

# **DEKOLORISASI LARUTAN *REMAZOL BRILLIANT BLUE* MENGGUNAKAN OZON HASIL ELEKTROLISIS**

Indrawati, Drs. Gunawan,MSi, Didik Setiyo Widodo,MSi.

## **ABSTRAK**

Pencemaran lingkungan semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri yang memberikan dampak negatif. Zat warna *remazol brilliant blue* merupakan zat warna reaktif yang banyak digunakan untuk proses pencelupan. Ozon merupakan pengoksidasi kuat yang secara luas telah digunakan dalam pengolahan air sebagai desinfektan. Ozon digunakan dalam pengolahan air sebagai desinfektan yang berfungsi untuk membunuh mikroba patogen, mengoksidasi senyawa organik dan meningkatkan kualitas air. Ozon mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan dapat dengan mudah dihasilkan secara elektrokimiawi. Produksi ozon sudah sering dilakukan dengan menggunakan plasma tetapi kurang efisien karena menggunakan energi yang cukup besar. Pada penelitian ini dipilih metode dengan menggunakan elektrolisis karena lebih efisien dan energi yang digunakan lebih rendah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan pengaruh potensial dan temperatur terhadap konsentrasi ozon yang dihasilkan serta menggunakan ozon yang telah dihasilkan untuk pengolahan larutan zat warna *remazol brilliant blue*.

Metode yang dilakukan adalah dengan elektrolisis. Sel elektrolisis berupa gelas beker, elektroda yang digunakan adalah elektroda grafit dan elektroda PbO<sub>2</sub>, pada elektroda PbO<sub>2</sub> ditutupi dengan menggunakan gelas beker yang diberi lubang dan pipa pada bagian atas. Ozon yang dihasilkan diaplikasikan ke zat warna *remazol brilliant blue*. Larutan setelah perlakuan ozon dianalisis dengan spektrometri UV-Vis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada potensial terpasang 0-7 V proses elektrolisis menghasilkan ozon dengan jumlah yang semakin besar dengan kenaikan potensial. Pada potensial 7 V diperoleh ozon sebanyak 12,4 ppb dan pada pengontrol temperatur hingga temperatur ruang diperoleh ozon sebanyak 20,88 ppb. Pengontrolan pada temperatur ruang memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan tanpa pengontrolan. Ozon yang dihasilkan dari proses elektrolisis dapat digunakan untuk pengolahan zat warna *remazol brilliant blue* dengan penurunan intensitas warna sampai 85,37%.

## **A. PENDAHULUAN**

Pencemaran lingkungan semakin meningkat seiring dengan perkembangan industri yang memberikan dampak negatif. Pada industri tekstil terutama proses pencelupan memberikan kontribusi yang besar pada pencemaran air apabila limbah dibuang ke selokan atau sungai tanpa diolah terlebih dahulu (Suwarsa,1998). Air merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang dapat mengalami pencemaran, karena itu perlu adanya penyediaan air yang bersih baik dari segi kualitas maupun kuantitas, untuk itu perlu diadakan suatu pengolahan air. Metode yang sering digunakan untuk menghilangkan zat pencemar tersebut antara lain adsorpsi, pengendapan dengan koagulan, desinfeksi dengan klor atau ozon (Jenie dan Rahayu, 1993).

Air bagi kehidupan manusia merupakan suatu kebutuhan penting yang mendorong kita selalu mengembangkan teknologi yang dapat digunakan untuk menjamin ketersediaan dengan metode pengolahan yang meliputi sistem desinfeksi dengan suatu desinfektan. Pada penelitian ini dicoba untuk memproduksi ozon yang digunakan untuk dekolonisasi.

Zat warna *remazol brilliant blue* merupakan zat warna reaktif yang banyak digunakan untuk proses pencelupan tekstil. Limbah zat warna ini jika dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran air. Penelitian ini mencoba mengolah larutan zat warna *remazol brilliant blue* dengan menambahkan ozon hasil elektrolisis ke dalam zat warna tersebut.

