

# PROTOTYPE ALAT PENGOLAH LIMBAH BATIK MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN OZONISASI

Muhammad Alvin Ridho<sup>1\*)</sup>, Bimo Bagaskoro<sup>1</sup>, Ro'ad Baladi Al Komar<sup>1</sup>, Monica Yulfarida<sup>2</sup>, dan Wirda Nabilla Safitri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang

<sup>2</sup>Departemen Teknik Kimia, Universitas Diponegoro Semarang

<sup>3</sup>Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang

Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*\*)E-mail: malvinridho18@gmail.com*

## Abstrak

Elektrokoagulasi merupakan proses koagulasi kontinu menggunakan arus listrik searah sedangkan ozonasi merupakan salah satu proses desinfeksi dengan menggunakan ozon. Pengolahan limbah tekstil dapat dilakukan dengan berbagai proses seperti menambahkan koagulan, melakukan proses elektrolisis atau dengan ozonasi. Penelitian yang dilakukan bertujuan dalam mengetahui efektivitas pengolahan air limbah tekstil dengan menggunakan elektrokoagulasi, ozonasi atau dengan menggabungkan kedua proses tersebut. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan air limbah tekstil yang di uji coba dengan variabel bebas yaitu, metode elektrokoagulasi, metode ozonasi, dan kombinasi. Sampel dianalisis pada rentang waktu 0 menit, 45 menit, 60 menit dan 120 menit. Analisa mengacu pada SNI 06-6989.15-2-2004, SNI 06-6989.72-2009 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 untuk parameter COD dan BOD. SK SNI M-03-1989-F untuk parameter TSS. Hasil analisa menunjukkan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi setelah 2 jam efisiensi pengolahan mencapai , pada metode ozonasi mencapai dan pada metode kombinasi mencapai . Melalui penelitian yang telah dilakukan metode kombinasi memiliki efisiensi yang tinggi dalam mengolah limbah tekstil.

**Kata kunci:** *efektivitas, elektrokoagulasi, pengolahan limbah, ozonasi, tekstil*

## Abstract

Electrocoagulation is a continuous coagulation process using direct current while ozonation is one of the disinfection process by using ozone. Textile waste treatment can be done by various processes such as adding coagulant, conducting electrolysis process or by ozonation. The research undertaken aims at knowing the effectiveness of textile wastewater treatment by using electrocoagulation, ozonation or by combining the two processes. The research was conducted on laboratory scale by using textile waste water in experiment with free variable that is, electrocoagulation method, ozonation method, and combination. Samples were analyzed in the time span of 0 minutes, 45 minutes, 60 minutes and 120 minutes. The analysis refers to SNI 06-6989.15-2-2004, SNI 06-6989.72-2009 and Regulation of the Minister of Environment no. 5 Year 2014 for COD and BOD parameters. SK SNI M-03-1989-F for TSS parameter. The analysis results show by using electrocoagulation method after 2 hours of processing efficiency reach, on the ozonation method reach and on reach combination method. Through research that has been done combination method has a high efficiency in processing textile waste.

**Keywords:** *effectivity, elerctrocoagulation, waste management, ozonation, textile.*

## 1. Pendahuluan

Industri tekstil merupakan salah satu komoditas ekspor Indonesia. Berdasarkan data *United Nations Industrial Development Organization* (UNIDO), saat ini Indonesia menduduki peringkat kesembilan di dunia dalam manufacturing value added. Hal tersebut menyebabkan banyaknya pabrik – pabrik tekstil yang berdiri dan

beroperasi di Indonesia mulai dari skala kecil hingga besar. Jumlah pabrik yang beroperasi tidak diikuti dengan seimbangannya jumlah instalasi pengolah air limbah. Kondisi yang ada di lapangan menunjukkan sebagian besar limbah tekstil tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai. Pengolahan yang paling umum dilakukan adalah

pengendapan atau penampungan limbah dalam suatu tempat. Beberapa kandungan di dalam limbah yang tidak diolah dengan baik berpotensi menimbulkan pencemaran air, seperti kandungan bahan organik, padatan tersuspensi, serta kandungan logam dan minyak yang tinggi.

