

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil penelitian

4.1.1. Hasil penelitian dan Efisiensi penurunan kadar Hg dan COD dengan variasi kuat arus dan waktu kontak

Hasil penelitian dan analisa laboratorium limbah cair Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia menunjukkan terjadinya penurunan kadar Hg dan COD yang bervariasi pada limbah tersebut setelah pengolahan dengan proses elektrolisis.

Pada penelitian ini, konsentrasi awal limbah cair Laboratorium kualitas air untuk Hg sebesar 43,4938 ppb, dan untuk COD sebesar 1366,693 mg/l, elektroda yang digunakan dalam bak elektrolisis ini adalah stainless yang dialiri arus listrik searah (DC). Variasi kuat arus yang digunakan terdiri dari 10 ampere, 15 ampere, 20 ampere dan variasi waktu kontak selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Hasil menunjukkan penurunan kadar Hg dan COD yang fluktuatif seperti disajikan dengan tabel dibawah ini

Tabel 4.1. Hasil penelitian penurunan kadar Hg (ppb)

Kuat Arus (Amper)	waktu kontak (menit)					jumlah	rata-rata
	0	30	60	90	120		
0	43.494	43.494	43.494	43.494	43.494	217.469	54.36725
10	43.494	35.657	35.037	34.699	34.366	183.253	45.8132
15	43.494	35.039	34.866	34.573	30.775	178.747	44.6867
20	43.494	34.948	34.866	35.505	36.605	185.418	46.35445
jumlah	173.975	149.138	148.263	148.271	145.240		
rata-rata	43.4938	37.2845	37.0657	37.0677	36.30995		

Sumber: data Primer,2006

Tabel 4.2. Hasil penelitian penurunan kadar COD (mg/l)

Kuat Arus (Amper)	waktu (menit)					jumlah	rata-rata
	0	30	60	90	120		
0	1366.69	1366.69	1366.693	1366.693	1366.693	6833.465	1366.693
	1366.69	1366.69	1366.693	1366.693	1366.693	6833.465	1366.693
10	1366.69	1293.44	1242.57	1233.414	1559.491	6695.608	1339.122
	1366.69	1292.24	1245.622	1240.535	1560	6705.093	1341.019
15	1366.69	1363.64	1596.627	1310.736	1346.854	6984.551	1396.91
	1366.69	1366.69	1596.627	1310.228	1346.854	6987.095	1397.419
20	1366.69	1101.66	1214.083	1199.331	1175.93	6057.697	1211.539
	1366.69	1103.7	1214.083	1197.805	1175.93	6058.206	1211.641
jumlah	10933.5	10254.8	10843	10225.44	10898.45		
rata-rata	2733.39	2563.69	2710.75	2556.359	2724.611		

Sumber: data Primer,2006

Pada Tabel 4.1 terlihat adanya penurunan kadar Hg dalam limbah cair Laboratorium kualitas air dengan variasi kuat arus maupun variasi waktu kontak .dapat dilihat bahwa penurunan kadar Hg terbesar terjadi pada kuat arus 15 ampere dengan waktu kontak 120 menit, dari kadar 43,494 ppb menjadi 30,775 ppb.

Sedangkan pada tabel 4.2 dapat dilihat juga penurunan kadar COD terbesar terjadi pada kuat arus 20 ampere dengan waktu kontak 30 menit, dengan penurunan dari 1366,69 mg/l menjadi 1101,66 mg/l.

Berdasarkan hasil penelitian kadar Hg dan COD pada Tabel 4.1 dan 4.2 diatas, maka dapat diketahui besarnya efisiensi penurunan kadar Hg dan COD dalam Tabel 4.3 dan 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil perhitungan Efisiensi Penurunan Kadar Hg

Kuat arus (amper)	waktu kontak (menit)	Kadar Hg sebelum perlakuan (ppb)	Kadar Hg sesudah perlakuan (ppb)	Efisiensi penurunan kadar Hg (%)
10	30	43.494	35.657	18.02
	60	43.494	35.037	19.44
	90	43.494	34.699	20.22
	120	43.494	34.366	20.99
15	30	43.494	35.039	19.44
	60	43.494	34.866	19.84
	90	43.494	34.573	20.51
	120	43.494	30.775	29.24
20	30	43.494	34.948	19.65
	60	43.494	34.965	19.61
	90	43.494	35.505	18.37
	120	43.494	36.605	15.84

