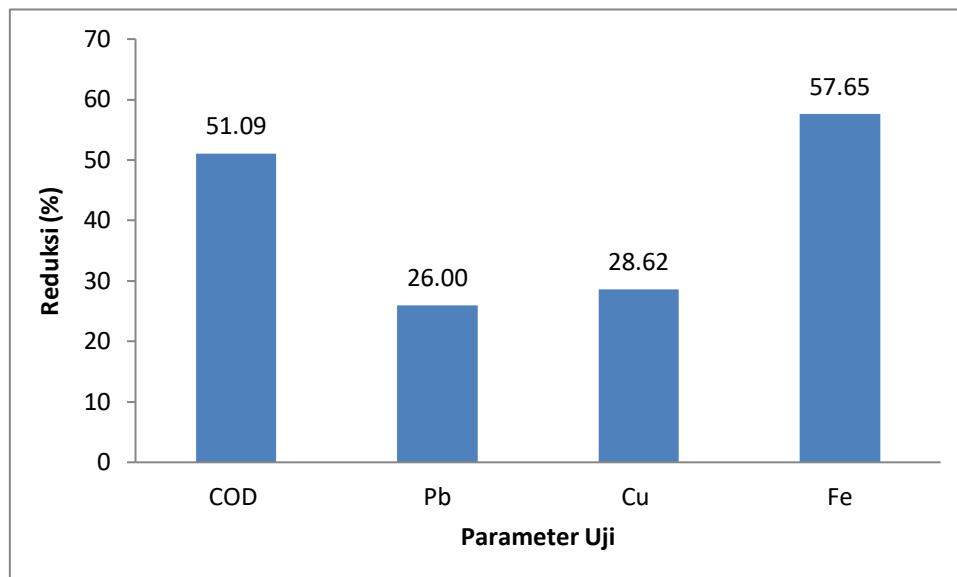
No	Parameter Uji (mg/l)	Baku Mutu	Nilai Praperlakuan Koagulasi	Nilai Analisa Praperlakuan Adsorpsi 1	Reduksi (%)
1	COD	100	871	426	51,09
2	TSS	200	12	12	-
3	Pb	0,1	1,5	1,11	26,00
4	Cu	2	37,98	27,11	28,62
5	Fe	5	168,18	71,23	54,95
6	pH	6,9	0,73	3,5	-

Keterangan :

Analisa Praperlakuan Proses Adosrbsi 1 menggunakan menggunakan karbon aktif 1,5 gram dan waktu pengadukan selama 2 jam.

Pada Tabel.4.4. dapat dilihat bahwa pada praperlakuan proses adsorpsi karbon aktif dapat menurunkan nilai COD dari 871 mg/L menjadi 426 mg/L atau 51,09 %, tetapi belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan sehingga perlu dilanjutkan dengan proses Reagen Fenton. Karbon aktif memiliki ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori pori ini akan menangkap partikel partikel yang sangat halus terutama logam berat dan menjebakanya pada pori pori tersebut. Penyerapan menggunakan karbon aktif efektif untuk menghilangkan logam berat. Karena logam berat ditarik oleh karbon aktif dan melekat pada permukaannya dengan kombinasi dari daya fisik kompleks. (Supraptiah, 2014).

Grafik Reduksi pada Praperlakuan Proses Adsorpsi 1 terhadap kualitas air limbah



Gambar 4.2. Grafik Reduksi pada Praperlakuan Proses Adsorpsi 1 terhadap kualitas air limbah

Sedangkan pada Gambar 4.2. untuk kandungan Logamnya mengalami reduksi yang berbeda, yaitu Logam Pb terjadi penurunan dari 1.5 mg/l menjadi 1,11 mg/l atau sebesar 26%, Logam Cu juga mengalami penurunan yaitu dari 37,98 mg/l menjadi 27,11 mg/l atau sebesar 28,62% dan Logam Fe tereduksi lebih besar dibandingkan logam Cu dan Pb, yaitu dari 168,18 mg/l menjadi 71,23 mg/l atau sebesar 57,65%. Hal ini disebabkan karena masing-masing logam mempunyai jari-jari kovalen yang berbeda-beda, logam Pb (147 pm), logam Cu (138 pm) dan logam Fe (125 pm). Semakin kecil jari-jari kovalen maka adsorben akan semakin banyak mereduksi kandungan logam berat yang terdapat dalam air limbah, Logam Fe dengan jari-jari kovalen yang lebih kecil akan semakin mudah dijerat oleh karbon aktif karena karbon aktif memiliki ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori-pori ini akan menangkap partikel-partikel yang sangat halus terutama logam berat dan menjebakannya pada pori-pori tersebut. Hal inilah yang menyebabkan reduksi kandungan logam berat Fe lebih besar dibandingkan reduksi logam Cu dan Pb.

