

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Adanya kombinasi gabungan TiO_2 dan fenton pada proses degradasi NaLS dengan sinar UV x 8 watt selama waktu optimum 3 jam yaitu menghasilkan nilai % degradasi 59,62 %.
2. Pengaruh pH untuk mendegradasi NaLS dengan gabungan TiO_2 dan fenton menghasilkan pH optimum 7 dengan % degradasi sebesar 68,82 %.
3. Orde kinetik reaksi dalam degradasi NaLS oleh kombinasi $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2$:(10ppm/10 ppm/0,1250 gram) pada pH 7 adalah $\frac{1}{2}$.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai cara untuk pengolahan limbah deterjen dengan kombinasi TiO_2 dan fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) yang dilakukan secara *batch* karena mampu memberikan efisiensi persen degradasi limbah yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Mottaleb, A., 2007, " **Increase of the Photocatalytic Activity of TiO₂ by Carbon and Iron modification** ", Journal of Photoenergy, 8-9.
- Atkins, P.W, 1997. *Kimia Fisika Jilid 2, (Penerjemah Kartohadiprodjo, I.I), Edisi Keempat* , Erlangga, Jakarta
- Azis, S, 1999. **Studi Penurunan konsentrasi Surfaktan Dengan Metode Pengendapan Menggunakan Ca(OH)₂**, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP, ITS ,Surabaya
- Barbusinski, 2009. **Fenton Reaction-Controversy concering The Chemistry**. Institu of water and wastewater engineering, Silesian University of Technology, Poland
- Cahyadi, 1999. **Studi Penggunaan CaSO₄ Sebagai Penurun Kadar Surfaktan Jenis DBS (Dodecyl Benzene Sulphonate) dalam air buangan**, Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP ,ITS, Surabaya
- Fajar, Luthfi Dianing. 2004, *Degradasi Fotokatalitik Surfaktan NaLS (Natrium Lauril Sulfat) Dengan Suspensi*, Skripsi. Jurusan Kimia. Universitas Airlangga . Surabaya.
- Fatimah dan Karna. 2005. **Sintesis TiO₂/Zeolit Sebagai Fotokatalis Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Secara Adsorpsi Fotodegradasi**, Lab Kimia jurusan Ilmu Kimia FMIPA UII Yogyakarta
- Fessenden, J. R. dan Fessenden, J. S. 1984. *Kimia Organik* (diterjemahkan oleh A. H. Pudjaatmaka). Edisi Ketiga. Jilid II. Jakarta: Erlangga.
- Garland, Carl W., Nibler, Joseph W., Shoemaker, David P., 2003, **Experiments In Physical Chemistry**, Mc Graw-Hill Companies, Inc., New York
- Ghiselli, G., 2004. **Destruction of EDTA Using Fenton and Photo Fenton Like Reactions Under UV-A Irradiation**, Instituto de Quimica , Sao Paulo , Brazil.
- Greenwood, N.N dan Earnshaw, A., 1997. *Chemistry of The Elements*, Second Edition, Elsvier Butterworth-Heinemann Linacre House. Jordan Hill, Oxford

- Gunlazuardi, J., 2001. **“Fotokatalisis pada Permukaan TiO₂: Aspek Fundamental dan Aplikasinya”**, Seminar Kimia Fisika II Hartati, E. 2001. *Studi Konstanta Laju Reaksi Proses Photo-Fenton Pada Degradasi Klorolignin*. Tesis. Bandung: ITB
- Haber F dan Weiss J, 1932. **On The Catalys of Hydroperoxide Naturwissen Schaften**, Institut Huddinge ,Stokholm
- Harold, Hart. 1998. *Kimia Organik*. Edisi keenam. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Hartati, E., 2001. *Studi Konstanta Laju Reaksi Proses Photo-Fenton Pada Degradasi Klorolignin*, Tesis ITB, Bandung.
- Hoffmann, M.R., Martin, S.T., Choi, W., and Bahneman, D.W., 1995. **Environmetal Aplication of Semiconductor Photocatalisis**”, J. Chem. Rev., 69 96.
- Isnainingsih, 2001. **Penggunaan Proses Fotofenton Untuk Menurunkan Zat Warna Azo Rhemazol Black B pada Air Buangan Tekstil dengan Variabel Konsentrasi Reagen Fenton , Konsentrasi Zat Warna , dan Daya Lampu Ultraviolet**, ITB, Bandung .
- Kittel dan Charles, 1979. **Introduction to solid state physics**, ed 55, Wiley Eastern Limited, India, p.130.
- Krisdaningrum, N., 2003. **Pemanfaatan Suspensi TiO₂ Untuk Proses Degradasi Fotokatalisis Senyawa Penta Klorofenol**, Skripsi. Jurusan Kimia. Universitas Airlangga . Surabaya.
- Levine, Ira N., 2002. **Physical Chemistry**. Fifth Edition, The Mc Graw-Hill Companies, Inc, New York, 528-545.
- Liou, Ming-Jer, Lu, Ming-Chun, and Chen, Jong-Nan, 2003. **“Oxidation of Explosives by Fenton And Photo Fenton Process”**. University of Pharmacy and Science , Taiwan
- Maryani, Y., K, Indar., R, Mega Yaumi., Nufus., Hayatun., 2010. **Uji Aktivitas Beberapa Katalis Pada Proses Degradasi Senyawa Aktif Deterjen Secara Fotokatalisis**, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang

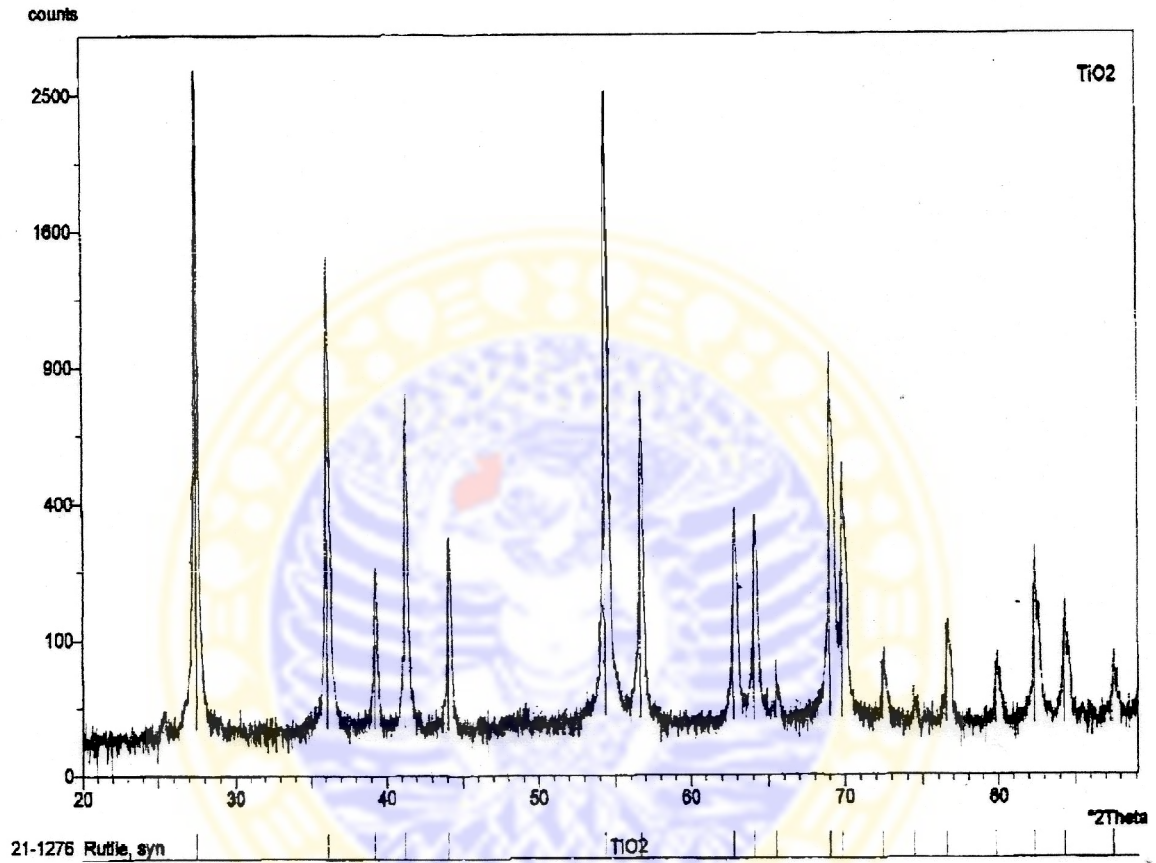
- Moraes, J.E.F., Quina, F.H., Nascimento, C.A.O., Silva, D.N., and Chiavone-Filho, O. 2004. **Treatment of Saline Wastewater Contaminated with Hydrocarbons by the Photo-Fenton Process : Enviromental Science and Technology** . Vol. 38, No. 4..
- Mulya, M. dan Suharman. 1995, *Analisis Instrumental* , Airlangga University Press, Surabaya , hal 31-45.
- Myers, D. 2006. **Surfactant Science and Technologi**. 3rd edition. New Jersey ; Jhon Wiley and Son, Inc
- Nascimento, G.M.D., Bonancea, C.E., Souza, M.L.D., Coria, P., 2005, **Substrate Development for Surface-Enhanced Raman Study of Photocatalytic Degradation Processes: Congo Red Over Silver Modified Titanium Dioxide Films**, University of Sao paulo, Brazil.
- O'Neil, M.J., 2001. *The Merck Index : An Encyclopedia of Chemical, Drugs, and Biological*, 13th ed., Merck & Co. Inc., New York, p437.
- Otmer dan Kirk, 1994. **Encyclopedia of Chemical Tecnology**, vol. 18 ed.14, 592-593 and 820-834.
- Pungor, 1995. **A Practical Guide to Instrumental Analysis**, CRC Press LLC
- Prasetyo, B.A., 2002. **Rekayasa Pembuatan Membran Selulosa Asetat untuk Pemisahan Larutan Deterjen**, Tesis , Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP ,ITS, Surabaya
- Purwantoko, A., 2005. **Validasi Metode Deoksiribosa sebagai Uji Penangkapan Radikal Hidroksil oleh Vitamin C secara in vitro**. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma . Yogyakarta.
- Rubiyatadji, R., 1993. **Penurunan Kadar Deterjen ABS dalam Air dengan Proses Adsorpsi Karbon Aktif**, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP, ITS, Surabaya
- Sastrohamidjojo, H. 2005. **Kimia Organik**, (stereokimia, karbohidrat, lemak, dan protein). Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Tahid,1995. **Deterjen dalam Air Limbah dan Analisisnya**, Makalah pada seminar HKI, Januari, Yogyakarta, P.1-5

Untari, 1996. **Mengenal Sifat- Sifat Material**.www.scribd.com, 22 Desember 2010



Lampiran 1.