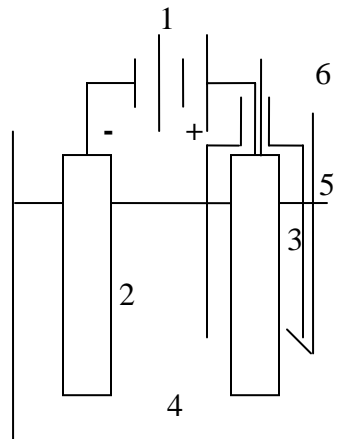
Ozon merupakan pengoksidasi yang kuat yang secara luas telah digunakan dalam pengolahan air sebagai oksidasi zat warna (Ibanez, 2005). Ozon digunakan dalam pengolahan air sebagai desinfektan yang berfungsi untuk membunuh mikroba patogen, mengoksidasi senyawa organik dan meningkatkan kualitas air. Ozon mempunyai beberapa keuntungan yaitu mempunyai reaksi yang cepat dan menghasilkan sedikit reaksi yang merugikan karena hasil reaksi terakhir merupakan oksigen (Summerfeilt, 2002).

Pada penelitian sebelumnya sudah dilakukan (Supriyati, 2007) ozon diproduksi dengan menggunakan plasma. Penelitian ini kurang efisien karena menggunakan sumber energi yang sangat besar, dalam jumlah kilovolt. Penelitian ini mengembangkan penelitian yang terdahulu (Supriyati, 2007) yaitu memproduksi ozon dengan elektrokimia. Elektrolisis merupakan salah satu metode yang sederhana yang digunakan untuk memproduksi ozon, dan lebih efisien karena energi yang dibutuhkan lebih sedikit bila dibandingkan menggunakan plasma.

## B. METODOLOGI

### 1. Penyiapan Alat Elektrolisis

Gelas beker dipilih sebagai sel elektrolisis. Dua elektroda grafit dan  $\text{PbO}_2$  dimasukkan dalam gelas elektrolisis, elektroda  $\text{PbO}_2$  sebagai anoda dan elektroda grafit sebagai katoda. Kedua elektroda dibatasi dengan gelas beker kecil 120 mL yang dilubangi di bagian atas sebagai tempat selang dan kabel. Kedua elektroda dicelupkan dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3 M, setelah itu diberi tegangan dari luar yang dijaga tetap. Desain di atas disajikan pada gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Desain Alat Elektrolisis Untuk Memproduksi Ozon

Keterangan: 1. Sumber arus DC

2. Katoda

3. Anoda

4. Larutan elektrolit

5. Sumber udara

6. Selang

## 2. Pembuatan Reagensia

### a. Pembuatan Larutan KI 0,06 M

Satu gram KI ditambah dengan 1,42 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dan 1,37 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  kemudian diencerkan dengan akuades dalam labu takar 100 mL sampai tanda batas.

### b. Pembuatan Larutan Standar $\text{I}_2$

#### i. Larutan induk $\text{I}_2$ 0,025 M

Sebanyak 3,2 gram KI dan 0,635 g  $\text{I}_2$  dimasukkan dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

#### ii. Larutan standar $\text{I}_2$ 0,001 M

Sebanyak 4 mL larutan  $\text{I}_2$  induk (0.025 M) dimasukkan dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas.

#### iii. Larutan standar $\text{I}_2$ ( $1 \times 10^{-5}\text{M}$ , $2 \times 10^{-5}\text{M}$ , $3 \times 10^{-5}\text{M}$ , $4 \times 10^{-5}\text{M}$ , $5 \times 10^{-5}\text{M}$ , $6 \times 10^{-5}\text{M}$ , $7 \times 10^{-5}\text{M}$ , $8 \times 10^{-5}\text{M}$ , $9 \times 10^{-5}\text{M}$ , $1 \times 10^{-4}\text{M}$ ) dibuat dengan menggunakan larutan standar $\text{I}_2$ 0,001 M

Absorbansi larutan  $\text{I}_2$  standar tersebut ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan dibuat kurva kalibrasi hubungan konsentrasi dengan absorbansi, selanjutnya nilai absorbansi larutan  $\text{I}_2$  hasil reaksi larutan KI dengan ozon dimasukkan dalam persamaan grafik kurva kalibrasi larutan  $\text{I}_2$  standar.

## 3. Proses Produksi Ozon dengan Potensial Terpasang Tetap

Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3 M dimasukkan dalam labu elektrolisis kemudian setelah itu dielektrolisis dengan variasi tegangan (0 V - 7 V) selama 1 jam dan dialiri udara sebesar 2,5 L/menit. Ozon yang dihasilkan pada anoda saat proses elektrolisis dialirkan dalam larutan KI. Selanjutnya nilai absorbansi  $\text{I}_2$  yang terbentuk ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 350 nm.

