

**PENGARUH RASIO MOLAR FERRAT TERHADAP DEGRADASI  
ACID BLACK PADA LIMBAH CAIR TEKSTIL**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1 pada  
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh :**

**NADYA RAHMA PUNGKY OCTAVIA**

**D500150 023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH Ph DAN RASIO MOLAR FERRAT TERHADAP DEGRADASI ACID  
BLACK PADA LIMBAH CAIR TEKSTIL

PUBLIKASI ILMIAH

OLEH

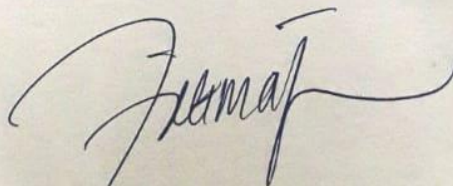
NADYA RAHMA PUNGKY OCTAVIA

D 500 150 023

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen

Pembimbing



(Siti Fatimah, S.Si., M.Sc)

NIDN. 0026028206

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH pH DAN RASIO MOLAR FERRAT TERHADAP DEGRADASI ACID  
BLACK PADA LIMBAH CAIR TEKSTIL

OLEH:

NADYA RAHMA PUNGKY OCTAVIA

D 500 150 023

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

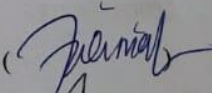
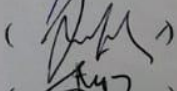
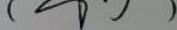
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jum'at 03 Mei 2019

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Siti Fatimah, S.Si., M.Sc.  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T.  
(Anggota Dewan Penguji 1)
3. Dr. Agung Sugiarto, S.T., M.Eng.  
(Anggota Dewan Penguji 2)

()  
()  
()

Dekan,



Dr. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

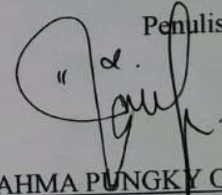
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, Mei 2019

Penulis



NADYA RAHMA PUNGKYO

D500150023

# PENGARUH RASIO MOLAR FERRAT TERHADAP DEGRADASI ACID BLACK PADA LIMBAH CAIR TEKSTIL

## Abstrak

Limbah zat warna merupakan senyawa organik yang sukar terurai, bersifat resisten, dan toksik. Dalam industri tekstil, *acid black* merupakan salah satu warna thiazine yang sering digunakan, tetapi dapat mengakibatkan polusi air. Cara yang aman dalam mengurangi polusi air adalah dengan menggunakan oksidator. Salah satu oksidator yang dapat digunakan adalah ferrat. Sintesis ferrat dilakukan dengan mereaksikan larutan  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  dan  $\text{NaOCl}$  sebagai oksidator pada kondisi alkalis. Ferrat merupakan senyawa kimia yang memiliki dwi fungsi yang potensial untuk melakukan oksidasi dan koagulasi sekaligus dalam tahap pengolahan. Pada penelitian ini, pengaruh pH dan rasio molar pada larutan ferrat dengan zat warna *acid black* telah dipelajari. Parameter pH yang digunakan yaitu 6 ; 6,5 ; 7 ; 7,5 ; 8, sedangkan rasio molar yang diujikan adalah dengan perbandingan 1:1 ; 2:1 ; 3:1 ; 4:1 ; dan 5:1.

**Kata kunci** : acid black, ferrat, pH, dan rasio molar

## Abstract

Dyestuffs are organic compounds that are difficult to decompose, resistant to resistance, and toxic. In the textile industry, black acid is one of the colors of thiazine that is often used, but water pollution can be used. A safe way to reduce air pollution is by using an oxidizer. One of the oxidizers that can be used is ferrate. Ferrate synthesis is carried out using a solution of  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  and  $\text{NaOCl}$  as an oxidizer under alkaline conditions. Ferrate is a chemical that has dual functions that have the potential to simultaneously carry out oxidation and coagulation in the manufacture of glass. In this study, the effect of pH and molar ratio on the completion of ferrates with black substances was studied. The pH parameters used are 6; 6.5; 7; 7.5; 8, while the molar ratio is tested by diverting 1: 1; 2: 1; 3: 1; 4: 1; and 5: 1.