Difraktogram XRD TiO₂



X'Pert Graphics & Identify
(searched) peak list: TiO2lila
14-6-2004 11:46Description:
Lutfi unairOriginal scan: TiO2 Date: 14-6-2004 10:44
Description of scan:
Lutfi unair

Used wavelength: K-Alpha

K-Alpha1 wavelength (Å): 1.54056
K-Alpha2 wavelength (Å): 1.54439
K-Alpha2/K-Alpha1 intensity ratio : 0.50000
K-Alpha wavelength (Å): 1.54056
K-Beta wavelength (Å): 1.39222Peak search parameter set: As Measured Intensities
Set created: 12-11-1999 11:08
Peak positions defined by: Minimum of 2nd derivative
Minimum peak tip width (°2Theta): 0.00
Minimum peak tip width (°2Theta): 1.00
Peak base width (°2Theta): 2.00
Minimum significance: 0.60

d-spacing (Å)	Relative Intensity (%)	Angle (°2Theta)	Peak Height (counts)	Background (counts)	Tip Width (°2Theta)	Significance
3.50558	0.42	25.38635	11.22	9.07	0.16000	0.81
3.24172	100.00	27.49159	2669.20	11.69	0.16000	27.34
2.48494	50.03	36.11604	1335.35	12.15	0.18000	22.56
2.29479	7.30	39.22599	194.78	12.71	0.06000	0.64
2.28918	6.24	39.32596	166.63	12.67	0.08000	0.69
2.18406	28.63	41.30291	764.10	12.04	0.20000	19.08
2.05212	10.97	44.09293	292.85	11.14	0.10000	2.04
1.68607	91.46	54.36793	2441.24	19.81	0.14000	14.47
1.68168	56.43	54.52171	1506.15	19.66	0.06000	2.10
1.62283	29.43	56.67355	785.62	17.60	0.14000	7.67
1.47759	13.61	62.84016	363.21	15.93	0.10000	2.33
1.47371	7.53	63.02445	201.02	16.02	0.10000	1.01
1.45210	12.30	64.07313	328.19	16.52	0.12000	3.88
1.44766	8.42	64.29308	224.84	16.63	0.12000	1.49
1.42335	0.90	65.52701	24.00	17.22	0.12000	0.66
1.35912	35.17	69.04771	938.76	18.96	0.16000	11.44
1.35502	18.37	69.28626	490.22	18.79	0.12000	1.95
1.34553	18.96	69.84564	505.97	18.37	0.14000	6.73
1.34180	9.49	70.06821	253.36	18.21	0.12000	1.01
1.30305	2.36	72.47545	62.96	16.43	0.10000	1.07
1.27145	0.33	74.57716	8.79	14.97	0.32000	0.90
1.24341	3.62	76.55747	96.62	14.37	0.08000	0.69
1.19939	2.66	79.91607	71.04	14.07	0.12000	1.46

X'Pert Graphics & Identify
(searched) peak list: TiO2

lila
14-6-2004 11:46

d-spacing (Å)	Relative Intensity (%)	Angle (°2Theta)	Peak Height (counts)	Background (counts)	Tip Width (°2Theta)	Significance
1.17000	8.43	82.34994	224.92	14.07	0.06000	1.93
1.16645	5.16	82.65475	137.84	14.07	0.10000	1.33
1.14773	4.86	84.30877	129.63	14.07	0.08000	0.78
1.14477	2.89	84.57760	77.22	14.07	0.12000	0.64
1.11343	2.59	87.54690	69.06	14.07	0.08000	0.74
1.09315	16.64	89.60173	444.10	14.07	0.12000	5.12



01-1274		2θ				Int				h k l			
TiO₂													
Rutile, oxide													
37.485 100 1 1 0													
36.805 50 1 0 1													
39.187 3 2 0 0													
41.225 25 1 1 1													
44.675 10 2 1 0													
54.322 60 2 1 1													
56.689 20 2 2 0													
62.749 10 0 0 2													
64.638 10 3 1 0													
65.176 2 2 2 1													
66.006 20 3 0 1													
69.768 12 1 1 2													
72.438 2 3 1 1													
74.099 1 3 3 0													
75.506 4 2 0 2													
75.649 2 2 1 2													
82.335 0 3 2 1													
84.250 4 4 0 0													
87.461 2 3 1 0													
89.555 0 2 2 2													
91.765 4 3 3 0													
93.272 0 4 1 1													
96.014 0 3 1 2													
97.173 4 4 2 0													
98.511 <1 3 3 1													
105.095 2 4 2 1													
105.085 2 1 0 3													
109.402 2 1 1 3													
115.222 4 4 0 2													
117.522 4 5 1 0													
120.054 8 2 1 3													
122.783 8 4 3 1													
123.655 8 3 3 2													
131.841 4 4 2 2													
136.542 8 3 0 3													
140.044 12 5 2 1													
143.167 2 4 4 0													
155.950 2 5 3 0													
<p>Color: White</p> <p>Pattern taken at 25 C. Sample obtained from National Lead Co., South Amboy, NJ, USA. No impurity over 0.0015. Two other polymorphs, anatase (tetragonal) and brookite (orthorhombic), converted to rutile on heating above 700 C. Optical data on specimen from Dana's System of Mineralogy, 7th Ed., 1959.</p> <p>Spague mineral optical data on specimen from Sweden: $n_{\text{rutile}} = 2.61$, $D_{\text{rutile}} = 0.0001132 - 1187$, Ref., IMA Commission on Ore Microscopy GDF. Pattern reviewed by Spivinski, W., McCarthy, G., North Dakota State Univ., Fargo, ND, USA, SCDD Grant-in-Aid (1990). Agrees well with experimental and calculated patterns. Additional weak reflections (indicated by brackets) were observed. Solitarily occurring material may be reddish brown, O2 Ti type. Rutile group, rutile subgroup. Also called: titanite. Tungsten used as an internal stand. PSC: 475. Validated by calculated pattern. Met: 79.90. Volume[CD]: 62.43.</p>													

1997 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved
PCPDFWIN v. 1.30

01-1272		2θ				Int				h k l			
TiO₂													
Anatase, syn													
25.281 100 1 0 1													
36.945 10 1 0 3													
37.09 20 0 0 4													
38.575 10 1 1 2													
43.743 20 2 0 0													
52.697 20 1 0 5													
55.169 20 2 1 1													
62.119 4 2 1 3													
62.688 14 2 0 4													
68.760 6 1 1 6													
70.309 6 2 2 0													
74.029 <2 1 0 7													
75.029 10 2 1 5													
76.017 4 3 0 1													
80.725 <2 0 0 8													
82.136 2 3 0 3													
82.658 6 2 2 4													
83.147 4 0 1 2													
83.217 2 2 1 7													
84.178 4 3 0 5													
85.130 4 3 2 1													
86.515 2 1 0 9													
89.801 2 2 0 8													
101.218 2 3 2 3													
107.444 4 3 1 6													
108.959 4 4 0 0													
112.836 <2 3 0 7													
113.857 2 3 2 5													
114.904 2 4 1 1													
<p>Color: Colorless</p> <p>Pattern taken at 25 C. Sample obtained from National Lead Co., South Amboy, NJ, USA. Anatase and another polymorph, brookite (orthorhombic), are converted to rutile (tetragonal) by heating above 700 C. Pattern reviewed by Holzer, J., McCarthy, G., North Dakota State Univ., Fargo, ND, USA, SCDD Grant-in-Aid (1990). Agrees well with experimental and calculated patterns. O2 Ti type. PSC: 012. Validated by calculated pattern. Met: 79.90. Volume[CD]: 136.31.</p>													

