

# Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Jarak Elektroda Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar TSS dan COD pada Limbah Cair Laundry

Shofia Rahmayanti<sup>1</sup>, Muhammad Mujiburohman<sup>2\*</sup>  
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
\*Email: mmujiburohman@ums.ac.id

## Abstrak

### Keywords:

Elektrokoagulasi,  
kecepatan  
pengadukan, jarak  
elektroda, TSS, COD

Industri laundry yang semakin berkembang terutama di pemukiman padat penduduk berpotensi menyebabkan kerusakan lingkungan akibat cukup besarnya limbah yang dihasilkan. Metode koagulasi konvensional lazim diterapkan dalam pengolahan limbah cair. Namun, penambahan bahan kimia sebagai koagulan justru menghasilkan limbah sekunder pada akhir prosesnya. Elektrokoagulasi, koagulasi dengan bantuan arus listrik, dinilai efektif mengatasi limbah cair laundry, tanpa menimbulkan limbah sekunder. Penelitian ini mengolah limbah cair laundry dengan elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium. Pengaruh kecepatan pengadukan (150, 250, 350, 450 rpm) dan jarak elektroda (3 dan 7 cm) terhadap penurunan total suspended solid (TSS) dan chemical oxygen demand (COD) dipelajari. Pada kisaran variabel yang dipelajari, kondisi optimum diperoleh pada kecepatan pengadukan 350 rpm dan jarak elektroda 3 cm, dengan efisiensi penurunan kadar TSS sebesar 72,88% dan efisiensi penurunan kadar COD sebesar 86,08%.

## 1. PENDAHULUAN

Bagi mereka yang sibuk dengan aktivitas di luar rumah, jasa laundry menjadi pilihan untuk menggantikan pekerjaan mencuci. Perkembangan masyarakat yang bertambah modern dan berpikir praktis menyebabkan bisnis ini bermunculan mulai dari skala kecil sampai besar, baik di kota maupun pelosok desa. Bertambahnya industri laundry juga berdampak pada meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan. Apabila konsentrasi kontaminan yang terkandung dalam limbah ini melebihi batas yang ditetapkan, maka akan menimbulkan pencemaran air dan lingkungan. Perairan yang telah tercemar oleh limbah cair ini dapat membahayakan manusia terlebih lagi jika dikonsumsi sehari-hari. Tidak hanya manusia, pencemaran air oleh limbah laundry

sangat mengancam kehidupan akuatik karena tingginya kandungan fosfat, surfaktan, ammonia, nitrogen, turbiditas, total suspended solid (TSS), total dissolved solid (TDS), biological oxygen demand (BOD), dan chemical oxygen demand (COD). Air limbah detergen termasuk polutan berbahaya bagi lingkungan karena mengandung zat alkyl benzene sulphonate (ABS) yang tergolong keras.

Beberapa tahun terakhir ini telah dikembangkan sebuah metode alternatif pengolahan air limbah yang disebut elektrokoagulasi. Metode ini efisien diterapkan untuk pengolahan air limbah yang mengandung logam berat, bahan

## 2. METODE

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial (RAL-faktorial) dengan dua perlakuan. Faktor pertama adalah kecepatan pengadukan (150, 250, 350, dan 450 rpm) dan faktor yang kedua adalah jarak elektroda (3 dan 7 cm). Pengambilan data primer dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta, sedangkan analisis kadar TSS dan COD dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukoharjo.

Peralatan penelitian mencakup gelas beker, hot plate, jerigen, karet hisap, labu ukur, lempeng aluminium, mixer, neraca analitik, pH meter, pipet tetes, pipet volum, power supply, dan selang. Sementara itu, bahan yang digunakan adalah aquades sebanyak 10 L, larutan HCl secukupnya, air limbah sebanyak 20 L, serta larutan NaOH secukupnya. Uji awal karakteristik air limbah laundry mengikuti prosedur uji berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang berlaku, yaitu SNI 06-6989.3-2004 (TSS) dan SNI6989.2:2009 (COD).

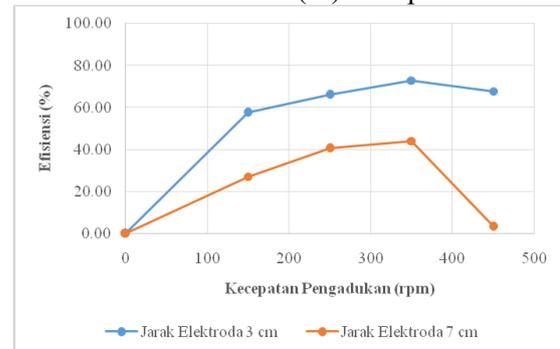
Gelas beaker 2000 mL difungsikan sebagai bak elektrokoagulasi. Gelas beaker dihubungkan dengan mixer dan diletakkan di atas hot plate. Limbah cair laundry sebanyak 1750 mL dimasukkan ke dalam gelas beaker, dan pH dikondisikan 7 dengan penambahan larutan HCl atau NaOH. Sepasang aluminium difungsikan sebagai elektroda, dihubungkan dengan power supply bertegangan 15 Volt. Jarak antar elektroda divariasi 3 dan 7 cm.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