**Keywords**: acid black, ferrate, pH, and molar ratio

## 1. PENDAHULUAN

Limbah zat warna merupakan senyawa organik yang sukar terurai, bersifat resisten, dan toksik. Apabila limbah tersebut dibuang ke perairan terdekat maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Dalam industri tekstil, acid black merupakan salah satu warna thiazine yang sering digunakan, karena harganya ekonomis dan mudah diperoleh. *Acid black* stabil dalam air sehingga air limbah yang mengandung acid black dapat memberikan dampak negatif terhadap flora, fauna, dan ekosistem air. *Acid black* adalah zat warna naphthol blue black yang mempunyai rumus molekul  $\text{C}_{22}\text{H}_{14}\text{N}_6\text{Na}_2\text{O}_9\text{S}_2$ . (Hamdaoui dan Chiha, 2006)

Salah satu cara dalam ilmu kimia yang aman dalam mengurangi polusi air adalah dengan menggunakan metode degradasi menggunakan oksidator

(Daintith,2005). Oksidator antara lain dapat digunakan dalam pengolahan limbah atau dapat juga digunakan untuk mengoksidasi suatu senyawa guna mendapatkan senyawa baru yang dapat digunakan dalam penelitian. Dalam degradasi zat warna tekstil, diperlukan suatu oksidator yang bersifat ramah lingkungan atau tidak mencemari lingkungan dan efektif dalam mengoksidasi senyawa pencemar, yaitu  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  atau dalam bentuk ionnya ( $\text{FeO}_4^{2-}$ ). Senyawa Fe(VI) dalam bentuk natrium ferrat ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ) merupakan oksidator kuat pada rentang pH tertentu. Sebagai oksidator dalam air, Fe(VI) direduksi menjadi Fe(III) atau produk akhir yang tidak larut dalam air ( $\text{Fe}[\text{OH}]_3$ ) (Sharma, 2007).

Ferrat merupakan senyawa kimia yang memiliki dwi fungsi yang potensial untuk melakukan oksidasi dan kogulasi sekaligus dalam tahap pengolahan. Keuntungan yang diharapkan dari kombinasi fungsi ini adalah proses pengolahan air dan limbah cair dapat menghasilkan produk (air bersih) dengan kualitas yang lebih baik dan biaya operasional yang lebih kecil (Jiang and Lloyd,2002)

Parameter dalam degradasi *acid black* dengan aplikasi ferrat adalah jumlah NaOH, jumlah NaOCl, jumlah  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ , kondisi pendegradasian, pH optimum, rasio molar optimum. Rasio molar dengan molar ferrat yang tinggi diduga dapat menghasilkan degradasi yang optimal.

## 2. METODE

Proses degradasi *acid black* dengan menggunakan ferrat dilakukan dengan sintesis ferrat, yaitu dengan mereaksikan larutan yang mengandung NaOCl dengan NaOH. Sintesis ferrat  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  dilakukan dengan mereaksikan 40 ml larutan pemutih pakaian yang mengandung 5,25% NaOCl dengan 12 gram NaOH. Larutan diaduk hingga NaOH larut sempurna, kemudian ditambahkan 1 ml  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ . Larutan kembali diaduk kembali hingga larutan berubah warna menjadi ungu, kemudian ditutup dan didiamkan selama satu hari. Lalu mengukur panjang gelombang maksimum ferrat dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Sintesis Kalium Ferrat ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ) dilakukan dengan menyaring menggunakan glasswool. Larutan yang sebelumnya telah didiamkan satu hari kemudian mereaksikannya dengan larutan NaCl 0,3 M dalam erlenmeyer 50 ml. Menutup erlenmeyer dan mendiamkan larutan lagi selama 3 hari, lalu mensentrifuge larutan

selama 10 menit dengan kecepatan 2000 rpm hingga menghasilkan endapan hitam. Endapan hitam dikeringkan di bawah lampu pijar untuk mengurangi kadar air, untuk selanjutnya dikarakterisasi dengan XRD.