1997 JCPDS-International Centre for Diffraction Data. All rights reserved
PCPDFWIN v. 1.30

Lampiran 2

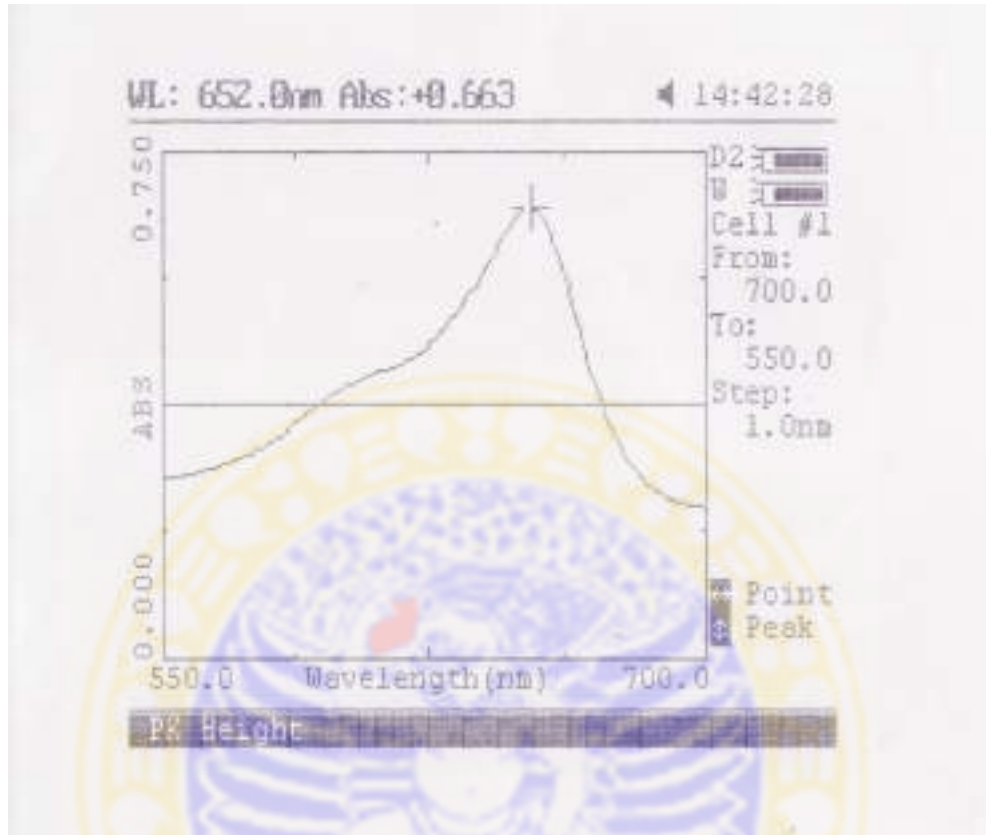
Panjang gelombang maksimum NaLS

Larutan NaLS 5 ppm diambil 10 ml kemudian dianalisis berdasarkan metode MBAS, kemudian diukur Absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada rentang 550 nm- 700 nm.

Tabel. Data pengukuran absorbansi larutan NaLS 5 ppm

Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi (A)	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi (A)
550	0,158	635	0,417
555	0,163	640	0,454
560	0,169	645	0,507
565	0,176	650	0,548
570	0,184	652	0,663
575	0,195	655	0,543
580	0,209	660	0,480
585	0,226	665	0,391
590	0,256	670	0,295
600	0,289	675	0,226
605	0,301	680	0,175
610	0,311	685	0,145
615	0,318	690	0,126
620	0,333	695	0,118
625	0,355	700	0,113
630	0,382		

Pada panjang gelombang 652 nm absorbansi paling tinggi sehingga panjang gelombang maksimum NaLS adalah 652 nm.



Lampiran 3

Optimasi Waktu degradasi larutan NaLS

Menghitung % degradasi

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{X_0 - X_t}{X_0} \times 100 \%$$

Keterangan : X_0 = Konsentrasi awal sebelum didegradasi

X_t = Konsentrasi setelah didegradasi

Tabel. Hasil Absorbansi Larutan NaLS

t (menit)	Absorbansi	X_t	% degradasi
0	0,836	4,928	1,44
5	0,828	4,875	2,5
10	0,828	4,875	2,5
20	0,829	4,882	2,36
30	0,828	4,875	2,5
45	0,829	4,882	2,36
60	0,829	4,882	2,36
120	0,828	4,875	2,5
180	0,806	4,73	5,4
200	0,805	4,724	5,52

Cara menghitung nilai persen degradasi, misal pada menit ke 0

Nilai absorbansi pada menit ke-0 dimasukkan dalam persamaan regresi kurva standar

$$Y = 0,152X + 0,087$$

$$0,836 = 0,152X + 0,087$$

$$0,836 - 0,087 = 0,152X$$

$$X = 4,928 \text{ ppm}$$

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{5 - 4,928}{5} \times 100 \% = 1,44 \%$$

Cara perhitungan % degradasi ini akan digunakan pada tahap perhitungan selanjutnya



Lampiran 4**Data degradasi NaLS pengaruh jumlah TiO₂****Tabel Degradasi NaLS dengan berbagai jumlah TiO₂**

Massa TiO₂ (gram)	Absorbansi	X_t	% degradasi
0,0500	0,681	3,908	21,84
0,0750	0,655	3,737	25,26
0,1000	0,647	3,684	26,32
0,1250	0,599	3,368	32,64
0,1500	0,597	3,355	32,9
0,2000	0,598	3,362	32,76

Lampiran 5**Data Degradasi NaLS dengan perbandingan Fenton (Fe^{2+} , H_2O_2)****Tabel. Degradasi NaLS dengan berbagai perbandingan**

Perbandingan Reagen Fenton (Fe^{2+}, H_2O_2) ppm	Absorbansi	X_t	% degradasi
5 : 5	0,748	4,349	13,02
5 : 10	0,729	4,142	17,16
10 : 5	0,677	3,882	22,36
10 :10	0,514	2,809	43,82
15 : 1 0	0,512	2,796	44,08
15 : 15	0,511	2,789	44,22

Lampiran 6 Data degradasi NaLS dengan gabungan optimasi TiO₂ dan Fenton

Absorbansi 0,394

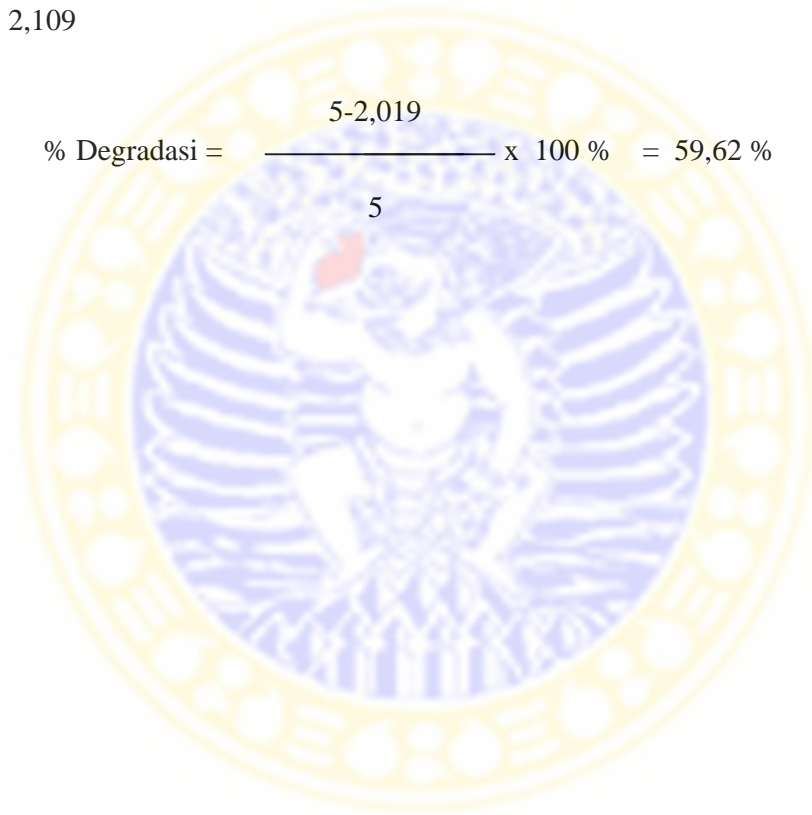
$$Y = 0,152 X + 0,087$$

$$0,394 = 0,152 X + 0,087$$

$$0,394 - 0,087 = 0,152 X$$

$$X = 2,109$$

$$\% \text{ Degradasi} = \frac{5 - 2,019}{5} \times 100 \% = 59,62 \%$$



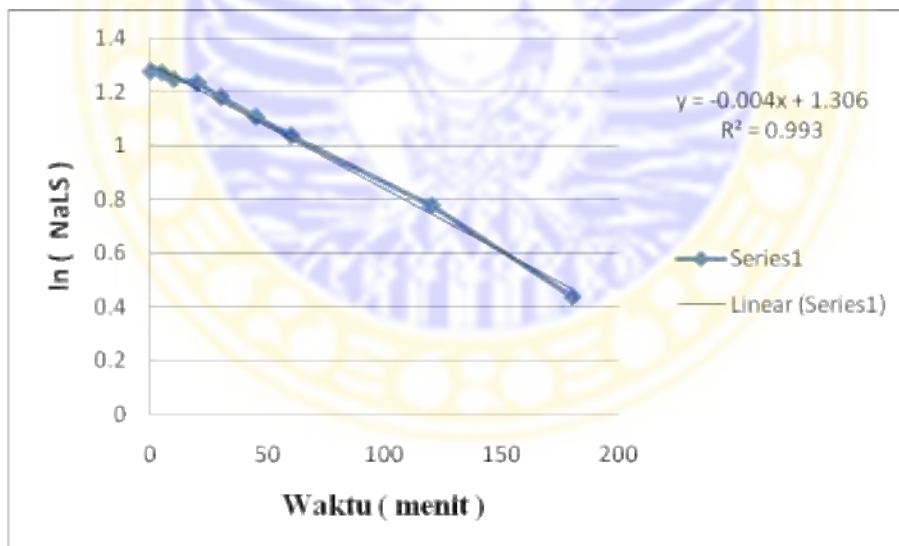
Lampiran 7**Data degradasi NaLS dengan pengaruh pH****Tabel degradasi NaLS dengan berbagai pH**

pH	Absorbansi	X_t	% Degradasi
1	0,466	2,493	50,14
3	0,432	2,269	54,62
5	0,421	2,197	56,06
7	0,324	1,559	68,82
9	0,503	2,737	45,26
11	0,516	2,822	43,56