Sumber data primer, 2006

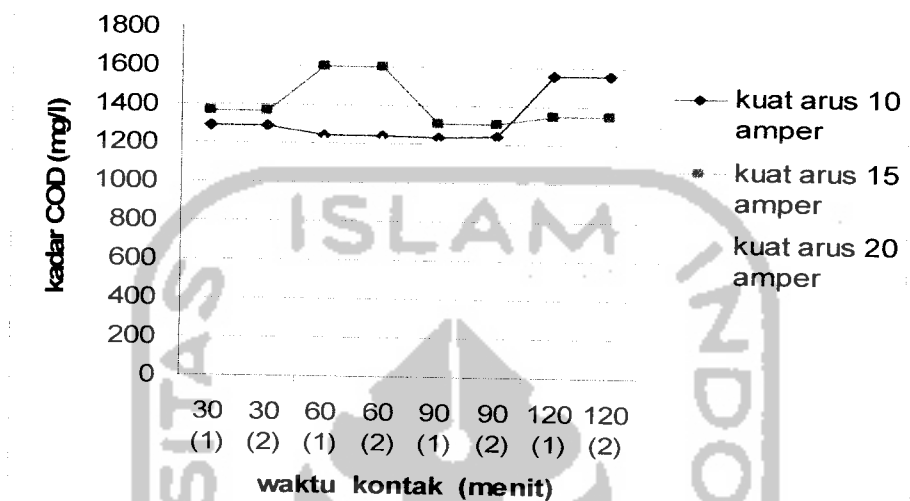
Kuat arus (amper)	waktu kontak (menit)	Kadar COD sebelum perlakuan (mg/l)	Kadar COD sesudah perlakuan (mg/l)	Efisiensi penurunan kadar COD (%)
10	30 (1)	1366.693	1293.44	5.36
	30 (2)	1366.693	1292.243	5.45
10	60 (1)	1366.693	1242.57	9.08
	60 (2)	1366.693	1245.622	8.86
10	90 (1)	1366.693	1233.414	9.75
	90 (2)	1366.693	1240.535	9.23
10	120 (1)	1366.693	1559.491	-14.11
	120 (2)	1366.693	1560	-14.14
15	30 (1)	1366.693	1363.641	0.22
	30 (2)	1366.693	1366.693	0.00
15	60 (1)	1366.693	1596.627	-16.82
	60 (2)	1366.693	1596.627	-16.82
15	90 (1)	1366.693	1310.736	4.09
	90 (2)	1366.693	1310.228	4.13
15	120 (1)	1366.693	1346.854	1.45
	120 (2)	1366.693	1346.854	1.45
20	30 (1)	1366.693	1101.66	19.39
	30 (2)	1366.693	1103.695	19.24
20	60 (1)	1366.693	1214.083	11.17
	60 (2)	1366.693	1214.083	11.17
20	90 (1)	1366.693	1199.331	12.25
	90 (2)	1366.693	1197.805	12.36
20	120 (1)	1366.693	1175.93	13.96
	120 (2)	1366.693	1175.93	13.96

Tabel 4.4 Hasil perhitungan Efisiensi Penurunan Kadar COD

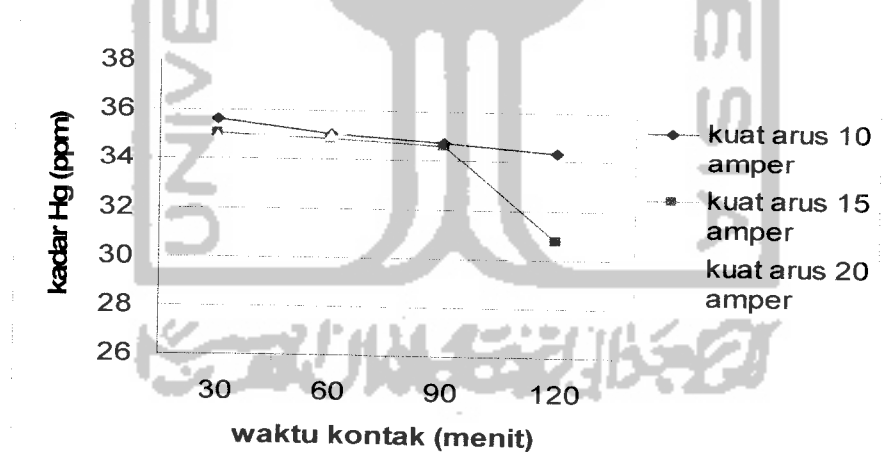
Sumber data primer, 2006

Pada tabel 4.3 terlihat bahwa prosentase penurunan kadar Hg tertinggi terjadi pada waktu kontak 120 menit dengan kuat arus 15 ampere yang mencapai 29,24%, dan pada tabel 4.4 terlihat bahwa prosentase penurunan kadar COD tertinggi terjadi pada waktu kontak 30 menit dengan kuat arus 20 ampere yang mencapai 19,39%