Dalam penentuan panjang gelombang acid black diambil 0,5 ml larutan *acid black* dengan konsentrasi  $5,1 \times 10^{-4}$  M dan dilarutkan dengan menggunakan aquadest menjadi 25 ml. Larutan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 400 nm sampai 700 nm. Untuk penentuan pH dilakukan pengujian pada rentang pH 6-10. Penentuan rasio molar optimum dilakukan dengan membuat perbandingan molar ferrat: zat warna *acid black* dengan perbandingan 1:1 ; 2:1 ; 3:1 ; 4:1 ; 5:1, lalu sampel dengan perbandingan berbeda di vortex selama 30 menit pada pH optimum degradasi. Larutan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum pengukuran larutan *acid black*.

Penentuan persentase degradasi zat warna *Acid Black* dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ degradasi} = \frac{[AB]_{awal} - [AB]_{akhir}}{[AB]_{awal}} \times 100\%$$

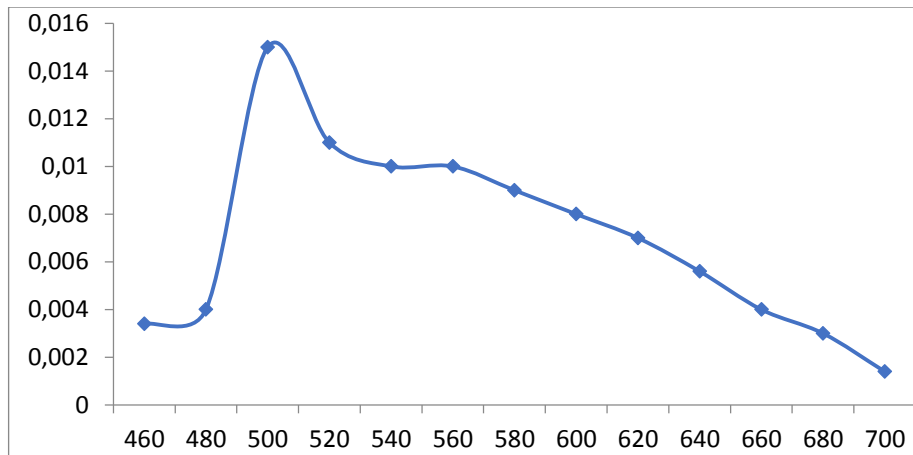
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Natrium Ferrat ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ )

Sintesis natrium ferrat dilakukan dengan cara mencampurkan padatan NaOH sebanyak 12 gram dengan NaOCl 5,25% sebanyak 40 ml. Selanjutnya larutan Fe ( $\text{NO}_3$ )<sub>3</sub> ditambahkan setetes demi setetes sebanyak 3,5 mL dengan maksud spesies besi tadi akan dioksidasi oleh NaOCl dalam suasana basa. Reaksi ini menghasilkan warna ungu kehitaman yang menunjukkan bahwa Fe(III) telah teroksidasi menjadi Fe(VI). Reaksi pembentukan ferrat ditunjukkan oleh reaksi berikut ini (Dwiasi, 2011) :