Pengolahan air limbah yang baik dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti elektrokoagulasi dan ozonasi. Elektrokoagulasi merupakan suatu proses koagulasi menggunakan arus listrik searah dengan prinsip elektrokimia. Apabila dalam suatu larutan elektrolit ditempatkan dua buah elektroda dan dialiri dengan arus listrik searah, maka akan terjadi peristiwa elektrokimia dimana ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi[5]. Elektrokoagulasi adalah teknologi yang saat ini berkembang secara efektif diaplikasikan untuk mengolah air limbah. Secara umum keuntungan dari metode ini adalah efisiensi pemisahan yang lebih tinggi, sederhana dan lebih ramah lingkungan. Elektrokoagulasi banyak dimanfaatkan untuk pengolahan pada limbah cair organik dengan mengendapkan zat-zat logam pada cairan tersebut.[1]

Ozonasi merupakan salah satu proses disinfeksi menggunakan ozon. Ozon dapat terbentuk melalui dua proses yang berbeda, yaitu melalui proses tumbukan dan melalui proses penyerapan cahaya (Arifin, 2009). Gas Ozon dapat dibuat dengan metode *electrical discharge*, tumbukan dari elektron yang dihasilkan oleh *electrical discharge* dengan molekul oksigen menghasilkan dua buah atom oksigen. Selanjutnya atom oksigen secara ilmiah bertumbukan kembali dengan molekul oksigen di sekitarnya dan terbentuklah ozon.

Penelitian yang dilakukan berfokus pada efektivitas pengolahan limbah tekstil menggunakan metode elektrokoagulasi, metode ozonasi dan metode kombinasi elektrokoagulasi dan ozonasi. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar COD, BOD, dan TSS yang selanjutnya dihitung nilai efisiensinya.

## 2. Metode

### 2.1. Elektrokoagulasi

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan tiga metode yang akan dilakukan. Proses pengolahan limbah dianalisa setelah 0 menit, 45 menit, 60 menit dan 120 menit. Pada proses elektrokoagulasi air limbah ditampung pada bak dan dialirkan arus DC. Elektroda yang digunakan adalah grafit dan aluminium. Proses dilakukan sesuai dengan variabel waktu yang ada.



Gambar 1. Proses elektrokoagulasi

### 2.2. Ozonasi

Pada proses ozonasi air limbah ditampung pada bak dan dilakukan proses ozonasi menggunakan tabung ozon yang dilengkapi ruang sintesa ozon. Proses ozonasi dibantu dengan menggunakan aerator sebagai sumber oksigen. Proses ozonasi dilakukan sesuai dengan variabel waktu yang ada.



Gambar 2. Rangkaian ruang sintesa ozon

### 2.3. Kombinasi Elektrokoagulasi dan Ozonasi

Pada proses elektrokoagulasi yang dikombinasi dengan ozonasi, air limbah ditampung pada bak yang dilengkapi elektroda berupa grafit dan aluminium. Kedua elektroda tersebut dialiri dengan arus sebesar DC. Pada bak pengolahan juga dilakukan proses ozonasi secara bersamaan menggunakan tabung ozon yang dilengkapi ruang sintesa ozon. Proses ozonasi juga dibantu dengan menggunakan aerator sebagai sumber oksigen. Proses ini dilakukan sesuai dengan variabel waktu yang ada.

Parameter yang diuji meliputi *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS). Analisa mengacu pada SNI 06-6989.15-2-2004, SNI 06-6989.72-2009, dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 untuk COD dan BOD serta SK SNI M-03-1989-F untuk parameter TSS.

## 2.4. Cara Kerja Alat

Prototype alat pengolah limbah batik siap untuk digunakan berdasarkan langkah kerja sebagai berikut:

1. Siapkan limbah batik yang akan diolah dengan mengalirkannya ke modul/alat pengolahan limbah.
2. Setelah limbah batik masuk, kemudian operasikan alat dengan menekan sakelar 1 guna melakukan proses elektrokoagulasi.
3. Setelah didapat hasil pengolahan limbah batik tahap 1 melalui proses elektrokoagulasi, buka valve 1 guna melakukan proses filtrasi.
4. Setelah dilakukannya proses filtrasi, maka akan didapatkan hasil pengolahan limbah batik tahap 2 yakni berupa cairan limbah yang sudah cukup jernih dibandingkan sebelumnya.
5. Kemudian tekan sakelar 2 guna melakukan proses ozonasi yang bertujuan lebih menjernihkan dan membunuh bakteri yang terkandung dalam cairan limbah batik tersebut.
6. Setelah dilakukan proses ozonasi, maka cairan limbah siap untuk dibuang ke saluran pembuangan dengan membuka valve 2 guna mengalirkan cairan limbah tersebut.

## 3. Hasil dan Analisa

### 3.1. Karakteristik Limbah Tekstil

Karakteristik limbah sesuai dengan baku mutu yang ada pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 ditunjukkan pada tabel 1.