Lampiran 8

Menentukan orde reaksi degradasi NaLS dengan Campuran (Fe²⁺/H₂O₂/TiO₂) : (10 ppm/10 ppm/0,1250 gram) pada pH 7 ORDE 1

waktu (menit)	Ln (NaLS)
0	1,275
5	1,271
10	1,247
20	1,234
30	1,181
45	1,108
60	1,037
120	0,778
180	0,440



Persamaan regresi : $y = - 0,004x + 1,306$

-k = slope

Nilai k

-k = -0,004

$$=0,004 \text{ menit}^{-1}$$

$$= \frac{0,004}{60}$$

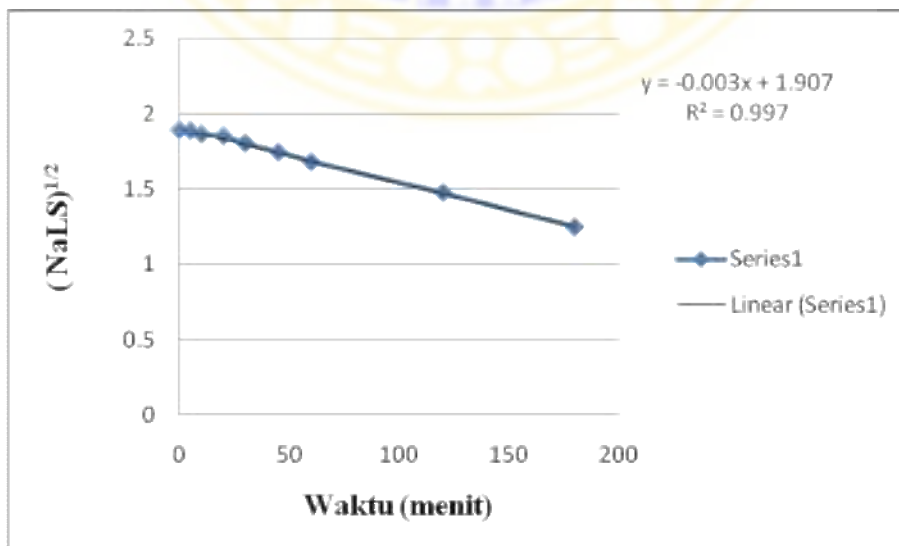
$$= 6,67 \times 10^{-5} \text{ detik}^{-1}$$

$$t^{1/2}=0,693/k = 0,693/6,67 \times 10^{-5}$$

$$= 10.389 \text{ detik} = 2,89 \text{ jam}$$

Degradasi NaLS dengan variasi ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2$) : (10 ppm/ 10 ppm / 0,1250 gram) pada pH 7 ORDE $\frac{1}{2}$

waktu (menit)	(NaLS) ^{1/2}
0	1,892
5	1,888
10	1,866
20	1,853
30	1,805
45	1,744
60	1,679
120	1,476
180	1,246



Persamaan regresi : $y = -0,003x + 1,907$

-k = slope

Nilai k

$$-k = -0,003$$

$$k = 0,003 \text{ menit}^{-1}$$

$$= 0,003/60$$

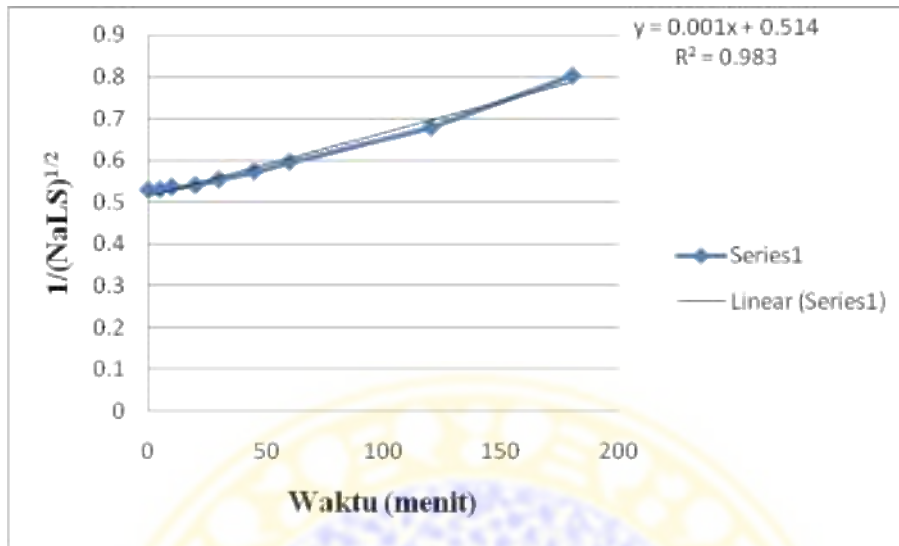
$$= 5 \times 10^{-5} \text{ detik}^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1} - 1}{k(n-1)(\text{mo})^{n-1}} = \frac{2^{1/2-1} - 1}{((5 \times 10^{-5}) \times -1/2) \times 3,579^{1/2-1}} =$$

$$t_{1/2} = \frac{-0,293}{-1,3215 \times 10^{-5}} = 22.172,18 \text{ detik} = 6,158 \text{ jam}$$

Degradasi NaLS dengan variasi (Fe(II)/H₂O₂/TiO₂):(10ppm/ 10ppm/ 0,1250 gram) pada pH 7 ORDE 1^{1/2}

waktu (menit)	1/(NaLS) ^{1/2}
0	0,529
5	0,530
10	0,536
20	0,540
30	0,554
45	0,573
60	0,596
120	0,678
180	0,803



Persamaan regresi : $y = 0,001x + 0,514$

Nilai k

$k = \text{slope}$

$k = 0,001 \text{ menit}^{-1}$

$= 0,001/60$

$= 1,667 \times 10^{-5} \text{ detik}^{-1}$

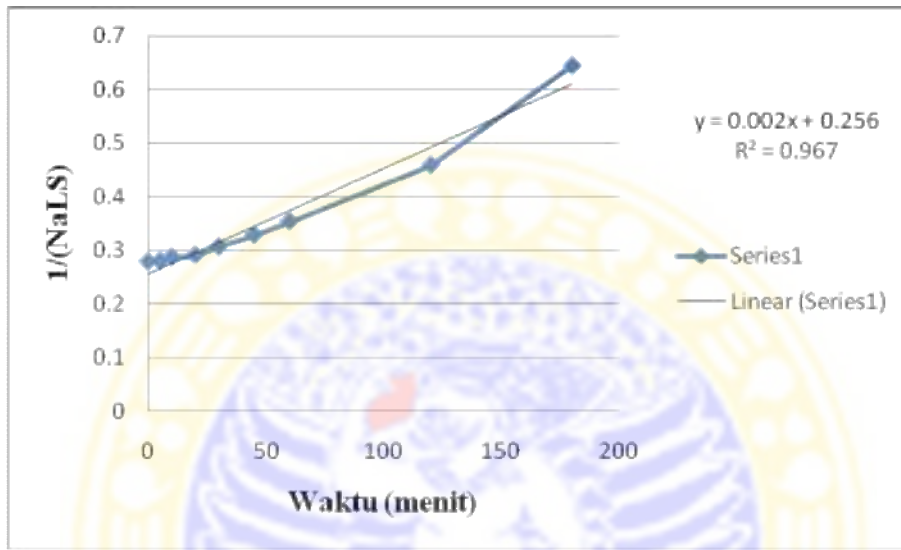
$$t_{1/2} = \frac{2^{3/2-1}-1}{k(n-1)(\text{mo})^{n-1}} = \frac{2^{3/2-1}-1}{((1,667 \times 10^{-5}) \times 1/2) \times 3,579^{3/2-1}} =$$

$$t_{1/2} = \frac{0,414}{1,577 \times 10^{-5}} = 26.255,11 \text{ detik} = 7,29 \text{ jam}$$