TSS merupakan partikel/padatan yang tertahan pada glass fiber filter dengan ukuran kurang dari atau sama dengan 2 $\mu$ m. Partikel yang dimaksud meliputi baik zat organik maupun anorganik seperti alga, nutrien, dan logam. Hasil pengujian limbah cair laundry sebelum di-treatment memiliki kadar TSS 118 mg/L, dan COD sebesar 1658,360 mg/L. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/10/1995, batas ambang TSS dan COD dalam limbah detergent masing-masing 100 mg/L dan 300 mg/L. Setelah dilakukan treatment variasi kecepatan pengadukan dan

jarak elektroda, terjadi penurunan kadar TSS dengan efisiensi penurunan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Efisiensi Penurunan Kadar TSS (%) Setiap Variasi



Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa efisiensi TSS untuk sampel pretreatment bernilai 0% karena belum diberi perlakuan apapun. Kemudian setelah elektrokoagulasi dijalankan, efisiensi penurunan kadar TSS semakin naik dengan naiknya kecepatan pengadukan, sampai pada titik tertentu, dan mengalami penurunan ketika diberi perlakuan dengan kecepatan pengadukan yang terlalu tinggi. Hal ini dapat dijelaskan dari konsep tumbukan bahwa peningkatan kecepatan pengadukan, di satu sisi, bisa menaikkan frekuensi tumbukan antara koagulan dengan partikel-partikel sekitarnya membentuk flok. Selama proses elektrokoagulasi elektroda Al mengalami oksidasi (melepas elektronnya) menjadi Al<sup>3+</sup> yang kemudian berikatan dengan OH<sup>-</sup> dari air membentuk Al(OH)<sub>3</sub> yang berfungsi sebagai koagulan [10]. Dengan kecepatan pengadukan yang semakin tinggi, gerakan koagulan untuk mengikat polutan melalui tumbukan antar partikel juga akan semakin besar. Hal inilah yang menyebabkan semakin besar kecepatan pengadukan yang dipakai maka akan semakin banyak pula flok yang dihasilkan, yang akhirnya menurunkan kadar TSS. Akan tetapi, jika kecepatan pengadukan terlalu tinggi, tumbukan yang dihasilkan antar partikel justru dapat melepaskan ikatan flokulan dan kembali menjadi partikel-partikel kecil dalam air (suspended solid).

Dari gambar yang sama terlihat bahwa semakin berdekatan elektroda, semakin tinggi efisiensi penurunan TSS. Hal ini terkait

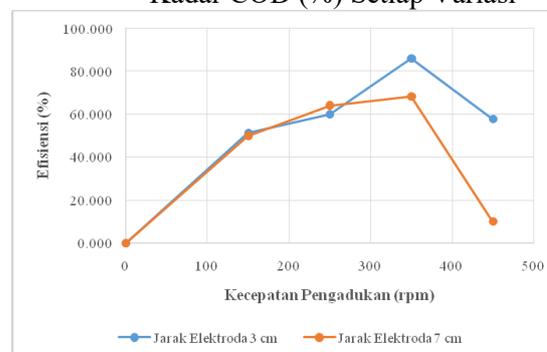
dengan jarak lintasan arus listrik bahwa semakin tinggi panjang lintasan, atau jarak elektroda makin jauh, nilai hambatan listriknya pun semakin besar. Pada beda potensial yang sama, arus listrik yang mengalir semakin kecil sehingga pembentukan koagulan juga semakin kecil. Tetapi, jarak yang terlalu dekat juga beresiko karena jumlah koagulan yang meningkat bisa mengganggu sistem akibat hubungan singkat elektroda [11]. Saat elektroda dipasang pada jarak 3 cm, dengan kecepatan pengadukan 150, 250, dan 350 rpm didapat efisiensi yang semakin tinggi, yakni 57,63%, 66,10%, dan 72,88%. Tetapi, ketika kecepatan pengadukan dinaikkan menjadi 450 rpm, efisiensi mengalami penurunan menjadi 67,80%. Sementara itu, saat elektroda dipasang pada jarak 7 cm, efisiensi penurunan TSS mengikuti pola yang sama dengan ketika elektroda berjarak 3 cm, hanya nilainya lebih rendah yang mana efisiensi tertinggi diperoleh sebesar 44,07%. Pada kedua variasi jarak elektroda, semua titik optimum didapat saat kecepatan pengadukan 350 rpm.

Jika dibandingkan dengan batas ambang TSS yang disyaratkan Kementerian Negara Lingkungan Hidup (100 mg/L), metode elektrokoagulasi ini terbukti berhasil mengatasi excess TSS bahkan pada efisiensi penurunan terkecil sebelum titik optimal sekalipun (27,12%), yang mana TSS limbah menjadi sekitar 86 mg/L.