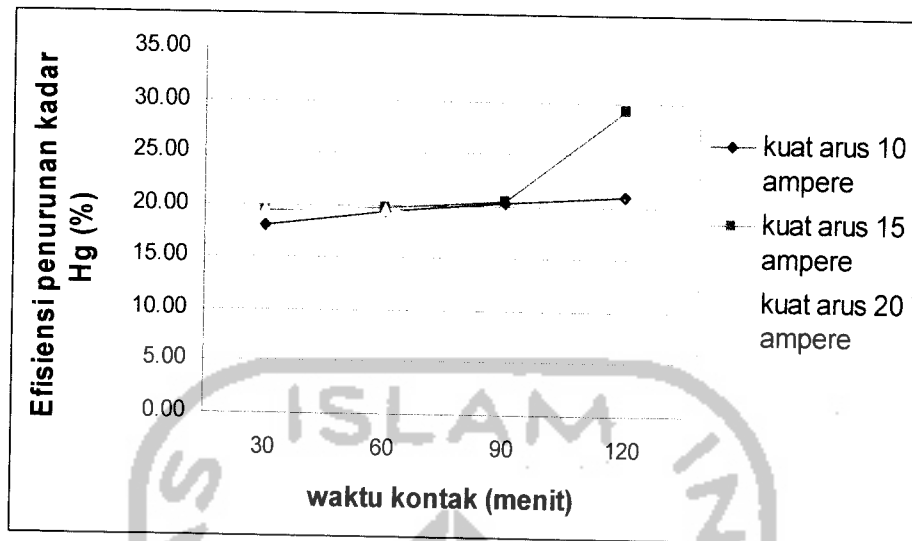
Kemudian hasil pengamatan pada Tabel 4.1, 4.2, 4.3 dan 4.4 disajikan dalam bentuk grafik pada gambar berikut ini



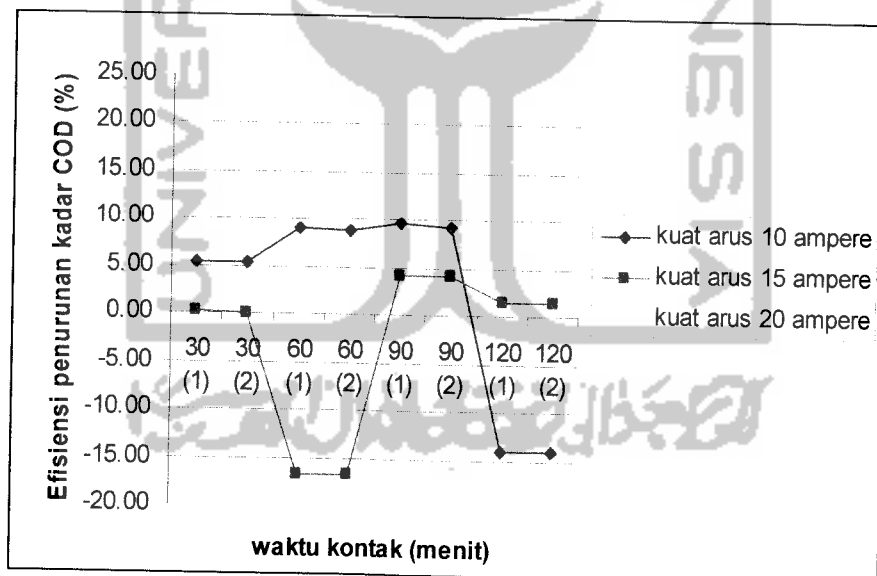
Gambar 4.1 Grafik hubungan kadar Hg dengan variasi waktu kontak pada kuat arus