Degradasi NaLS dengan variasi (Fe(II)/H₂O₂/TiO₂):(10ppm/ 5ppm/ 0,05 gram) pada pH7 & ORDE 2

waktu (menit)	1/(NaLS)
0	0,279
5	0,280
10	0,287
20	0,291
30	0,307

45	0,329
60	0,354
120	0,459
180	0,644



Persamaan regresi : $y = 0,002 x + 0,256$

Nilai k

$k = \text{slope}$

$k = 0,002 \text{ menit}^{-1}$

$= 0,002/60$

$= 3,33 \times 10^{-5} \text{ detik}^{-1}$

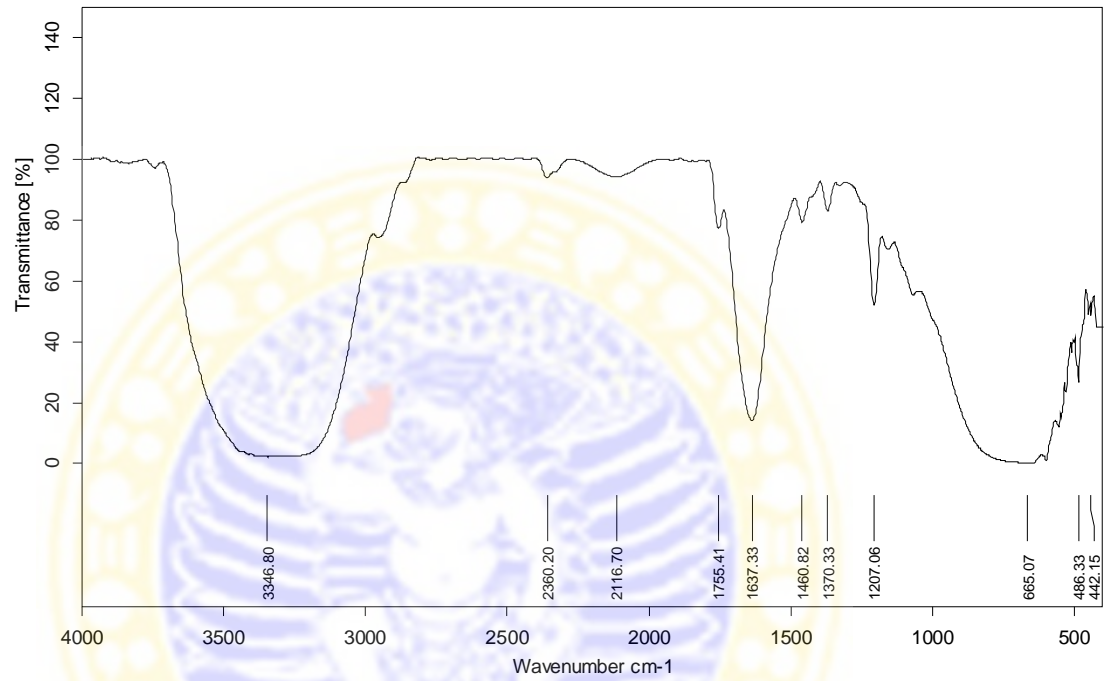
$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{k(n-1)(\text{mo})^{n-1}} = \frac{2^{2-1}-1}{((3,33 \times 10^{-5}) \times 1) \times 3,579^{(2-1)}} =$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{1,192 \times 10^{-4}} = 83.090,62 \text{ detik} = 2,33 \text{ jam}$$

LAMPIRAN 9

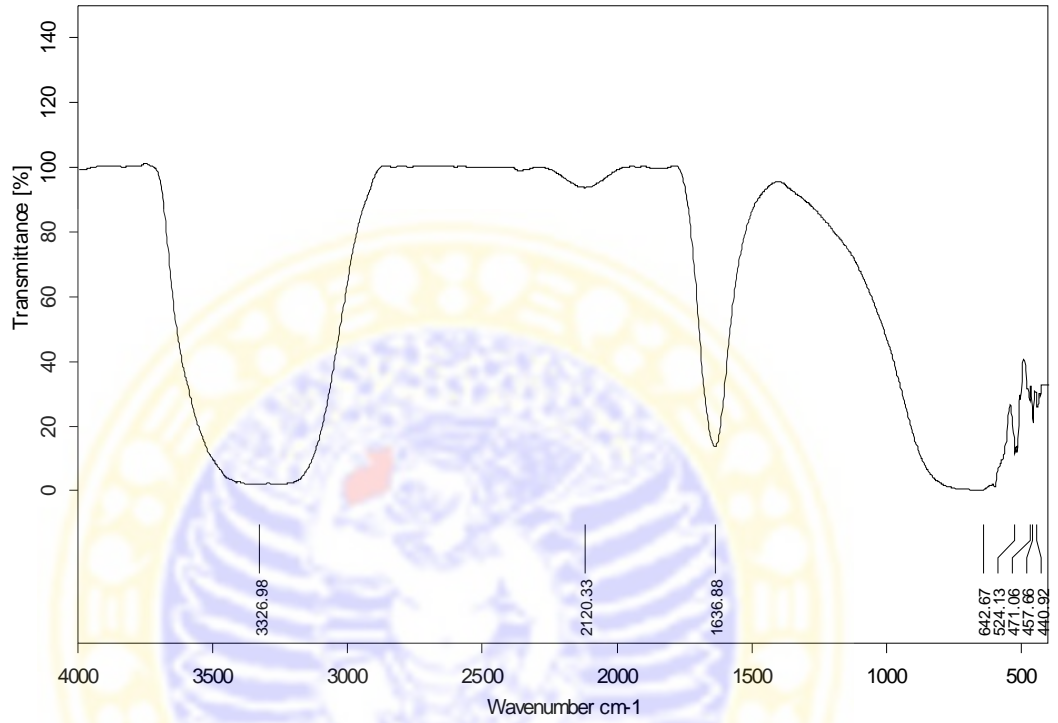
SPEKTRA NaLS sebelum dan setelah didegradasi

Sebelum



D:\SAMPEL\Unair\Natrium Lauryl Sulfat 5 ppm.0	Natrium Lauryl Sulfat 5 ppm	Liquid	04/07/2011
---	-----------------------------	--------	------------

Setelah



D:\SAMPEL\Unair\Natrium Lauryl Sulfat 5 ppm 06072011.0	Natrium Lauryl Sulfat 5 ppm 06072011	Liquid	06/07/2011
--	--------------------------------------	--------	------------

Degradasi Fotokatalitik Surfaktan NaLS (*Natrium Lauril Sulfat*) Dengan Kombinasi Reagen Fenton dan TiO₂

Jefri Fingky P, Drs Hamami, M.Si dan Yanuardi Raharjo, S.Si., M.Sc
Prodi S-1 Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Airlangga, Surabaya

Abstrak

Telah dilakukan penelitian degradasi fotokatalitik surfaktan NaLS (*Natrium Lauril Sulfat*) dengan kombinasi reagen Fenton dan TiO₂. Proses degradasi dilakukan dalam suatu reaktor tertutup yang disinari 3 buah Lampu UV 8 watt. Larutan NaLS dengan TiO₂ dan (Fe²⁺/H₂O₂), disinari dengan lampu UV selama waktu optimum 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya sinar UV larutan NaLS dapat didegradasi, namun sangat lambat. Saat diberi penambahan TiO₂ dan fenton proses degradasi lebih efektif, yaitu menghasilkan persen degradasi untuk massa TiO₂ (0,1250 gram) sebesar 32,64 % dan untuk fenton (10:10 ppm) sebesar 43,82 %.. Saat dilakukan penggabungan antara TiO₂ dengan fenton maka proses degradasi lebih efektif yaitu menghasilkan nilai persen degradasi sebesar 59,62 %. Pada pengaturan pH didapat pH optimum sebesar 7 dengan nilai persen degradasi 68,82 %. Nilai orde reaksi ½.

Kata kunci: NaLS, fotodegradasi, TiO₂, fenton dan orde reaksi.

Pendahuluan

Dewasa ini, tingkat pencemaran air mengalami peningkatan yang tajam. Salah satu penyebab pencemaran air adalah limbah deterjen. Limbah deterjen di perairan dihasilkan dari industri dan limbah rumah tangga. Keberadaan deterjen di perairan sangat berbahaya, karena bersifat karsinogen, menimbulkan bau dan menyebabkan proses eutrofikasi yang berupa pertumbuhan tidak terkendali bagi enceng gondok. Proses eutrofikasi terjadi karena penggunaan deterjen dengan kandungan fosfat yang tinggi. Dampak lain yang disebabkan limbah deterjen adalah pendangkalan sungai akibat proses eutrofikasi (Maryani dkk, 2010) dan munculnya buih di permukaan perairan sehingga dapat mengganggu pelarutan oksigen dalam air.

Salah satu jenis deterjen yang dapat menyebabkan pencemaran pada lingkungan air adalah surfaktan jenis *Alkyl Benzene Sulphonate* (ABS) dan *Lynier Alkyl Sulphonate* (LAS). Senyawa ABS dan LAS merupakan surfaktan jenis anionik (Tahid, 1995). ABS merupakan surfaktan dengan struktur alkil bercabang yang mempunyai tingkat degradasi sangat rendah, sehingga sulit untuk terurai dalam air. Sedangkan, LAS mempunyai gugus alkil lurus dan tidak bercabang, sehingga dapat terurai walaupun berlangsung lambat. *Natrium Lauril Sulfat* (NaLS) merupakan jenis surfaktan ABS yang mendominasi bahan deterjen di pasaran (Tahid, 1995), karena kemampuannya sebagai surfaktan yang baik. Akan tetapi jika terakumulasi ke lingkungan dalam jumlah yang banyak maka dapat menyebabkan rusaknya biota dalam perairan.

Beberapa proses pengolahan limbah deterjen yang telah dilakukan antara lain melalui adsorpsi menggunakan karbon aktif (Rubiyatadji, 1993), proses pengendapan menggunakan CaSO_4 (Cahyadi, 1999), proses pengendapan menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Azis, 1999) dan proses pemisahan menggunakan membran (Prasetyo, 2002). Akan tetapi, pengolahan tersebut hanya memisahkan limbah deterjen tanpa adanya proses degradasi lebih lanjut. Sementara itu, pengolahan limbah deterjen dengan lumpur aktif dapat membuat deterjen terdegradasi, tetapi memerlukan waktu lama, kontrol pH yang sulit dan kontrol temperatur yang sesuai (Krisdaningrum, 2003).