4.5. Pengaruh Proses Fenton Terhadap Kualitas Air Limbah

Tabel 4.5. Hasil Analisa Proses Fenton Terhadap Kualitas Air Limbah

No	Parameter Uji (mg/l)	Baku Mutu	Nilai Analisa Adsorpsi 1	Nilai Analisa Proses Fenton	Reduksi (%)
1	COD	100	426	87	79,58
2	TSS	200	1,11	0,49	55,86
3	Pb	0,1	27,11	2,2	91,88
4	Cu	2	71,23	36,8	48,34
5	Fe	5	3,5	2,18	37,71

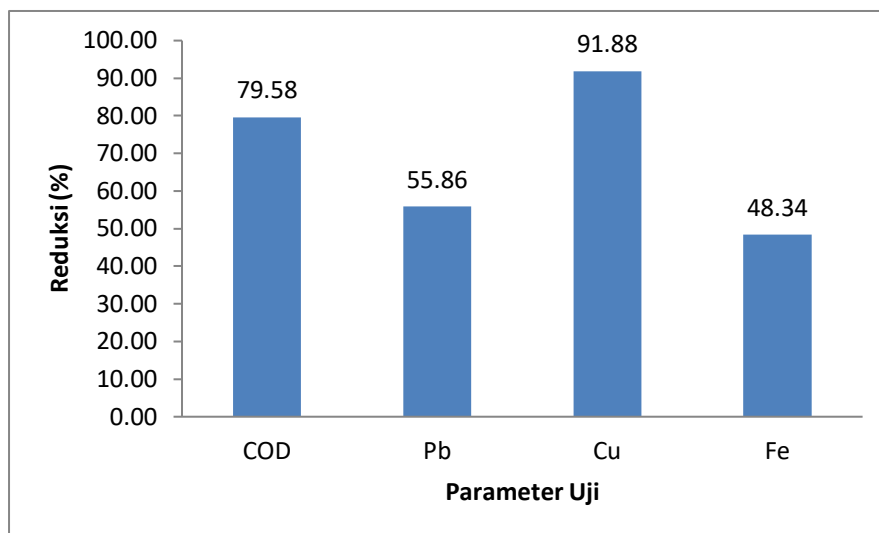
Keterangan :

Analisa Rasio Molar Reagen Fenton menggunakan Rasio 1 : 1200 (FeSO₄ 7 H₂O : H₂O₂) Waktu pengadukan 60 menit menggunakan Magnetik Stirer.

Pada Tabel 4.5. dapat lihat bahwa penurunan nilai COD setelah proses praperlakuan adsorpsi 1 sangat signifikan yaitu dari 426 mg/l menjadi 87 mg/l atau sebanyak 79,67% dan sudah memenuhi baku mutu air limbah yang telah ditentukan. Hal ini disebabkan karena pada proses Fenton terjadi proses oksidasi oleh hidrogen peroksida (H₂O₂) yang membentuk radikal hidroksil (OH•) dengan bantuan katalis besi (Fe²⁺), dimana radikal hidroksil (OH•) yang terbentuk akan memecah ikatan rangkap baik senyawa organik maupun anorganik yang terkandung di dalam air limbah menjadi karbondioksida (CO₂) dan air (H₂O) sehingga radikal hidroksil (OH•) yang terbentuk melalui proses oksidasi ini mampu menurunkan nilai COD dan persentase penurunan COD yang dicapai semakin besar. (Agustina dkk., 2015 b). Sedangkan Nilai TSS terjadi kenaikan yang sangat banyak yaitu dari 6 mg/l menjadi 91 mg/l, hal ini disebabkan banyaknya endapan yang terbentuk pada proses Fenton oleh karena itu perlu dilanjutkan dengan proses adsorpsi 2 untuk menghilangkan endapan tersebut. Proses Fenton juga bisa menurunkan kandungan logam berat Pb, Fe dan Cu berturut turut sebesar 55,86%, 91,88% dan 48,34% namun belum memenuhi baku mutu air limbah yang telah ditetapkan sehingga perlu dilakukan proses Adsorpsi ke 2 untuk memaksimalkan penurunan kandungan logam berat. Hal ini disebabkan karena pada proses Fenton terjadi endapan sehingga perlu

dilanjutkan dengan proses Adsorpsi 2 untuk memaksimalkan penghilangan endapan yang dihasilkan dari proses Fenton.