Gambar 4.2 Grafik hubungan kadar COD dengan variasi waktu kontak pada kuat arus



Gambar 4.3 Grafik hubungan Efisiensi penurunan kadar Hg dan waktu kontak pada kuat arus



Gambar 4.4 Grafik hubungan Efisiensi penurunan kadar COD dan waktu kontak pada kuat arus

4.1.2. Analisis Statistik

4.1.2.1 Uji Anova COD

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada hubungan yang signifikan antara dua faktor, yang dalam kasus ini akan diuji apakah ada interaksi antara waktu kontak dan arus listrik dengan penurunan kadar COD

Hipoteses

Hipotesis untuk kasus ini,

H_0 = tidak ada interaksi antara waktu dan kuat arus

H_1 = Ada interaksi antara waktu dan kuat arus

Pengambilan keputusan

Dasar pengambilan keputusan berdasarkan nilai probabilitas

- Jika probabilitas > 0.05 , H_0 diterima
- Jika probabilitas < 0.05 , H_0 ditolak

Keputusan

Uji statistic COD

Between-Subjects Factors

		N
ARUS	10.00	8
	15.00	8
	20.00	8
WAKTU	30.00	6
	60.00	6
	90.00	6
	120.00	6

Tabel 4.5 Hasil uji anova subjects factors untuk COD

Tests of Between-Subjects Effects
Dependent Variable: KOSENTRA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	481987.938	11	43817.085	13524.156	.000
Intercept	40789362.542	1	40789362.542	12589648.777	.000
ARUS	225852.757	2	112926.379	34854.760	.000
WAKTU	66609.166	3	22203.055	6852.980	.000
ARUS * WAKTU	189526.015	6	31587.669	9749.543	.000
Error	38.879	12	3.240		
Total	41271389.359	24			
Corrected Total	482026.817	23			

a. R Squared = 1.000 (Adjusted R Squared = 1.000)

Tabel 4.6 Hasil uji anova subjects Effects untuk COD

Terlihat bahwa F hitung adalah 9749.543 dengan probabilitas 0.000. Oleh karena probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak artinya ada interaksi antara waktu dan kuat arus, sehingga mempengaruhi penurunan kadar COD pada limbah.

4.1.2.2 Uji Anova Hg

Uji statistic Hg (merkuri)

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
ARUS	1.00	10	4
	2.00	15	4
	3.00	20	4
WAKTU	1.00	30	3
	2.00	60	3
	3.00	90	3
	4.00	120	3

Tabel 4.7 Hasil uji anova subjects factors untuk Hg

of Between-Subjects Effect Tests

Dependent Variable: EVISIENSI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	47.006	5	9.401	.876	.548
Intercept	4846.914	1	4846.914	451.881	.000
ARUS	31.374	2	15.687	1.462	.304
WAKTU	15.632	3	5.211	.486	.704
Error	64.357	6	10.726		
Total	4958.277	12			
Corrected Total	111.362	11			

a. R Squared = .422 (Adjusted R Squared = -.059)

Tabel 4.8 Hasil uji anova subjects Effects untuk Hg

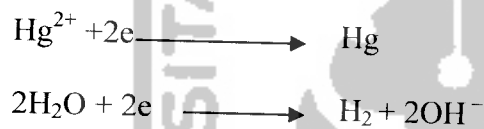
Terlihat bahwa F hitung adalah 0.486 dengan probabilitas 0.704. Oleh karena probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima artinya tidak ada interaksi antara waktu dan kuat arus, sehingga tidak terlalu mempengaruhi penurunan kadar Hg pada limbah.

4.2. Pembahasan

4.2.1 Penurunan kadar Hg

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya penurunan kadar Hg yang bervariasi pada limbah tersebut, setelah pengolahan dengan proses elektrolisis. kadar Hg mengalami penurunan, terlihat bahwa prosentase penurunan kadar Hg tertinggi terjadi pada waktu kontak 120 menit dengan kuat arus 15 ampere yang

