

Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Laundry

Tenny Rizki Kurniati¹, Muhammad Mujiburohman^{2*}

^{1,2}Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: mmujiburohman@ums.ac.id

Abstrak

Keywords:
**Elektrokoagulasi,
laundry, beda
potensial, waktu
kontak, TSS- COD**

Laundry adalah salah satu bisnis rumah tangga yang berkembang pesat, yang bergerak di bidang jasa pencucian. Namun, limbah cair yang dihasilkan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, karena mengandung kontaminan fosfat, surfaktan, TSS, TDS, kekeruhan, BOD5, dan COD yang tinggi. Salah satu metode yang cukup efektif menangani limbah cair laundry adalah elektrokoagulasi, yaitu koagulasi dengan difasilitasi elektroda tertentu yang dialiri listrik, yang menghasilkan bahan koagulan. Penelitian ini mengolah limbah cair laundry dengan elektrokoagulasi menggunakan elektroda aluminium, yang dioperasikan pada pH 7, suhu antara 28-30°C, kecepatan pengadukan 165 rpm, dan jarak elektroda 7 cm. Pengaruh perlakuan beda potensial (15 ; 22,5 ; 30 volt) dan waktu kontak (30; 45; 60 menit) terhadap perubahan kadar COD dan TSS dipelajari. Kondisi optimal diperoleh pada beda potensial 30 Volt selama 60 menit dengan efisiensi penurunan COD sebesar 88,69% dan 81,82% untuk TSS.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri sangat pesat, baik industri skala besar maupun skala kecil. Diantara industri kecil yang banyak bermunculan belakangan ini adalah usaha-usaha laundry [1]. Laundry telah berkembang menjadi kegiatan bisnis yang bergerak di bidang jasa pencucian pakaian. Kegiatan laundry menggunakan deterjen sebagai bahan pembantu untuk membersihkan pakaian, karpet, dan alat-alat rumah tangga lainnya [2]. Namun, limbah cair yang dihasilkan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, karena mengandung bahan kimia dengan konsentrasi yang tinggi antara lain fosfat, surfaktan, amoniak, nitrogen serta kadar padatan tersuspensi (total suspended solid, TSS) maupun terlarut (total dissolved solid, TDS), kekeruhan, BOD5, dan COD. Apabila tidak dilakukan pengolahan, limbah cair laundry ini

dapat mencemari badan air, mematikan kehidupan akuatik, dan memiliki efek samping yang kurang baik pada kesehatan manusia [3].

Ada beberapa metode untuk mengolah limbah cair buangan termasuk limbah cair dari tempat pencucian seperti koagulasi, filtrasi membran, reverse osmosis, elektrooksidasi, elektrofon, dan elektrokoagulasi. Di antara semua teknologi pengolahan yang ada, elektrokoagulasi diakui secara luas karena prosesnya yang sederhana, efektivitas biaya, mudah selama proses pembentukan, dan lebih sedikit menghasilkan produk sampingan [4]. Metode elektrokoagulasi menggunakan prinsip dasar reaksi reduksi dan reaksi oksidasi (redoks). Pada suatu sel elektrokoagulasi, reaksi oksidasi terjadi di elektroda positif (+) yaitu anoda, sedangkan

reduksi terjadi di elektroda negatif (-) yaitu katoda [5].

Elektrokoagulasi dapat digunakan secara luas untuk pengolahan limbah cair buangan dari industri pengolahan makanan dan minyak, penyamakan kulit, tekstil, pulp and paper, dan lainnya. Elektrokoagulasi berhasil digunakan untuk mengolah limbah minyak, dengan efisiensi pembuangan mencapai 99%. Keberhasilan yang sama diperoleh dalam pengolahan larutan yang mengandung zat pewarna, air minum, air limbah di perkotaan dan rumah makan, serta air yang mengandung nitrat atau fluor. Elektrokoagulasi juga cukup efektif dalam mengurangi COD dari limbah cair [4].