Saat ini, proses pengolahan limbah deterjen dilakukan melalui metode fotokatalitik dengan menggunakan semikonduktor Titanium dioksida (TiO_2). Hasil yang didapat yaitu dapat mendegradasi deterjen, tetapi metode ini mempunyai kelemahan dalam hal pemisahan katalis setelah proses degradasi dan daya adsorpsi katalis terhadap limbah (Maryani dkk, 2010). Penelitian lain tentang degradasi deterjen dengan fotokatalitik TiO_2 yaitu untuk mendegradasi surfaktan NaLS, hasilnya dapat terdegradasi dengan maksimal menggunakan daya lampu UV 14 watt (Fajar, 2004). Pada proses fotokatalitik menggunakan TiO_2 akan dihasilkan radikal hidroksil ($\text{OH}\cdot$) yang lebih banyak sehingga dapat mengoksidasi senyawa organik (Hartati, 2001). Radikal hidroksil merupakan radikal yang paling reaktif diantara jenis-jenis radikal yang lain seperti radikal superoksida dan radikal oksida nitrit (Purwantoko, 2005).

Reagen fenton merupakan kombinasi antara hidrogen peroksida dengan katalis Fe (II). Interaksi antara fenton dengan sinar ultra violet disebut fotofenton. Pada proses ini juga dihasilkan radikal hidroksil. Reagen fenton sering digunakan dalam proses degradasi, misal degradasi zat warna tekstil rhodamin B (Isnainingsih, 2001) dan larutan EDTA pada pH 3 dengan bantuan sinar ultra violet (Ghiselli, 2004).

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini akan mengkombinasikan TiO_2 dengan fenton, dengan tujuan untuk membentuk radikal hidroksil dalam jumlah yang banyak. Semakin banyak jumlah radikal hidroksil diasumsikan dapat mendegradasi limbah deterjen yang mengandung surfaktan NaLS. Dalam penelitian ini dilakukan optimasi massa TiO_2 , perbandingan reagen fenton, menentukan pH optimum dan menentukan nilai orde kinetika reaksi pada proses degradasi tersebut.

Metode Penelitian

Bahan-bahan

Bahan-bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah TiO_2 teknis, NaLS, H_2SO_4 , NaOH, HCl, phenolphthalen, metilen biru, natrium dihidrogen fosfat hidrat ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), kloroform, alkohol 70 %, H_2O_2 , $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan akuades.

Alat-alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis Mapada, X-ray, Timbangan Metler AE 200, Reaktor fotokatalitik, corong pisah, mikroburet, Lampu UV 8 watt (Yumiko T8) sebanyak 3 buah, stirer magnetic, Peralatan gelas yang biasa digunakan dalam laboratorium.

Prosedur Kerja

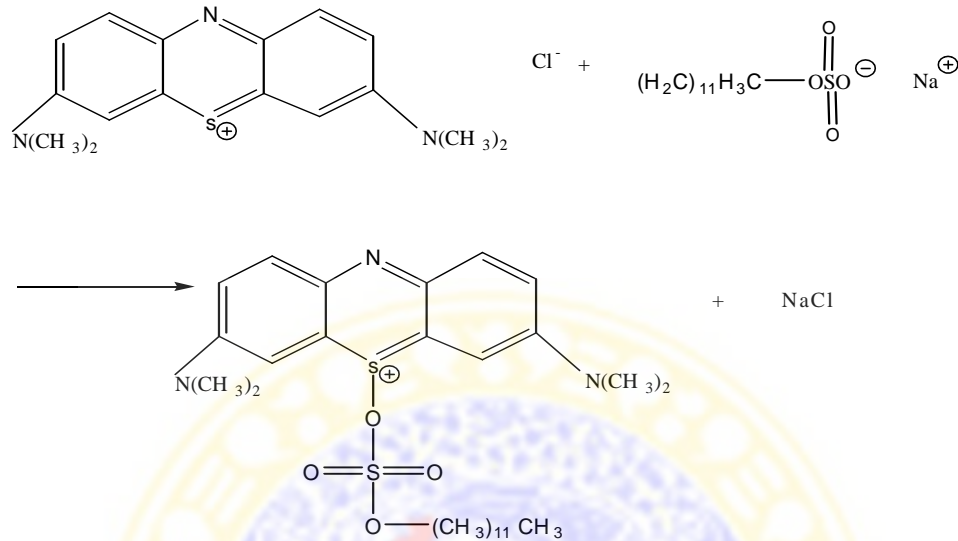
Sebelumnya dilakukan penyiapan alat, bahan dan pembuatan reagen. Dalam metode analisis degradasi disini digunakan metode MBAS, berikut adalah Metode analisis MBAS (*Metilen Blue Active Substances*) Larutan NaLS 5 ppm sebanyak 10 ml dimasukkan dalam corong pisah. Lalu dinetralkan dengan penambahan 2 tetes NaOH 1 N dan ditambah indikator pp sampai warna merah muda. Kemudian H_2SO_4 1 N ditambahkan hingga warna merah muda hilang. Zat metilen biru 2,5 ml ditambahkan dalam corong pisah tersebut, lalu diekstraksi dengan 1 ml kloroform sebanyak 3 kali. Hasil ekstraksi dimasukkan ke dalam corong pisah kemudian didiamkan beberapa saat, kemudian ditambahkan 5 ml larutan pencuci, dikocok, didiamkan beberapa saat. Hasil ekstraksi dipisahkan lalu diencerkan dengan kloroform dalam labu ukur 10 ml sampai tanda batas, kemudian dikocok. Ditentukan panjang gelombang maksimum NaLS dengan metode MBAS dan diukur dengan absorbansi dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm sampai 700 nm menggunakan blanko kloroform yang telah direaksikan dengan metilen biru (Fajar, 2004). Kemudian menentukan kurva standar NaLS dengan variasi konsentrasi 1,2,3,4, dan 5 ppm. Masing-masing dianalisis dengan metode MBAS dan diukur nilai absorbansinya dengan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Kurva Standar disini akan digunakan untuk proses perhitungan konsentrasi sisa NaLS dan nilai orde reaksi.

Berikutnya dilakukan proses degradasi NaLS dengan berbagai perlakuan kondisi diantaranya sebagai berikut. Pertama dilakukan penentuan waktu optimum NaLS, dimana larutan NaLS 5 ppm disinari dengan sinar UV saja dengan rentang waktu pengambilan sampel ke-5, 10, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 dan 200 dianalisis dengan metode MBAS 3.4.15 dan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis kemudian dimasukkan dalam kurva standar larutan NaLS untuk mengetahui konsentrasi NaLS yang tersisa. Kemudian dilakukan degradasi NaLS dengan penambahan TiO_2 , dilakukan dengan variasi penambahan TiO_2 0,0500; 0,0750; 0,1000; 0,1250; 0,1500; dan 0,2000 gram dan juga dilakukan perlakuan dengan penambahan reagen fenton dengan perbandingan (5:5); (5:10); (10:5); (10:10); (15:10); dan (15:15) ppm. Masing-masing perlakuan didegradasi menggunakan sinar UV 3 x 8 watt selama waktu optimum dan dianalisis dengan metode MBAS, diukur dengan spektrofotometer UV-Vis kemudian dimasukkan dalam kurva standar larutan NaLS untuk mengetahui konsentrasi NaLS yang tersisa. Dari data optimasi massa TiO_2 dan optimasi perbandingan reagen fenton dilakukan degradasi NaLS dengan gabungan kedua data optimum tersebut. Kemudian dilakukan degradasi NaLS dengan variasi pH 1,3,5,7,9, dan 11 pada kondisi optimum gabungan massa TiO_2 dan perbandingan reagen fenton. Untuk melakukan gugus apa pada NaLS yang terdegradasi dilakukan uji dengan instrument infra merah.

Hasil dan Pembahasan

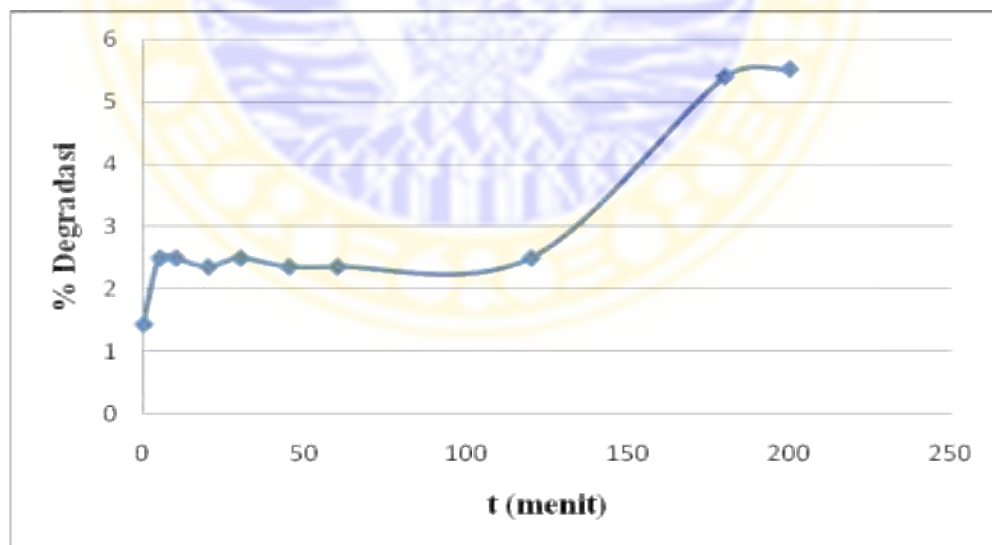
Berdasar data XRD, TiO_2 yang digunakan dalam proses degradasi disini berjenis rutil. Metode MBAS merupakan metode yang digunakan agar NaLS yang semula berwarna bening, tidak bias kebaca di alat spektrofotometer UV-Vis menjadi larutan berwarna dan bias kebaca di alat spektrofotometer UV-Vis. Prinsip metode ini adalah dengan ekstraksi. Larutan NaLS ditambah dengan metilen biru menghasilkan senyawa kompleks berwarna biru. Senyawa kompleks ini pada proses ekstraksi berada pada lapisan atas (air), dan digunakan kloroform untuk

memindahkan senyawa kompleks tersebut yang semula ke dalam fasa air akan dipindahkan ke fasa organik (bawah) sehingga senyawa kompleks dapat diambil. Kemudian diekstraksi lagi dengan larutan pencuci dengan tujuan untuk mengikat pengotor-pengotor seperti air. Berikut adalah mekanisme reaksi antara larutan NaLS dengan metilen biru.