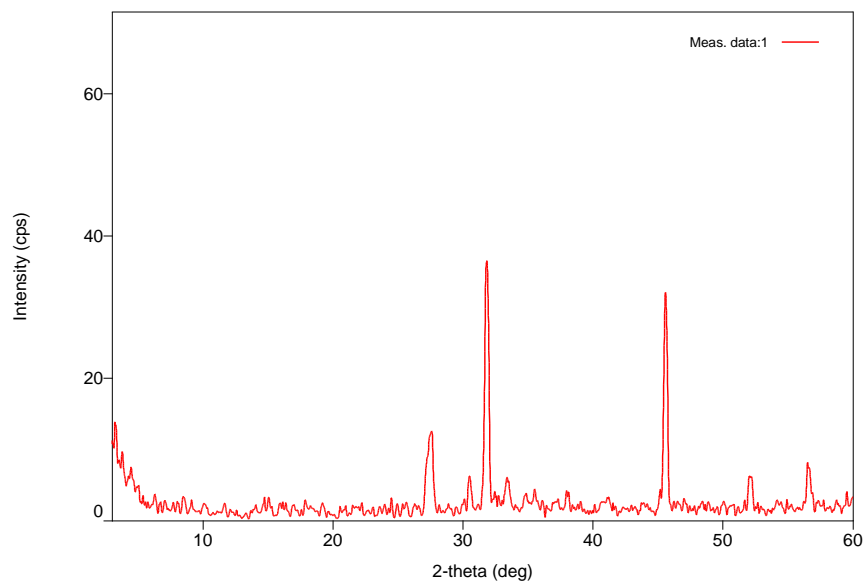


Hasil pengukuran padatan diperoleh panjang gelombang maksimumnya 500 nm dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Panjang gelombang maksimal natrium ferrat ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ )

Padatan yang dihasilkan berupa natrium ferrat ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ) hasil pemisahan endapan. Padatan tersebut memiliki warna kecoklatan dengan berat sebesar 2,1 gram. Kemudian padatan tersebut dikeringkan dan dikarakterisasi dengan XRD (*X-Ray Diffraction*) dimana hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



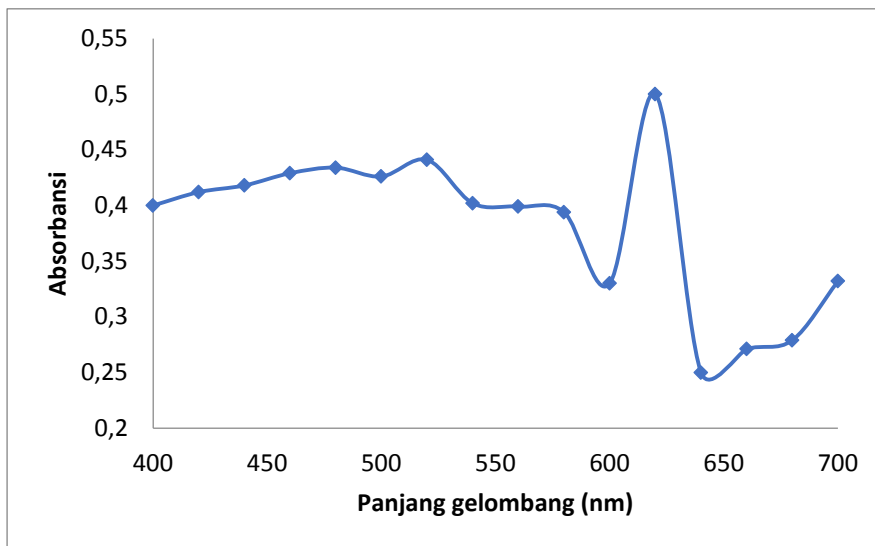
Gambar 2. Pola difraktogram  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$

Gambar 2 menunjukkan difraktogram dari natrium ferrat ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ) yang menghasilkan sekitar 10 puncak dengan 3 puncak yang dominan. Difraktogram tersebut pada kondisi sudut tembak  $2\theta$ . Analisis ini memungkinkan untuk memverifikasi struktur kristal ferrat. Adanya intensitas yang besar pada  $2\theta$  tersebut menunjukkan bahwa endapan yang dihasilkan berbentuk kristalin.



### 3.2 Proses Oksidasi Zat Warna *Acid Black* dengan Ferrat

Proses oksidasi zat warna dengan ferrat dilakukan dengan sistem batch yakni dengan mencampurkan larutan natrium ferrat dengan zat warna. Larutan hasil oksidasi dianalisis dengan menggunakan metode spektrofotometri pada panjang gelombang maksimal zat warna *acid black*. Oleh karena itu sebelum melakukan proses oksidasi zat warna, telah dilakukan optimasi panjang gelombang zat warna dan hasilnya diterapkan untuk pengukuran hasil reaksi oksidasi. Hasil optimasi disajikan pada Gambar 3.