Dengan mempertimbangkan jenis kandungan kontaminan dalam limbah cair laundry, penelitian ini mempelajari pengolahan limbah cair laundry dengan metode elektrokoagulasi. Secara khusus, pengaruh beda potensial dan waktu kontak terhadap efisiensi penurunan COD dan TSS diinvestigasi.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental, menggunakan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial (RAL-faktorial) dengan dua perlakuan variabel bebas. Faktor atau perlakuan pertama adalah beda potensial (15; 22,5; 30 Volt), dan faktor yang kedua adalah waktu kontak (30; 45; 60 menit). Variabel tergantung adalah kualitas limbah yang diukur dari kadar COD dan TSS. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta, sedangkan analisis kadar COD dan TSS sampel dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukoharjo.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi botol timbang, gelas beker, gelas ukur, jerigen, karet hisap, labu ukur, lempeng alumunium, mixer, neraca analitik, pH meter, pipet tetes, pipet volum, power supply, selang, dan termometer. Sementara itu, bahan yang digunakan adalah aquades sebanyak 10 L, air limbah sebanyak 20 L, serta larutan NaOH dan HCl secukupnya.

Cara untuk uji pendahuluan karakteristik air limbah laundry dilakukan dengan metode

gravimetri mengikuti prosedur berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang berlaku yaitu SNI 06-6989.3-2004 (TSS) dan SNI6989.2:2009 (COD).

Elektrokoagulasi yang digunakan adalah air limbah sebanyak 2000 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 2000 mL yang berfungsi sebagai bak elektrokoagulasi. Kemudian diatur pH air sampel hingga mencapai 7, menggunakan larutan NaOH atau HCl secukupnya. Selanjutnya gelas beker dihubungkan dengan mixer. Elektroda yang digunakan adalah pasangan alumunium yang dihubungkan dengan power supply. Jarak antar elektroda diatur sebesar 7 cm. Mixer dihidupkan dengan kecepatan pengadukan 165 rpm, dan power supply dengan variasi beda potensial (15; 22,5; 30 Volt). Pengadukan dilakukan dengan variasi waktu kontak selama (30; 45; 60 menit). Setelah selesai, mixer dan power supply dimatikan. Kemudian air limbah dipisahkan dari flok menggunakan bantuan selang dan karet hisap. Sampel yang didapatkan disimpan di dalam jerigen berukuran 4 L, yang selanjutnya akan dilakukan uji analisis COD dan TSS.

Uji Analisis Post-Treatment

Air sampel yang telah dipisahkan dari flok, kemudian dianalisis dan dihitung penurunan kadar COD dan TSS-nya. Kedua parameter ini diukur mengikuti prosedur berdasarkan Standar Nasional Indonesia yang berlaku yaitu SNI 06-6989.3-2004 (TSS) dan SNI6989.2:2009 (COD).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Variasi Treatment terhadap Penurunan Kadar COD

Chemical oxygen demand atau COD menunjukkan jumlah oksigen terlarut (mg O₂) yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K (kalium dikromat) biasanya digunakan sebagai sumber oksigen [6]. Hasil pengujian sampel limbah cair laundry sebelum di-treatment memiliki kandungan COD dan TSS masing-masing sebesar 1658,36 mg/L dan 118 mg/L, dan keduanya melebihi ambang batas yang diizinkan Kementerian Negara Lingkungan Hidup (300 mg/L untuk COD dan 100 untuk TSS). Hasil penelitian pengaruh

beda potensial dan waktu kontak terhadap efisiensi penurunan COD ditunjukkan pada Gambar 1. Terlihat bahwa beda potensial dan waktu kontak mempengaruhi efisiensi penurunan COD, yang mana semakin besar beda potensial dan semakin lama waktu kontak, semakin tinggi efisiensi penurunan COD. Pada beda potensial 15 Volt dengan waktu kontak (30; 45; 60 menit) didapatkan efisiensi penurunan COD sebesar 31,90%; 33,10%; dan 38,59%. Dapat dilihat pada gambar 1.