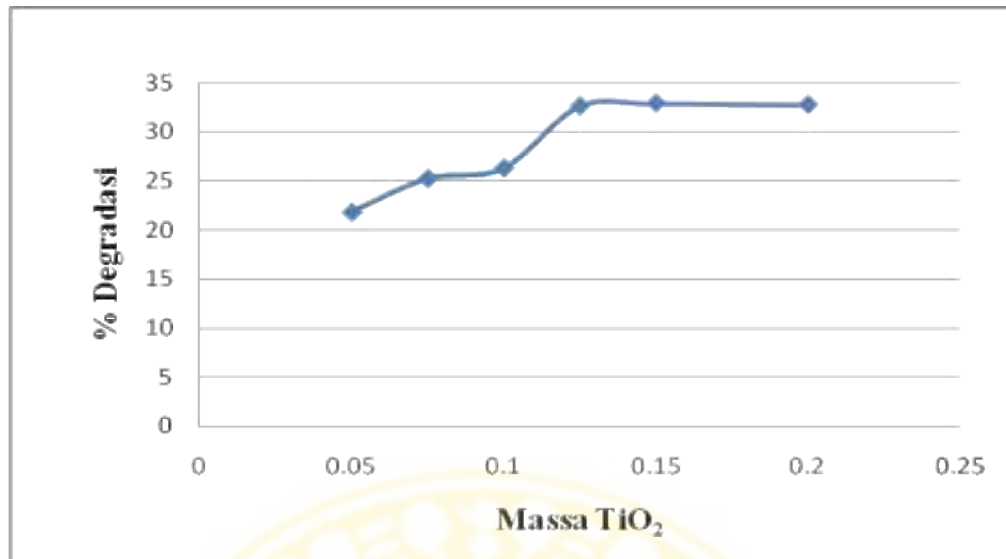
Gambar 4.1 Mekanisme reaksi NaLS dengan metilem biru

Di dapat nilai panjang gelombang maksimum NaLS sebesar 652 nm dengan persamaan regresi linier $y = 0,152 x + 0,087$.



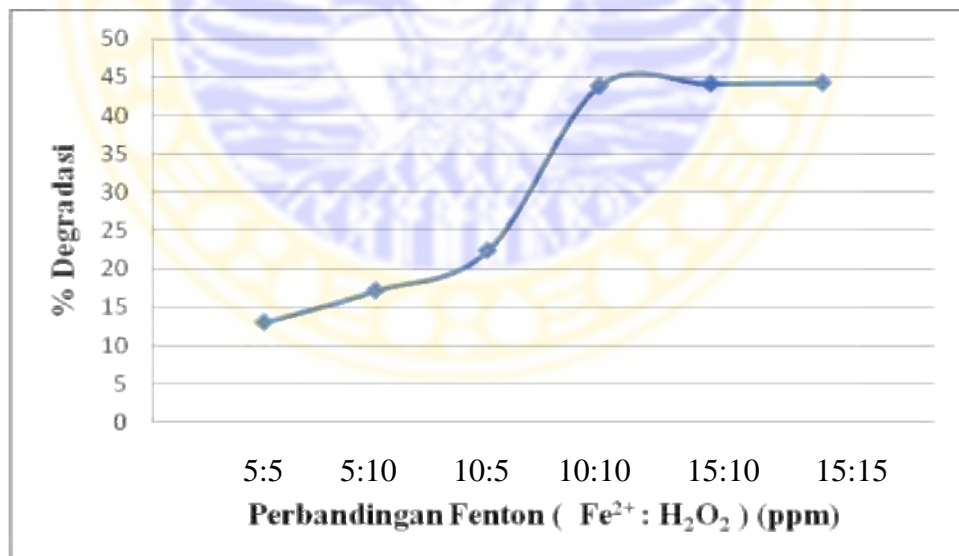
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara % degradasi terhadap waktu degradasi

Waktu optimum degradasi NaLS berada pada menit ke 180 dengan nilai % degradasi 5,4 %. Waktu degradasi 180 menit digunakan dalam tahapan optimasi selanjutnya.



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara massa TiO₂ dengan % degradasi

Dari grafik diatas pada massa 0,1500 dan 0,2000 terjadi kurva yang stabil, hal ini disebabkan karena semakin banyak TiO₂ yang ditambahkan maka larutan NaLS akan semakin keruh, hal ini yang menyebabkan sinar UV terganggu dan produksi radikal 'OH yang dihasilkan tidak maksimal. Sehingga didapatkan massa TiO₂ optimum sebesar 0,1250 dengan nilai % degradasi sebesar 32,64 % dan digunakan untuk optimasi pada tahapan selanjutnya.

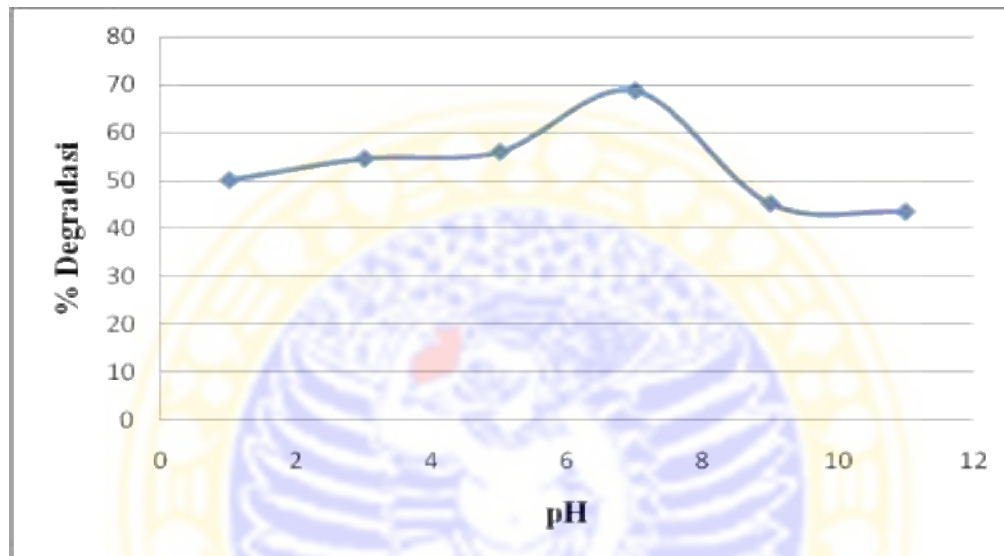


Gambar 4.4 Grafik hubungan antara perbandingan fenton dengan % degradasi

Tetapi pada perbandingan 15:10 dan 15:15 menunjukkan kurva yang stabil, hal ini disebabkan dengan adanya kehadiran H₂O₂ juga bisa menghambat proses degradasi. Bila penambahan H₂O₂ berlebih mengakibatkan aktivitas degradasinya lemah, karena ketika H₂O₂ berlebih, H₂O₂ tersebut akan bereaksi dengan radikal 'OH dan menghasilkan radikal HO₂' yang

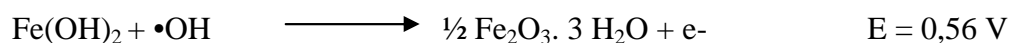
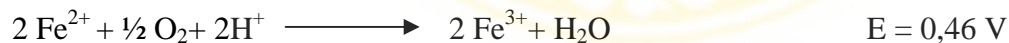
sifatnya kurang reaktif daripada radikal $\cdot\text{OH}$.. Perbandingan fenton 10:10 merupakan perbandingan efektif untuk mendegradasi NaLS dengan nilai % degradasi sebesar 43,82 %.

TiO_2 dan Fenton sama-sama menghasilkan radikal $\text{HO}\cdot$, jadi saat digabung maka jumlah radikal $\text{HO}\cdot$ yang dihasilkan semakin banyak, sehingga proses degradasi NaLS semakin efektif. Radikal hidroksil tidak hanya mendegradasi polutan, namun juga menginisiasi proses oksidasi Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} melalui mekanisme gabungan fotofenton dan fotokatalisis TiO_2 , (Abdel-Mottaleb, A., 2007).. Hasil dari perlakuan gabungan optimasi massa TiO_2 dan perbandingan reagen fenton didapat absorbansi sebesar 0,394 dengan % degradasi sebesar 59,62 %.