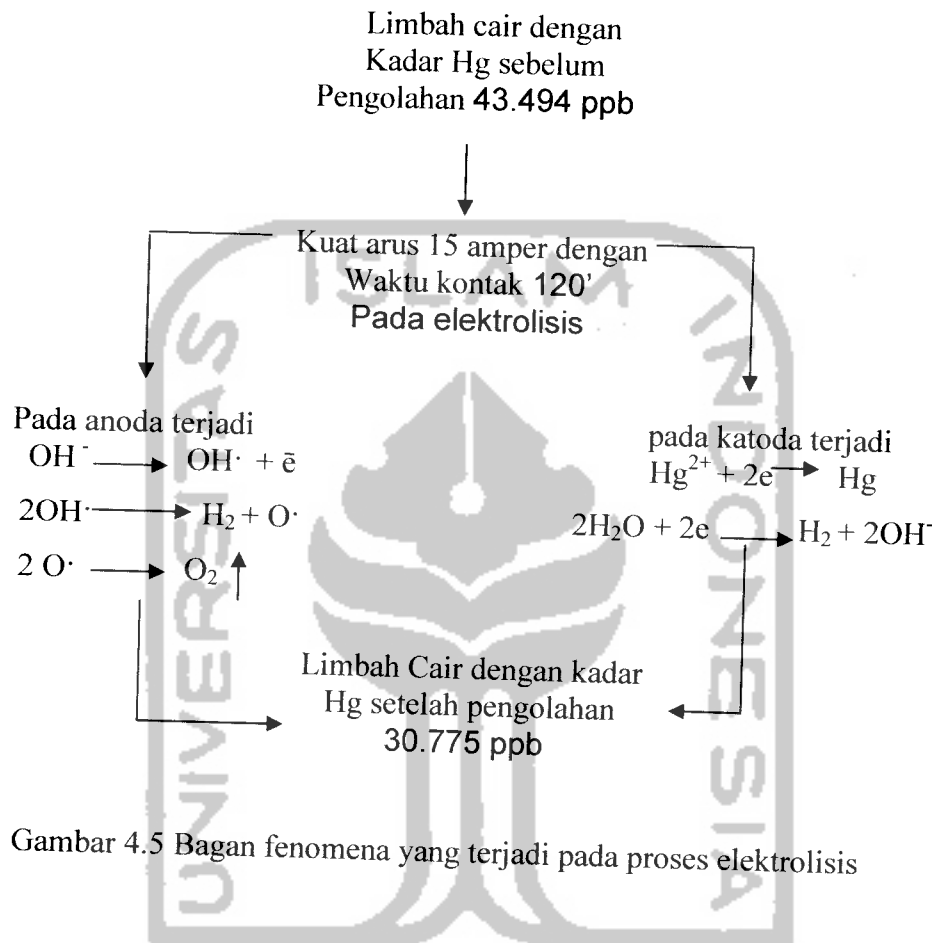
mencapai 29,24%, sedangkan penurunan terendah terjadi pada waktu kontak 120 menit dan pada arus 20 ampere sebesar 15,84%, penurunan konsentrasi Hg terjadi karena di katoda terjadi reduksi, Sehingga yang terjadi yaitu ion positif akan tereduksi kearah katoda dan menerima elektron, ion negatif bergerak kearah anoda dan menyerahkan elektron, elektron yang dilepaskan akan ditarik ion merkuri (Hg^+) dan akan terbentuk logam Hg, hal ini dapat terjadi, sehingga reaksi yang terjadi pada katoda sebagai berikut



Reaksi yang terjadi dalam elektrolisis pada katoda adalah reaksi reduksi:

- Ion-ion logam yang terbentuk diendapkan pada permukaan katoda
- Pelarut (air) mengalami reduksi dan terbentuklah gas hidrogen (H_2)
Pada katoda
- Larutan air limbah mengandung asam, maka ion H^+ dari asam akan direduksi menjadi gas hidrogen (H_2) pada katoda

Fenomena yang terjadi pada proses elektrolisis dapat dilihat pada bagan dibawah ini:



Gambar 4.5 Bagan fenomena yang terjadi pada proses elektrolisis

Menurut hukum Faraday pertama mengenai elektrolisis menyatakan bahwa jumlah perubahan kimia yang terjadi pada proses elektrolisis bergantung pada jumlah muatan listrik dan waktu kontak elektrolisis tersebut, pada hasil penelitian di atas penurunan kadar Hg tertinggi tidak terjadi pada arus yang paling besar hal ini mungkin terjadi karena terbentuknya reaksi samping yang tidak diharapkan (Sonny Widiarto,2006), Namun disini sulit untuk menduga

reaksi apa yang terjadi pada elektroda selama proses elektrolisis berlangsung. Reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis tidak selalu merupakan kebalikan dari reaksi sel elektrokimia yang spontan. Sering kali reaksi suatu larutan dengan pelarut air, akan mengakibatkan molekul air atau ion lain yang terdapat dalam larutan teroksidasi atau tereduksi. Reaksi sebenarnya yang akan terjadi pada proses elektrolisis akan bergantung pada nilai relatif potensial standar zat-zat yang terlibat dalam reaksi.