COD menunjukkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi. Pengaruh kecepatan pengadukan dan jarak elektroda terhadap penurunan COD ditunjukkan pada Gambar 2. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap efisiensi penurunan COD mirip dengan terhadap efisiensi penurunan TSS, bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan sampai titik tertentu, semakin tinggi efisiensi penurunan COD. Kemiripan ini terjadi karena bahan-bahan yang bisa dioksidasi secara kimiawi sebagian juga berbentuk suspended solid yang keberadaannya dipengaruhi seberapa banyak yang terikat koagulan Al(OH)<sub>3</sub>. Pada kecepatan pengadukan rendah (150, 250 rpm) jarak antar elektroda tidak begitu mempengaruhi efisiensi penurunan COD. Baru setelah kecepatan pengadukan dinaikkan ke 350 rpm, pengaruh jarak

elektroda terhadap efisiensi penurunan COD mulai terlihat, dan jarak 3 cm lebih efektif dari 7 cm. Dapat dilihat dalam tabel 2.

**Gambar 2.** Efisiensi Penurunan Kadar COD (%) Setiap Variasi



Pada jarak elektroda 3 cm, dengan kecepatan pengadukan 150, 250, dan 350 rpm didapat efisiensi penurunan COD sebesar 51,30%, 60,14%, dan 86,08%. Namun ketika kecepatan pengadukan dinaikkan menjadi 450 rpm, efisiensi penurunan COD turun menjadi 57,85%. Kecenderungan yang sama terjadi saat elektroda dipasang pada jarak 7 cm, dengan nilai yang lebih rendah, efisiensi penurunan COD yang optimal terjadi pada kecepatan pengadukan 350 rpm. Berbeda dengan kondisi awal TSS, limbah cair laundry yang digunakan memiliki COD jauh di atas ambang batasnya. Perlu pengolahan elektrokoagulasi secara berseri untuk menghasilkan limbah laundry yang COD-nya memenuhi syarat.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian pengolahan limbah cair laundry telah dilakukan. Terbukti bahwa kecepatan pengadukan dan jarak antar elektroda mempengaruhi efisiensi penurunan TSS dan COD limbah cair laundry. Secara umum, semakin tinggi kecepatan pengadukan dan semakin dekat jarak antar elektroda, semakin tinggi pula efisiensi penurunan TSS dan COD. Terdapat titik optimal untuk kecepatan pengadukan, yang mana penurunan efisiensi TSS dan COD tertinggi diperoleh pada kecepatan pengadukan 350 rpm. Titik optimal untuk kedua variabel yang dipelajari diperoleh pada kecepatan pengadukan 350 rpm dan jarak antar elektroda 3 cm, dengan efisiensi penurunan kadar TSS sebesar 72,88% dan

efisiensi penurunan kadar COD sebesar 86,08%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardiyanto, P. and Yuantari, M. G. C. (2016) 'Analisis Limbah Laundry Informal Dengan Tingkat Pencemaran Lingkungan', *Jukung*, 2(1), pp. 1–12.
- [2] Nurajijah, L., Harjunowibowo, D. and Radiyono, Y. (2014) 'Pengaruh Variasi Tegangan pada Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Proses Elektrolisis', *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 4(1), pp. 31–35.
- [3] Wicheisa, F. V., Hanani, Y. and Astorina, N. (2018) 'Penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada limbah cair laundry orens tembalang dengan berbagai variasi dosis karbon aktif tempurung kelapa', 6
- [4] Febrianda, E. (2018) 'Jurnal Efektivitas Penggunaan Biofilter dengan Proses Anaerob, Aerob Dan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Untuk Menurunkan Kadar TSS, TDS pada Limbah Cair Laundry'.
- [5] Apriyani, N. (2017) 'Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry', *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), pp. 37–44. doi:10.33084/mitl.v2i1.132.
- [6] Pulkka, S. *et al.* (2014) 'Electrochemical Methods for The Removal of Anionic Contaminants From Water - A review', *Separation and Purification Technology*. Elsevier B.V., 132, pp. 252–271. doi: 10.1016/j.seppur.2014.05.021.
- [7] Cahyanti, E. D. and Marwati, S. (2017) 'Optimasi Kondisi Elektrokoagulasi Ion Logam Timbal (Pb) dalam Limbah Cair Elektroplating Optimization Of The Conditions of Electrocoagulation Metal Ions Lead (Pb) in The Electroplating Wastewater', *Jurnal kimia dasar*, 6(Ii), pp. 143–150.
- [8] Dura, A. and Sc, M. (2013) 'Electrocoagulation for Water Treatment: the Removal of Pollutants using Aluminium Alloys, Stainless Steels and Iron Anodes Table of Contents', (August).
- [9] Dura, A. (2013) 'Electrocoagulation for Water Treatment: the Removal of Pollutants using Aluminium Alloys, Stainless Steels and Iron Anodes', (August), pp. 1–306. Available at: <http://eprints.maynoothuniversity.ie/6744/1/adelaide-dura.pdf>
- [10] Setianingrum, N. P. (2016) 'Pengaruh Tegangan dan Jarak Antar Elektroda terhadap Pewarna', 1(2), pp. 93–97.
- [11] Edy Saputra\*, F. H. (2016) 'Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan Effluent the Effect of Inter Electrode Distance on', 5(4) pp. 33–38.