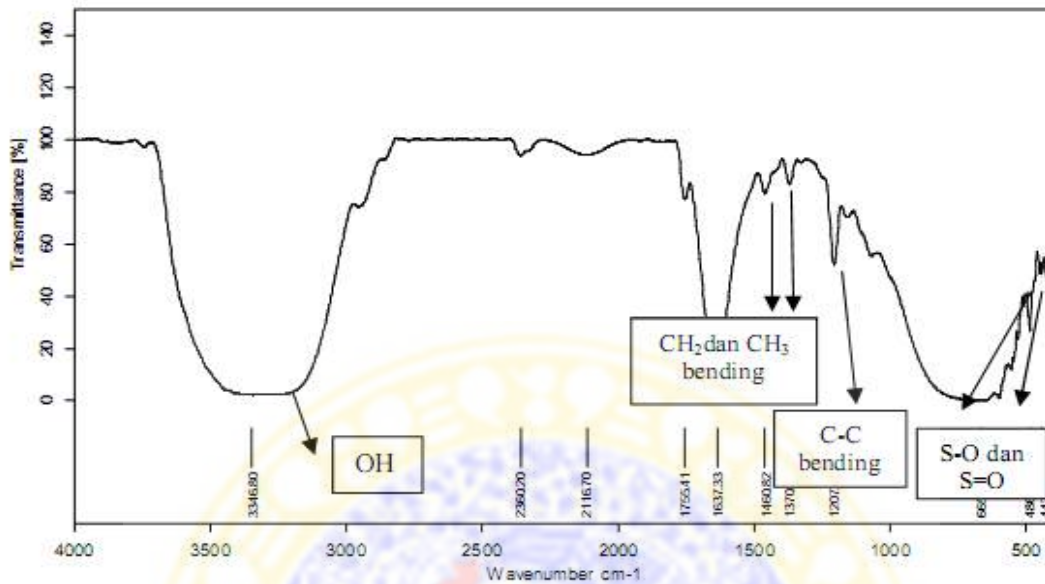
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara pH dengan % degradasi

Dari grafik diatas pada pH 9 dan 11 terjadi penurunan kurva, hal ini disebabkan dengan kenaikan pH, jumlah ion Fe^{2+} akan berkurang karena terjadinya reaksi balik produk Fe^{2+} setelah menyerap cahaya menjadi Fe^{3+} . Kecenderungan Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} dalam keadaan asam maupun basa dan dapat diamati berdasarkan harga potensial elektrodanya, seperti reaksi berikut:

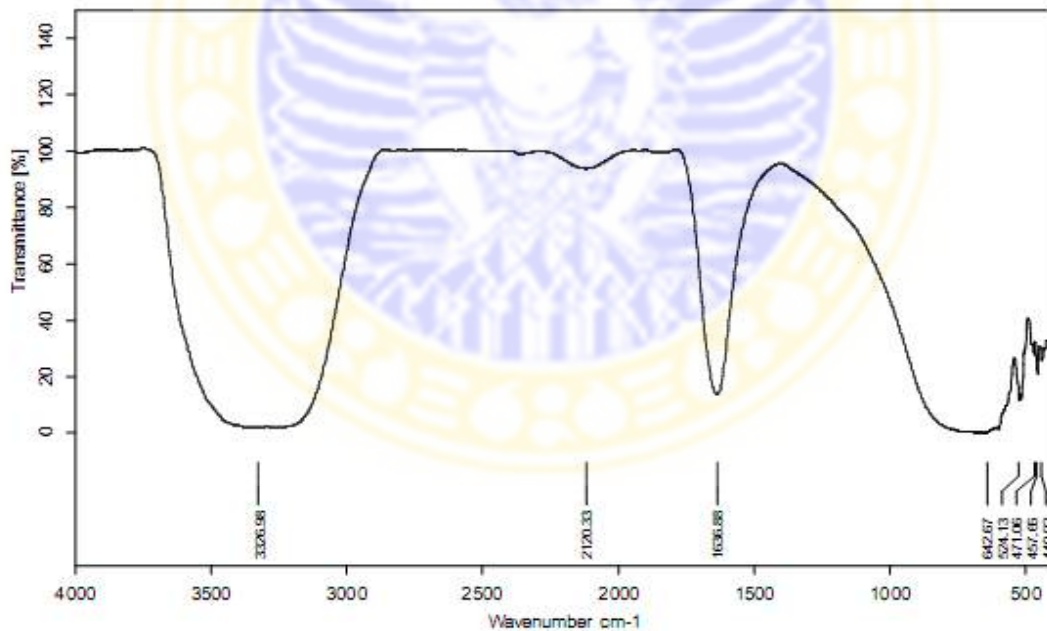


Berdasarkan harga potensial elektrodanya, kecepatan oksidasi spesies Fe^{2+} dalam larutan basa lebih tinggi daripada dalam larutan asam, sehingga Fe^{2+} akan mudah teroksidasi menjadi Fe^{3+} dalam larutan basa dan radikal $\cdot\text{OH}$ yang terbentuk pun berkurang pada larutan basa. Sehingga pH optimum sebesar 7 dengan nilai % degradasi sebesar 68,82 %. Karena TiO_2 yang bersifat amfoter akan mudah bereaksi pada suasana pH netral. Didapat nilai orde reaksi pada degradasi NaLS yaitu $\frac{1}{2}$.

Sebelum didegradasi



Setelah didegradasi



Dari spektra IR sebelum didegradasi, nampak muncul beberapa gugus fungsi, misal pada daerah bilangan gelombang 3346,80(OH), 1460,82(CH₂ bend), 1370,33 (CH₃ bend), 1207,66(C-C bend), dan daerah finger print pada rentang 442,15 dan 486,33 (S-O dan S=O). Kemudian setelah didegradasi muncul sedikit spektra gugus fungsi dari pada sebelum didegradasi. Gugus yang hilang yaitu gugus 1460,82 (CH₂ bend), 1370,33 (CH₃ bend), 1207,66(C-C bend). Dari perbandingan spektra IR sebelum dan setelah didegradasi dapat diketahui bahwa NaLS telah terdegradasi, yaitu dengan melihat perbandingan gugus fungsi sebelum dan setelah didegradasi

ada gugus yang hilang. Selain itu dapat dilihat dari nilai % transmittansi pada sebelum didegradasi menunjukkan nilai 100% dan setelah didegradasi sedikit menurun nilai transmittansinya.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Adanya kombinasi gabungan TiO_2 dan fenton pada proses degradasi NaLS dengan sinar UV x 8 watt selama waktu optimum 3 jam yaitu menghasilkan nilai % degradasi 59,62 %.
2. Pengaruh pH untuk mendegradasi NaLS dengan gabungan TiO_2 dan fenton menghasilkan pH optimum 7 dengan % degradasi sebesar 68,82 %.
3. Orde kinetik reaksi dalam degradasi NaLS oleh kombinasi $\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{TiO}_2$:(10ppm/10 ppm/0,1250 gram) pada pH 7 adalah $\frac{1}{2}$.

Saran

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai cara untuk pengolahan limbah deterjen dengan kombinasi TiO_2 dan fenton ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$) yang dilakukan secara *batch* karena mampu memberikan efisiensi persen degradasi limbah yang tinggi.

Daftar Pustaka

- Abdel-Mottaleb, A., 2007, " **Increase of the Photocatalytic Activity of TiO_2 by Carbon and Iron modification** ", Journal of Photoenergy, 8-9.
- Azis, S, 1999. **Studi Penurunan konsentrasi Surfaktan Dengan Metode Pengendapan Menggunakan $\text{Ca}(\text{OH})_2$** , Tugas Akhir, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP, ITS ,Surabaya
- Cahyadi, 1999. **Studi Penggunaan CaSO_4 Sebagai Penurun Kadar Surfaktan Jenis DBS (Dodecyl Benzene Sulphonate) dalam air buangan**, Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP ,ITS, Surabaya
- Fajar, Luthfi Dianing. 2004, *Degradasi Fotokatalitik Surfaktan NaLS (Natrium Lauril Sulfat) Dengan Suspensi*, Skripsi. Jurusan Kimia. Universitas Airlangga . Surabaya.
- Ghiselli, G., 2004. **Destruction of EDTA Using Fenton and Photo Fenton Like Reactions Under UV-A Irradiation**, Instituto de Quimica , Sao Paulo , Brazil.
- Hartati, E., 2001. *Studi Konstanta Laju Reaksi Proses Photo-Fenton Pada Degradasi Klorolignin*, Tesis ITB, Bandung.
- Isnaningsih, 2001. **Penggunaan Proses Fotofenton Untuk Menurunkan Zat Warna Azo Rhemazol Black B pada Air Buangan Tekstil dengan Variabel Konsentrasi Reagen Fenton , Konsentrasi Zat Warna , dan Daya Lampu Ultraviolet**, ITB, Bandung .

- Maryani, Y., K, Indar., R, Mega Yaumi., Nufus., Hayatun., 2010. **Uji Aktivitas Beberapa Katalis Pada Proses Degradasi Senyawa Aktif Deterjen Secara Fotokatalisis**, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- Prasetyo, B.A., 2002. **Rekayasa Pembuatan Membran Selulosa Asetat untuk Pemisahan Larutan Deterjen**, Tesis , Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP ,ITS, Surabaya
- Purwantoko, A., 2005. **Validasi Metode Deoksiribosa sebagai Uji Penangkapan Radikal Hidroksil oleh Vitamin C secara in vitro**. Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma . Yogyakarta.
- Rubiyatadji, R., 1993. **Penurunan Kadar Deterjen ABS dalam Air dengan Proses Adsorpsi Karbon Aktif**, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas TSP, ITS, Surabaya
- Tahid,1995. **Deterjen dalam Air Limbah dan Analisisnya**, Makalah pada seminar HKI, Januari, Yogyakarta, P.1-5