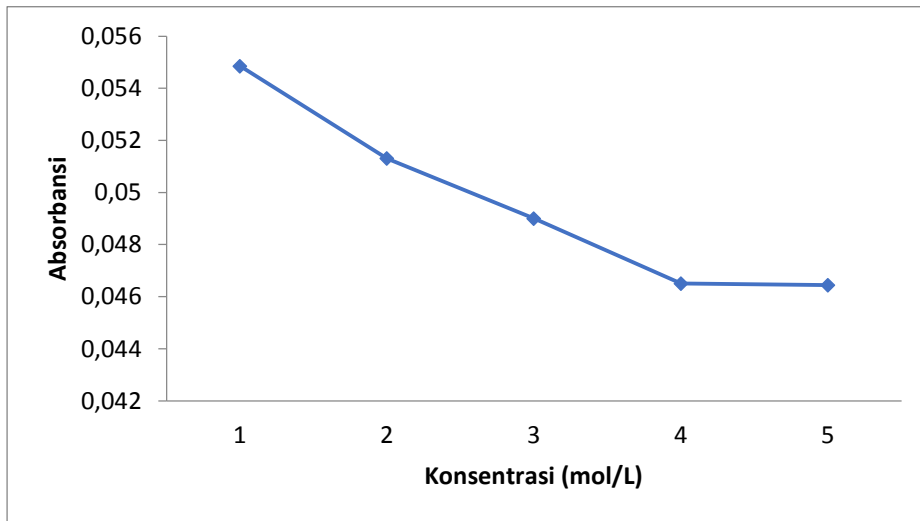
Gambar 3. Panjang gelombang maksimal zat warna acid black

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa panjang gelombang maksimal zat warna acid black sebesar 620 nm. Panjang gelombang yang digunakan tersebut adalah panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal. Hal ini dikarenakan pada panjang gelombang maksimal, kepekaannya juga maksimal karena pada panjang gelombang tersebut, perubahan absorbansi untuk tiap satuan konsentrasi adalah yang paling besar.

### 3.3. Pengaruh Rasio Molar terhadap Efektifitas Oksidasi Zat Warna Oleh Ferrat

Pengaruh konsentrasi ferrat dalam mengoksidasi zat warna dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi tentang rasio molar ferrat optimum yang dapat mengoksidasi zat warna. Untuk menyelidiki pengaruh rasio molar ferrat telah dilakukan proses oksidasi terhadap 1,0 mL larutan zat warna pada rasio molar zat warna : ferrat yaitu 1:1 ; 1:2 ; 1:3 ; 1:4 ; 1:5. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa untuk larutan *acid black*, dengan penambahan konsentrasi menyebabkan penurunan

absorbansi. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kenaikan rasio molar ferrat dapat meningkatkan jumlah molekul ferrat yang dapat berinteraksi dengan zat warna tersebut sehingga jumlah zat warna yang dioksidasi semakin banyak pula.