## 4. Proses Produksi Ozon pada Temperatur 25 °C

Selama proses elektrolisis, dikendalikan pada temperatur rendah (dengan es batu) pada potensial 7 volt selama 1 jam dengan dialiri udara sebesar 2,5 L/menit dan hasilnya dibandingkan dengan proses yang dikerjakan tanpa pengendalian temperatur (dengan es batu). Ozon yang dihasilkan pada anoda saat proses elektrolisis dialirkan dalam larutan KI sehingga akan diperoleh larutan  $\text{I}_2$  yang berwarna kuning.

Selanjutnya nilai absorbansi larutan I<sub>2</sub> yang terbentuk ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 350 nm.

## 5. Penggunaan Ozon

Ozon yang dihasilkan dari proses elektrolisis digunakan untuk mengolah larutan zat warna *remazol brilliant blue* dan pengamatan perubahan intensitas warna dengan cara mengalirkan ozon yang terbentuk ke dalam zat warna tersebut dan diukur nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang dari 200 - 800 nm.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

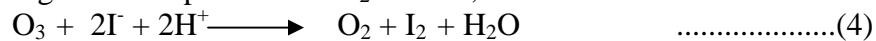
Elektrolisis merupakan proses yang menggunakan energi listrik untuk menghasilkan reaksi kimia (Mulja dan Suharman, 1995). Ozon merupakan senyawa oksidator kuat, ozon dapat digunakan untuk pengolahan air (Summerfelt, 2002). Konsentrasi ozon maksimal yang dihasilkan pada potensial 7 V dan pada temperatur 25 °C.

### 1. Penyiapan Alat Elektrolisis

Sel elektrolisis berupa tabung beker, elektroda yang digunakan adalah elektroda grafit sebagai katoda dan elektroda PbO<sub>2</sub> sebagai anoda. Penggunaan grafit sebagai elektroda karena sifat inert, tidak ikut bereaksi dan hanya menyediakan permukaan sebagai tempat reaksi berlangsung. Elektroda PbO<sub>2</sub> dipilih sebagai anoda karena murah dan mudah didapatkan. Pada elektroda PbO<sub>2</sub> ditutup dengan menggunakan gelas beker 120 mL yang diberi lubang dan pipa pada bagian atas berfungsi untuk mengalirkan ozon yang dihasilkan.

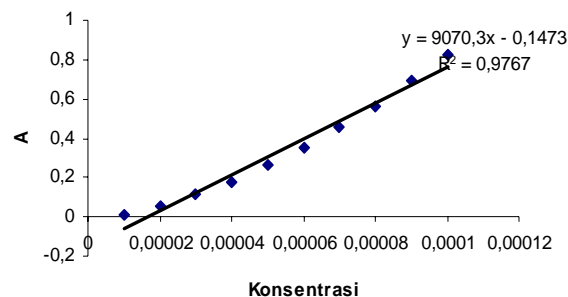
### 2. Penentuan Konsentrasi Ozon dalam Larutan Campuran

Konsentrasi ozon dalam larutan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi linier pada larutan I<sub>2</sub> standar, reaksi:



Dari reaksi di atas dapat diketahui konsentrasi ozon sebanding dengan I<sub>2</sub>.

Larutan KI berfungsi untuk menjerap ozon yang dihasilkan pada saat proses elektrolisis agar tidak terurai di udara bebas, karena ozon bersifat tidak stabil sehingga mudah terurai pada udara bebas. Ozon yang dihasilkan akan bereaksi dengan I<sup>-</sup> dan H<sup>+</sup> menghasilkan I<sub>2</sub>, yang ditandai dengan perubahan warna larutan dari bening menjadi kuning.



Gambar 4.1 Grafik hubungan absorbansi terhadap konsentrasi larutan I<sub>2</sub> standar

Dari gambar di atas didapatkan persamaan linier  $y = 9070,3x - 0,1473$ , konsentrasi ozon dalam larutan dapat ditentukan dengan, y adalah nilai absorbansi I<sub>2</sub> dan x adalah konsentrasi ozon dalam larutan. Dari persamaan tersebut diperoleh konsentrasi ozon dalam larutan sebagai mana disajikan pada tabel 4.1 berikut:

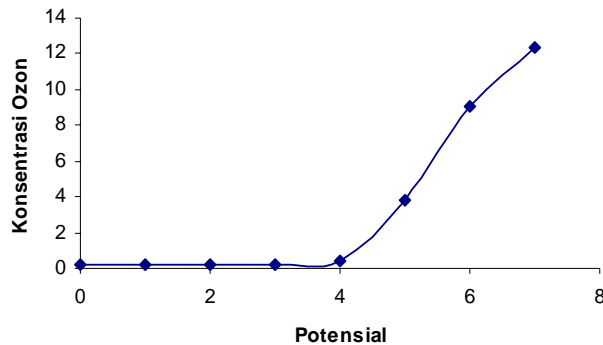
Tabel 4.1 Nilai konsentrasi ozon dalam larutan campuran pada Potensial Terpasang Tetap

Potensial	Konsentrasi O <sub>3</sub> dalam larutan
0	$1,6 \cdot 10^{-5}$ M
1	$1,7 \cdot 10^{-5}$ M
2	$1,7 \cdot 10^{-5}$ M
3	$1,7 \cdot 10^{-5}$ M
4	$4,7 \cdot 10^{-5}$ M
5	$3,96 \cdot 10^{-4}$ M
6	$9,38 \cdot 10^{-4}$ M
7	$1,288 \cdot 10^{-3}$ M

Dari tabel di atas dapat diketahui dengan persamaan linier standar I<sub>2</sub>, konsentrasi ozon dalam larutan dapat diketahui.

### 3. Proses Produksi Ozon dengan Potensial Terpasang Tetap

Elektrolisis dengan menggunakan potensial terpasang tetap yaitu 0 V- 7 V. Pada saat potensial 0 - 3 V tidak terbentuk ozon dan yang terbentuk adalah gas oksigen, hal ini disebabkan potensial tersebut tidak cukup digunakan untuk proses reaksi pembentukan ozon, sedangkan pada potensial 4 -7 V sudah dapat digunakan untuk menghasilkan ozon.



Gambar 4.2. Grafik hubungan potensial terhadap konsentrasi O<sub>3</sub>

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa semakin besar potensial yang digunakan kadar ozon yang dihasilkan semakin banyak, hal ini sesuai dengan Hukum Faraday yaitu semakin besar potensial yang digunakan maka semakin besar kuat arus sehingga kadar ozon semakin besar.

Pada saat elektrolisis, pada anoda akan dihasilkan gas  $O_3$  sedangkan pada katoda akan dihasilkan gas  $H_2$ . Pada saat proses elektrolisis dilakukan pengaliran udara dari luar yang bertujuan untuk mendorong  $O_3$  yang terbentuk agar dapat mengalir keluar.

#### 4. Proses Produksi Ozon pada Temperatur 25 °C

Proses elektrolisis dilakukan sama seperti prosedur sebelumnya, pada saat proses elektrolisis temperatur dikendalikan dengan menggunakan es batu agar temperatur terjaga tetap pada suhu 25 °C. Proses elektrolisis dilakukan pada potensial terpasang tetap 7 volt selama 1 jam, karena ozon terbentuk maksimal pada potensial 7 volt selama 1 jam.

Tabel 4.2 Kadar ozon pada temperatur 59 °C dan 25 °C

Temperatur	Konsentrasi $O_3$ dalam larutan	V1 (volume larutan KI) mL	V (Volume udara) L	Kadar $O_3$ ( $\mu gL^{-1}$ )
59 °C	$1,29 \cdot 10^{-3}$ M	30	150	12,400
25 °C	$2,18 \cdot 10^{-3}$ M	30	150	20,885

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui kadar ozon yang dihasilkan pada temperatur 25 °C lebih besar jika dibandingkan dengan ozon yang dielektrolisis pada temperatur 59 °C, hal ini sesuai dengan prinsip Le Chatelier, pada reaksi eksoterm saat temperatur diturunkan maka reaksi akan bergeser ke produk, disamping itu disebabkan karena, pada temperatur rendah *overvoltage* akan semakin tinggi yang mengakibatkan kuat arus menjadi besar sehingga produk yang dihasilkan semakin banyak.