Kenaikan konsentrasi tiap variasi waktu dimungkinkan ada persoalan dalam pengujian. Faktor lain yang berpengaruh pada peningkatan konsentrasi setiap variasi waktu percobaan adalah pada saat terjadi proses sebelum limbah dipompa ke inlet, tidak terjadi pengadukan yang sempurna pada bak penampung limbah tersebut (konsentrasi limbah pada bak penampung tidak homogen), pada penelitian ini arus yang digunakan 10 amper, 15 amper, dan 20 amper sedangkan volume limbah yang diolah adalah 48 liter. Karena limbah yang diolah cukup besar sedangkan arus yang dipakai kecil, sehingga proses elektrolisis tidak berjalan maksimal dapat dilihat dari efisiensinya penurunan kadar Hg kecil, pada penelitian sebelumnya (yanti purwaningsih, 2005) dalam menurunkan kadar Ag dengan cara elektrolisis terjadi penurunan kadar Ag 99,70% dimana limbah yang diolah hanya 4,5 liter dengan Arus 5 Amper dan waktu 140 menit. Selain itu Faktor yang mempengaruhi proses ini adalah parameter yang mempengaruhi reduksi logam adalah pH. Semakin tinggi derajat keasaman suatu larutan (pH semakin rendah), maka reduksi merkuri oleh katoda cenderung kecil dan turun (Saadi 1995). Mengingat pH limbah laboratorium

Universitas Islam Indonesia yaitu hanya berkisar 2, maka reduksi merkuri tidak berlangsung maksimal.

4.2.2 Penurunan kadar COD

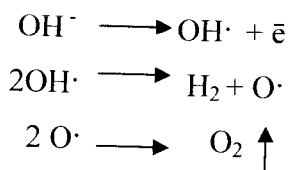
penurunan kadar COD terbesar terjadi pada kuat arus 20 ampere dengan waktu kontak 30 menit, dengan penurunan dari 1366,69 mg/l menjadi 1101,66 mg/l. Selain itu terjadi kenaikan kadar COD yang terjadi pada kuat arus 15 ampere dengan waktu kontak 60 menit, dengan kenaikan dari 1366,69 mg/l menjadi 1596.627 mg/l. Adapun massa zat yang dihasilkan dalam proses elektrolisis dapat berupa endapan, yang menandakan terjadi penurunan kadar COD. Dimana reaksi elektrolisis yang terjadi di anoda :

pada anoda terjadi reaksi oksidasi terhadap ion

- Ion-ion Halida akan dioksidasi menjadi halogen-halogen
- Pelarut (air) akan dioksidasi menjadi gas oksigen (O_2)

Pada anoda OH^- dilepaskan dan bereaksi dengan H_2 , Sehingga akan terbentuk $O_2 \uparrow$

Pada anoda terjadi



O_2 yang dihasilkan dari proses oksidasi pada anoda digunakan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat didalam air, sehingga kadar COD dapat menurun

Penurunan konsentrasi COD didalam reaktor juga dikarenakan terjadi reaksi pengoksidasian zat-zat organik secara alamiah, selain itu karena PH limbah laboratorium sebelum dan sesudah pengolahan adalah 2 (dalam keadaan asam), pada keadan asam akan terjadi penurunan kadar COD, Sedangkan untuk peningkatan konsentrasi COD itu dikarenakan adanya gangguan yang terjadi terhadap proses pengoksidasian tersebut.

Limbah laboratorium kualitas air Universitas Islam Indonesia merupakan limbah campuran yang terdiri dari berbagai bahan, sehingga ukuran molekulnya berbeda-beda dan mempengaruhi proses oksidasi. Selain itu limbah laboratorium kadar logamnya sangat banyak dan berbagai macam, Kehadiran logam pada limbah juga mempunyai pengaruh besar terhadap oksidasi bahan organik, (Cheremisinoff,1978). Adanya kadar klor (Cl^-) sampai 2000 mg/L dapat mengganggu uji COD karena klor dapat bereaksi dengan kalium dikromat.