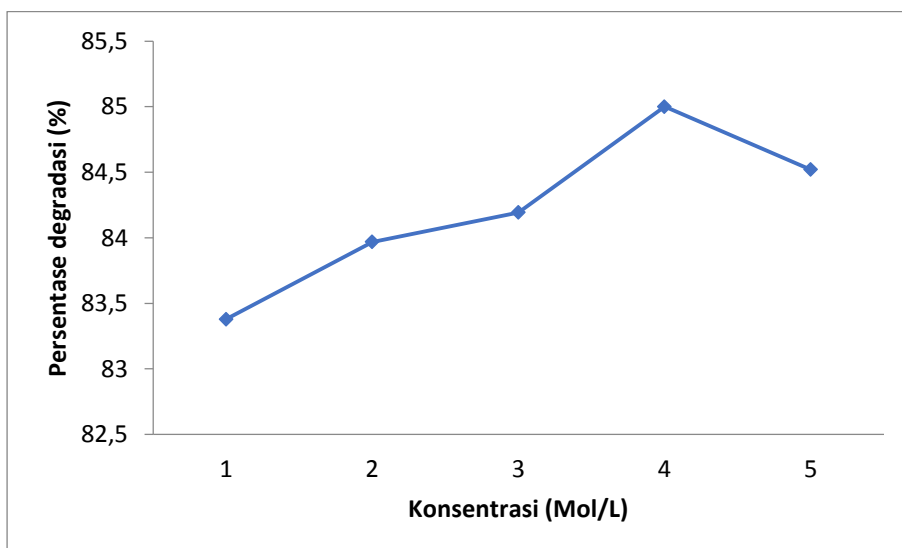


Gambar 4. Pengaruh rasio molar ferrat terhadap zat warna *acid black*

Dari Gambar 4 dapat dihitung persentase dihitng dengan tujuan untuk mengetahui rasio molar yang optimum pada degradasi zat warna *acid black*. Untuk menghitung persentase degradasi rata-rata rumus yang digunakan :

$$\% \text{ degradasi} = \frac{[AB]_{awal} - [AB]_{akhir}}{[AB]_{awal}} \times 100\% \quad (2)$$

Berdasarkan Rumus (2), didapatkan hasil persentase (%) degradasi rata-rata seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Persentase degradasi *acid black* oleh natrium ferrat

Dari hasil degradasi tersebut, terlihat bahwa pada rasio molar 1:1 hingga 4:1 dapat bekerja secara efektif karena terlihat pada hasil degradasi mengalami kenaikan. Pada rasio

rasio molar 4:1, rasio molar tersebut paling optimum dalam mendegradasi *acid black*, dikarenakan pada rasio molar tersebut, berada di titik puncak dengan nilai degradasi paling tinggi. Sedangkan pada rasio molar 5:1 pendegradasian sudah mulai tidak bekerja efektif karena pada rasio molar tersebut nilai degradasi mengalami penurunan. Rasio molar tersebut mengalami penurunan karena pengaruh Kesimpulannya dari grafik tersebut menunjukkan bahwa rasio molar yang optimum yaitu pada rasio ferrat : *acid black* = 4:1 dengan nilai degradasi sebesar 85%.

#### 4. PENUTUP

Ferrat yang dihasilkan adalah Natrium Ferrat ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ). Natrium ferrat yang dihasilkan sebanyak 2,1 gram dari proses penambahan larutan  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  sebanyak 3,5 gram dengan waktu pengendapan 3 hari. Natrium ferrat dapat mendegradasi zat warna *acid black* secara optimum pada rasio molar 4:1 dengan persentase degradasi sebesar 85%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Brown, M. A., and S.C. Devito, 1993, Predicting Azo Dye Toxicity, Environ, Sci. Technol.
- Cartwright, R. A, 1983, Histrotical and Modern Epidemiological Studies On Populations Exposed to N-Substitued Aryl-Compounds, Envr. Health Perspect.
- Daintith, J. 2005. Kamus Lengkap Kimia. Jakarta
- Hamdaoui, O. And Chiha, M., 2006, Removal of Methylene Blue from Aqueous Solutions by Wheat Bran, Acta Chim. 54 : 407-418
- Jiang, J.Q., Lloyd, B., 2002, Progress In The Development And Use Of Ferrate (VI) Salt As An Oxidant And Coagulant For Water And Wastewater Treatment, Water Res.
- Komarawidjaja. 2014. Karakteristik dan Keragaman Mikroba Unit Pengolah Limbah Cair Tekstil. Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Mahida, 1984. Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri. C.V Rajawali. Jakarta. Hal 543

- Manurung, R. 2004. Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara 1-19.
- Nemerow, N. L., 1978. Industrial Water Pollution : Origins, Characteristics, and Treatment, Addison Wesley, Publishing Reading Massachusetts, pp. 738.
- Nopriawan., Karelius. 2016. Sintesis Ferrat dari  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  dan  $\text{NaOCl}$  sebagai Pendegradasi Methylene Blue. Sains dan Terapan Kimia, Vol. 10, No. 1 (Januari 2016): 1-7
- Sharma, V. K. 2007. Disinfection Performance of  $\text{Fe}(\text{VI})$  in Water and Wastewater: A Review. Water Science and Technology 55(1-2):225-32
- Zollinger, H., 1987, Colour Chemistry-Synthesis, Properties And Application Of Organic Dyes And Pigments, Vch Publisher, New York