Berikut ini adalah % Reduksi pada Proses Fenton terhadap kualitas air limbah



Gambar 4.3. Grafik Reduksi pada proses Fenton terhadap kualitas air limbah

4.6. Pengaruh Proses Adsorpsi 2 Terhadap Kualitas Air Limbah

Tabel 4.6. Hasil Analisa Proses Adsorpsi 2 Terhadap Parameter Uji

No	Parameter Uji (mg/l)	Baku Mutu	Nilai Analisa Proses Fenton	Nilai Analisa Adsorpsi 2	Reduksi (%)
1	COD	100	87	58	33,33
2	TSS	200	91	6	93,41
3	Pb	0,1	36,8	0,04	98,89
4	Cu	2	2,2	0,02	99,09
5	Fe	5	2,18	0,003	99,86

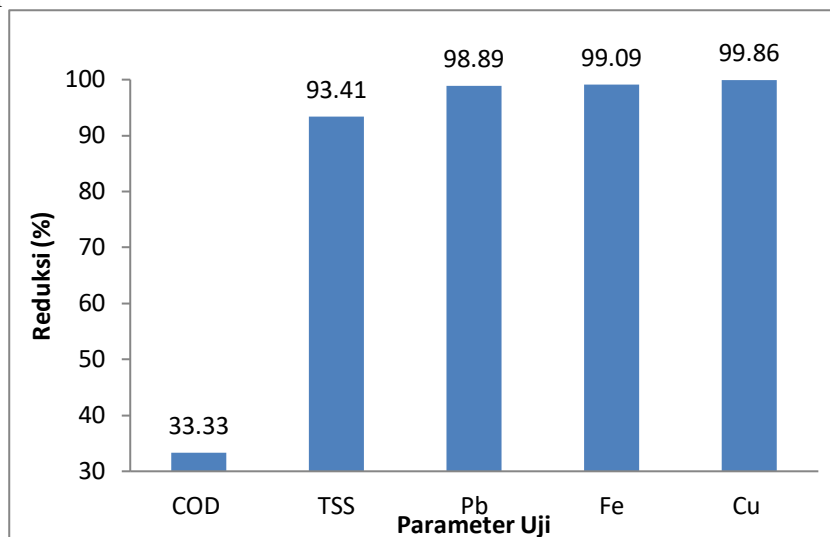
Keterangan :

Analisa Proses Adosrbsi 2 menggunakan menggunakan karbon aktif 1,5 gram dan waktu pengadukan selama 2 jam.

Pengaruh Proses Adsorpsi 2 Terhadap Nilai COD dapat dilihat pada Tabel 4.6. yang menunjukkan bahwa pada proses adsorpsi ke 2 menggunakan karbon aktif ini selain dapat mereduksi logam berat dapat juga mereduksi Nilai COD dan

TSS dengan proses Fenton dilanjutkan dengan proses adsorpsi 2 berturut turut sebesar 33,33% dan 93,41%.

Berikut adalah grafik % Reduksi pada Proses Adsorpsi 2 terhadap kualitas air limbah



Gambar 4.4. Grafik Reduksi pada proses Adsorpsi 2 terhadap kualitas air limbah

Pada Gambar 4.4. untuk kandungan Logamnya mengalami reduksi yang berbeda, yaitu Logam Pb terjadi penurunan dari 38,6 mg/l menjadi 0,04 mg/l atau sebesar 98,89%, Logam Cu juga mengalami penurunan yaitu dari 2,2 mg/l menjadi 0,02 mg/l atau sebesar 99,09% dan Logam Fe juga mengalami penurunan dari 2,18 mg/l menjadi 0,003 mg/l atau sebesar 99,86%. Hal ini disebabkan karena masing masing logam mempunyai jari-jari kovalen yang berbeda-beda, logam Pb (147 pm), logam Cu (138 pm) dan logam Fe (125 pm). Semakin kecil jari-jari kovalen maka kandungan logam berat akan semakin banyak tereduksi. Logam Fe dengan jari-jari kovalen yang lebih kecil akan semakin mudah dijerat oleh karbon aktif karena karbon aktif memiliki ruang pori yang sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori pori ini akan menangkap partikel partikel yang sangat halus terutama logam berat dan menjebakanya pada pori pori tersebut. Hal inilah yang menyebabkan reduksi kandungan logam berat Fe lebih besar dibandingkan reduksi logam Cu dan Pb. Pada proses adsorpsi ke-2 ini bertujuan untuk memisahkan endapan yang terjadi dari hasil proses Fenton

dan memaksimalkan pemisahan sisa-sisa logam berat yang masih ada. Hal ini disebabkan karena kandungan logam berat sebagian besar telah berhasil disisihkan pada proses adsorpsi ke-1 kemudian dilanjutkan dengan proses adsorpsi ke-2 untuk memaksimalkan kembali penyisihan kandungan logam berat tersebut. Pengolahan air limbah laboratorium dengan proses koagulasi, adsorpsi 1, Reagen Fenton dan dilanjutkan dengan proses adsorpsi 2 secara terintegrasi ini mampu menurunkan kandungan logam berat Pb, Fe dan Cu yang terdapat pada air limbah UPT. Laboratorium Terpadu Universitas Sriwijaya sehingga hasil penelitian ini telah memenuhi baku mutu lingkungan kecuali pH. Namun hal ini dapat diatasi dengan penetralan sebelum dibuang.