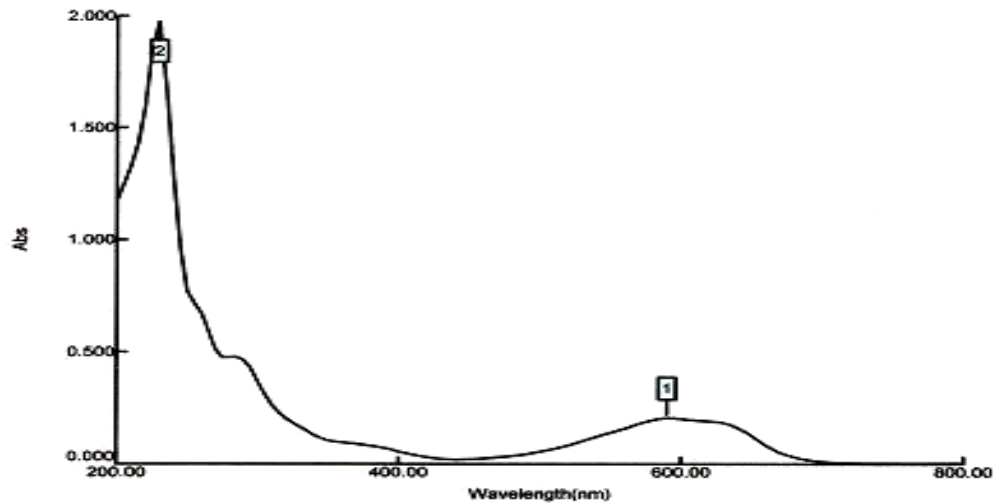
#### 5. Pemakaian Ozon pada Zat Warna *Remazol Brilliant Blue*

Ozon yang dihasilkan pada saat proses elektrolisis digunakan untuk pengolahan zat warna *remazol brilliant blue*. Zat warna bersifat reaktif, jika zat warna tersebut langsung dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran air.

Tabel 4.3 Nilai absorbansi zat warna *remazol brilliant blue* sebelum dan sesudah penambahan ozon

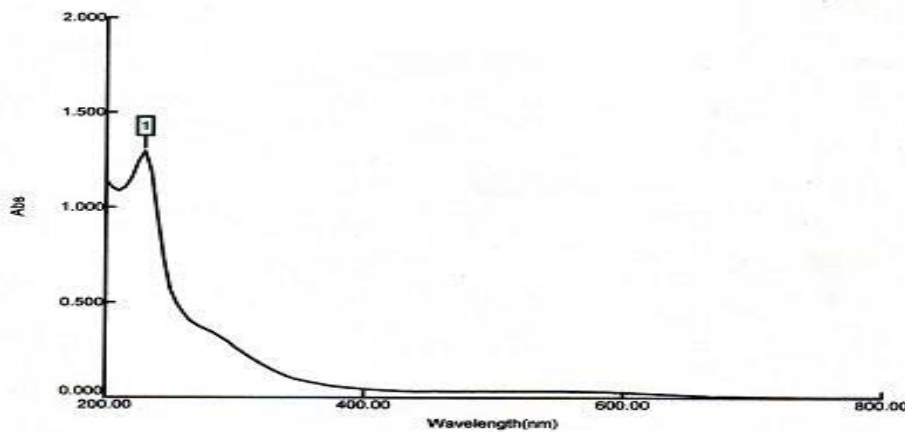
Zat Warna	Absorbansi
Sebelum bereaksi dengan ozon	0,205
Setelah bereaksi dengan ozon	0,030

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui nilai absorbansi zat warna tersebut semakin kecil setelah penambahan ozon jika dibandingkan tanpa penambahan ozon hal ini disebabkan karena ozon merupakan oksidator kuat sehingga dapat mendegradasi zat warna yang mengakibatkan intensitas zat warna tersebut menjadi berkurang.



Gambar 4.3 Spektrum UV-Vis zat warna *remazol brilliant blue* sebelum bereaksi dengan ozon.

Dari Gambar 4.3 dapat diketahui panjang gelombang maksimum zat warna *remazol brilliant blue* adalah 590 nm dan pada panjang gelombang 230 merupakan panjang gelombang benzen.



Gambar 4.4 Spektrum UV-Vis zat warna *remazol brilliant blue* setelah bereaksi dengan ozon

Dari Gambar 4.4 dapat diketahui zat warna *remazol brilliant blue* setelah ditambahkan ozon akan terdegradasi, hal ini ditandai dengan pengurangan intensitas warna biru menjadi bening dan dilihat dari spektrum UV nilai absorbansi pada panjang gelombang 590 nm akan menjadi berkurang. Efisiensi yang dihasilkan adalah 85,37% untuk pengolahan larutan *remazol brilliant blue* sebanyak 50 mL.