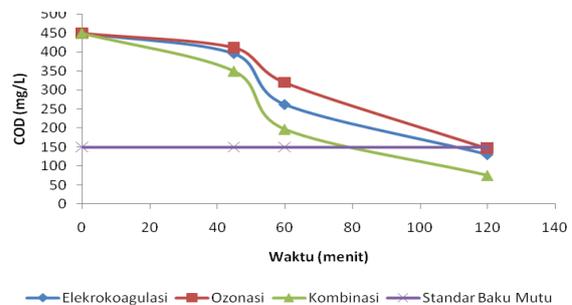
Tabel 1. Baku mutu limbah tekstil

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	pH	-	6,0 – 9,0
2	BOD	mg/L	60
3	COD	mg/L	150
4	TSS	mg/L	50
5	Krom (Cr)	mg/L	1,0
6	Minyak	mg/L	3,0

Tabel 1 menunjukkan baku mutu limbah tekstil yang diperbolehkan untuk dibuang ke sungai. Pada penelitian ini digunakan air limbah tekstil langsung dari sumber pabrik tekstil yang belum dilakukan pengolahan limbah. Limbah tersebut memiliki kandungan karakteristik COD sebesar 450 mg/L, kandungan BOD sebesar 350 mg/L dan TSS sebesar 215 mg/L. Keadaan organoleptik menunjukkan bahwa warna limbah hitam pekat dan memiliki bau yang menyengat. Limbah yang telah dianalisis kemudian dilanjutkan dengan pengujian pada tiga metode, yaitu elektrokoagulasi, ozonasi dan kombinasi elektrokoagulasi dan ozonasi.

### 3.2. Pengaruh Metode Pengolahan Limbah Terhadap Nilai COD

Pengolahan air limbah menggunakan ketiga metode menghasilkan pengaruh yang berbeda pada parameter COD. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 3.

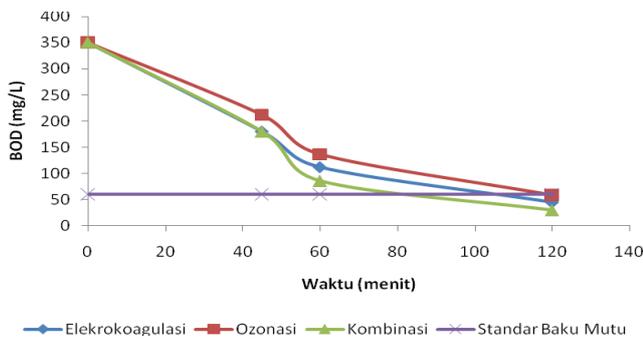


Gambar 3. Hubungan COD terhadap waktu pada berbagai metode pengolahan limbah

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah nilai yang menunjukkan jumlah oksigen untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat pada 1 liter larutan yang dinyatakan dalam satuan mg/L. Menurut Mulia (2005), senyawa organik dalam COD meliputi senyawa yang dapat diolah secara biologis (*biodegradable*) dan tidak dapat diolah secara biologis (*non-biodegradable*). Berdasarkan pada gambar 3, pengolahan limbah dengan menggunakan metode kombinasi antara elektrokoagulasi dan ozonasi menunjukkan penurunan COD menuju standar baku mutu yang lebih efisien. Jika dihitung secara efisiensi, pengolah menggunakan metode elektrokoagulasi memiliki efisiensi sebesar 71,1%, pada metode ozonasi sebesar 67,5 %, dan pada metode kombinasi sebesar 83,2%. Hal ini menunjukkan bahwa metode kombinasi antara elektrokoagulasi dan ozonasi mampu mereduksi waktu pengolahan limbah dalam menurunkan nilai COD dibandingkan dengan dua metode lainnya. Metode kombinasi mampu menurunkan COD lebih cepat dibandingkan dengan dua metode lainnya, hal tersebut dikarenakan dengan adanya penggabungan metode maka terbentuknya flokulan – flokulan akan jauh lebih cepat. Jenis elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah elektroda aluminium yang berperan sebagai sumber ion  $Al^{+3}$  di anoda dan berfungsi sebagai koagulan dalam proses koagulasi – flokulasi yang terjadi di dalam sel tersebut. Sedangkan di katoda terjadi reaksi katodik dengan membentuk gelembung – gelembung gas hidrogen yang berfungsi untuk menaikkan flok – flok tersuspensi yang tidak dapat mengendapkan dalam sel.

### 3.3. Pengaruh Metode Pengolahan Limbah Terhadap Nilai BOD

Pengolahan air limbah menggunakan ketiga metode menghasilkan pengaruh yang berbeda pada parameter BOD. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.