### C. KESIMPULAN

1. Proses produksi ozon menggunakan elektrolisis dengan variasi potensial menghasilkan konsentrasi ozon semakin meningkat dengan kenaikan potensial terpasang.
2. Konsentrasi ozon maksimal pada temperatur 25 °C dengan potensial elektrolisis 7 volt selama 1 jam.
3. Ozon yang dihasilkan dari proses elektrolisis dapat digunakan untuk proses dekolonisasi zat warna *remazol brilliant blue*, dengan tingkat keberhasilan 85,37% untuk pengolahan larutan *remazol brilliant blue* sebanyak 50 mL.

### F. DAFTAR PUSTAKA

- Alberty R.A, Alih Bahasa Oleh Surdia N.M, 1992, *Kimia Fisika*. Edisi kelima, Jilid satu, Erlangga, Jakarta.
- Fessenden dan Fessenden, Alih Bahasa Oleh Pujaatmaka A.H, 1982, *Kimia Organik*. Edisi ketiga, Jilid kedua, Erlangga, Jakarta, Hal 447- 448.
- Hendayana S, Kadarohman A, Sumarna A.A, dan Supriatna A, 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Edisi 1, IKIP Semarang Press, Hal 115- 116.
- Ibanes J.G, Rodrigo. M.M, dan Moran M.T; 2005, *Laboratory Exsperiments on the Electrochemical Remediation Of Environment*, Journal Of Chemical Education, Vol 82 No. 10, Hal 1548- 1548.
- Isminingsih dan Jufry, R. 1973, *Pengantar Kimia Zat Warna*, Institut Teknologi Tekstil; Bandung, Hal 171.
- Jenie B.S.L dan Rahayu, W.P, 1993, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, Kanisus; Yogyakarta.
- Khopkar S.M, Alih Bahasa Oleh Saptoraharjo A, 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Universitas Indonesia Press, Jakarta, Hal 201.
- Manurung R, Hasibuan R, dan Irvan, 2004, *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob-Aerob*, F.TEKNIK, Universitas Sumatera Utara, Hal1- 19



- Mulja M, dan Suharman, 1995, *Ilmiah Analisis Instrumental*, Universitas Airlangga Press, Surabaya, Hal 287-298.
- Oxtoby, D.W, dan Nachtrieb, N.H, 1986, *Principles Of Modern Chemistry*, Saunders College Publishing, United States Of America.
- Peavey, S.H, Row, D.R, dan Tchnobanglous, G, 1985, *Enviromental Engineering*, Mc Graw Hill, United States Of America, Hal 455- 463.
- Petrucci, R.H, Alih Bahasa Oleh Achmad S, 1992, *Kimia Dasar: Prinsip dan Terapan Modern*. Edisi keempat, Jilid kedua, Erlangga, Jakarta.
- Prawirowardoyo, S. 1996, *Meteorologi*, ITB; Bandung.
- Rodojevic M and Bashim V. N, 1999, *Partical Enviromental Analysis*, Royal Society Of Chemistry, RSC, Hal 113- 115.
- Seiko, M.J and Plane, R.A; 1978, *Chemistry: Principles and Application*, Mc Graw Hill Book Chompany, Singapore, Hal 380- 382.
- Skoog, D.A., and West, D.M., 1991, "Principles of Instrumental Analysis", Saunders College Publishing, New York
- Summerfelt, S.T. 2002, *Ozonation and UV Irradiation an Introduction and Examples of Current Application*, Aquacultural Engineering, Balls, Hal 21- 36.
- Supriyati A, 2007, *Aplikasi Lucutan Plasma Penghalang Dielektrik Berkonfigurasi Spiral Silinder Menggunakan Udara Bebas Sebagai Gas Sumber Untuk Menghasilkan Ozon*, Skripsi 2007, Jurusan Fisika FMIPA; UNDIP, Semarang.
- Suslow, T; 1998, *Basics Of Ozone Applications for Postharvest Treatment Of Fruits and Vegetabels*, Perishables Hading Quarterly Issue No. 94, USA, Hal 9-11.
- Suwarsa, S. 1998, *Penyerapan Zat Warna Tekstil BR. Red HE 7B Oleh Jerami Padi*, *JMS Vol 3 No. 1*, Fakultas MIPA; ITB.
- Zamora. P, Pereira. P, Tiburtius.E, dan Moraes. S. 2002, *Decolorization Of Reactive Dyes by Imobilized Lacase*, University Estadual Campinas, Berazil.