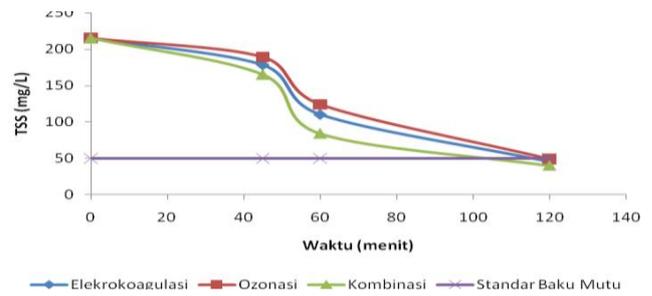


**Gambar 4. Hubungan BOD terhadap waktu pada berbagai metode pengolahan limbah**

BOD atau *Biological Oxygen Demand* adalah karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan mikroorganisme untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam keadaan aerobik. Berdasarkan pada gambar 4, pengolahan limbah dengan menggunakan metode kombinasi antara elektrokoagulasi dan ozonasi menunjukkan penurunan BOD menuju standar baku mutu yang lebih efisien. Jika dihitung secara efisiensi, pengolah menggunakan metode elektrokoagulasi memiliki efisiensi sebesar 87,1%, pada metode ozonasi sebesar 83,1%, dan pada metode kombinasi sebesar 91,4%. Hal ini menunjukkan bahwa metode kombinasi antara elektrokoagulasi dan ozonasi mampu mereduksi waktu pengolahan limbah dalam menurunkan nilai BOD dibandingkan dengan dua metode lainnya. Metode kombinasi mampu menurunkan COD lebih cepat dibandingkan dengan dua metode lainnya, hal tersebut dikarenakan dengan adanya penggabungan metode maka terbentuknya flokulan – flokulan akan jauh lebih cepat. Ozon pada ion ( $O_3$ ) dari hasil ozonisasi tersebut memiliki sifat sterilisasi sehingga partikel limbah cair dapat terurai dengan baik<sup>[4]</sup>

### 3.4. Pengaruh Metode Pengolahan Limbah Terhadap Nilai TSS

Pengolahan air limbah menggunakan ketiga metode menghasilkan pengaruh yang berbeda pada parameter TSS. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 5. Hubungan TSS terhadap waktu pada berbagai metode pengolahan limbah**

TSS atau *Total Suspended Solid* adalah padatan tersuspensi yang terdapat pada limbah dengan ukuran kurang dari 0,45 mikron<sup>[3]</sup>. Material tersuspensi dapat menghalangi cahaya matahari yang masuk ke dalam tanaman air. Berdasarkan pada gambar 5, pengolahan limbah dengan menggunakan metode kombinasi antara elektrokoagulasi dan ozonasi menunjukkan penurunan TSS menuju standar baku mutu yang lebih efisien. Jika dihitung secara efisiensi, pengolah menggunakan metode elektrokoagulasi memiliki efisiensi sebesar 79%, pada metode ozonasi sebesar 77,2 %, dan pada metode kombinasi sebesar 81,3%. Hal ini menunjukkan bahwa metode kombinasi antara elektrokoagulasi dan ozonasi mampu mereduksi waktu pengolahan limbah dalam menurunkan nilai TSS dibandingkan dengan dua metode lainnya.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh perbedaan metode dalam pengolahan air limbah tekstil dapat disimpulkan bahwa metode kombinasi antara proses elektrokoagulasi dengan ozonasi memiliki efisiensi sebesar 85,3% dibandingkan dengan metode elektrokoagulasi yang memiliki efisiensi sebesar 79,06% dan metode ozonasi dengan efisiensi 75,93%. Penggunaan metode kombinasi mampu mereduksi waktu pengolahan sehingga air limbah dapat dibuang ke sungai sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

## Lampiran A



**Rancangan gambar alat pengolah limbah batik**

## **Referensi**

- [1]. Arifin, Fajar., (2019), *Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Ringan Dengan Teknologi Plasma Lucutan Korona*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2]. Mollah, M.Y.A., Schennach, R., J.R. (2001). *Electrocoagulation (EC)-Science and Applications Journal of Hazardous Materoial*, 84, 29 -41.
- [3]. Mulia, R.M., (2005), *Kesehatan Lingkungan*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [4]. Syakur, A., et al. (2009). *Aplikasi Tegangan Tinggi DC Sebagai Pengendapan Debu Secara Elektrostatik*, Universitas Diponegoro, Semarang
- [5]. Yulianto, A., et al. (2009), *Pengolahan Limbar Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*, Universitas Diponegoro, Yogyakarta.