Kenaikan beda potensial 50% (menjadi 22,5 Volt) hanya menaikkan efisiensi penurunan COD rata-rata sebesar 4,35%. Tetapi, dengan menaikkan beda potensial 100% (menjadi 30 volt) efisiensi penurunan COD meningkat signifikan menjadi 58,81%; 75,32%; dan 88,69% masing-masing selama waktu kontak 35, 45, dan 60 menit.

Kenaikan beda potensial meningkatkan frekuensi arus listrik, menyebabkan lebih banyak pelepasan elektron dan Al^{3+} ke limbah cair. Ion Al^{3+} yang dilepaskan dari anoda dapat bereaksi dengan ion OH^- dan koloid-koloid yang bermuatan negatif membentuk $Al(OH)_3$ yang bisa berperan sebagai koagulan. Koagulan $Al(OH)_3$ mengikat partikel-partikel koloid sekitarnya membentuk flok-flok. Adapun reaksi reduksi yang terjadi pada katoda menghasilkan gas H_2 yang membawa koloid-koloid zat pengotor naik ke air limbah (proses flotasi). Semakin lama proses elektrokoagulasi berlangsung maka akan semakin banyak koloid-koloid yang terikat membentuk flok-flok berukuran besar, atau yang terflotasi ke atas. Akibat banyaknya flok-flok yang terbentuk dan partikel-partikel ringan yang terflotasi, maka terjadi proses penurunan konsentrasi COD dalam badan air.

3.2. Pengaruh Variasi Treatment terhadap Penurunan Kadar TSS

Total suspended solid (TSS) adalah jumlah material padat tersuspensi dalam suatu volume cair tertentu. TSS sendiri mencerminkan jumlah kepekatan padatan dalam sampel air. Gambar 2 menunjukkan data pengaruh beda potensial dan waktu kontak terhadap efisiensi penurunan TSS. Secara garis besar, kedua perlakuan memberikan pengaruh yang sama seperti halnya terhadap COD, bahwa semakin tinggi

beda potensial dan semakin lama waktu kontak menaikkan efisiensi penurunan TSS. Kecenderungan tersebut juga berdasarkan alasan yang sama, yaitu efek pembentukan koagulan dan proses flotasi. Agak berbeda dengan pengaruh terhadap COD, beda potensial 15 Volt dan 22,5 Volt memberikan efisiensi penurunan TSS yang signifikan berbeda. Pada beda potensial 15 volt dengan waktu kontak (39 ; 45 ; 60 menit) didapatkan efisiensi penurunan TSS sebesar 49,28%; 56,94%; dan 66,51%. Sementara, pada beda potensial 22,5 Volt dengan waktu kontak yang sama didapatkan efisiensi penurunan sebesar 50,24%; 74,16%; dan 78,95%. Perbedaan signifikan ini logis karena TSS mencakup semua partikel yang tersuspensi dalam air, tidak hanya yang bisa dioksidasi sebagaimana COD. Dapat dilihat dalam tabel 2.

Pada beda potensial 30 Volt efisiensi penurunan TSS relatif konstan sebesar 80,86%; 80,86%; dan 81,82%. Hal ini dimungkinkan setelah waktu kontak 30 menit, pelepasan ion Al^{3+} ke dalam larutan sudah minimal karena keterbatasan aluminium di sisi anoda.

Kedua perlakuan terbukti berhasil menurunkan kadar TSS sampai di bawah ambang batasnya. Tetapi, untuk COD, meski dapat diturunkan, penurunannya belum sampai menyebabkan kadarnya di bawah ambang batas. Perlu elektrokoagulasi bertingkat untuk memenuhi kadar COD yang disyaratkan.

4. KESIMPULAN

Penelitian pengolahan limbah cair laundry dengan metode elektrokoagulasi berelektroda aluminium telah dilakukan. Pengaruh beda potensial dan waktu kontak terhadap efisiensi penurunan COD dan TSS diinvestigasi. Terbukti bahwa beda potensial

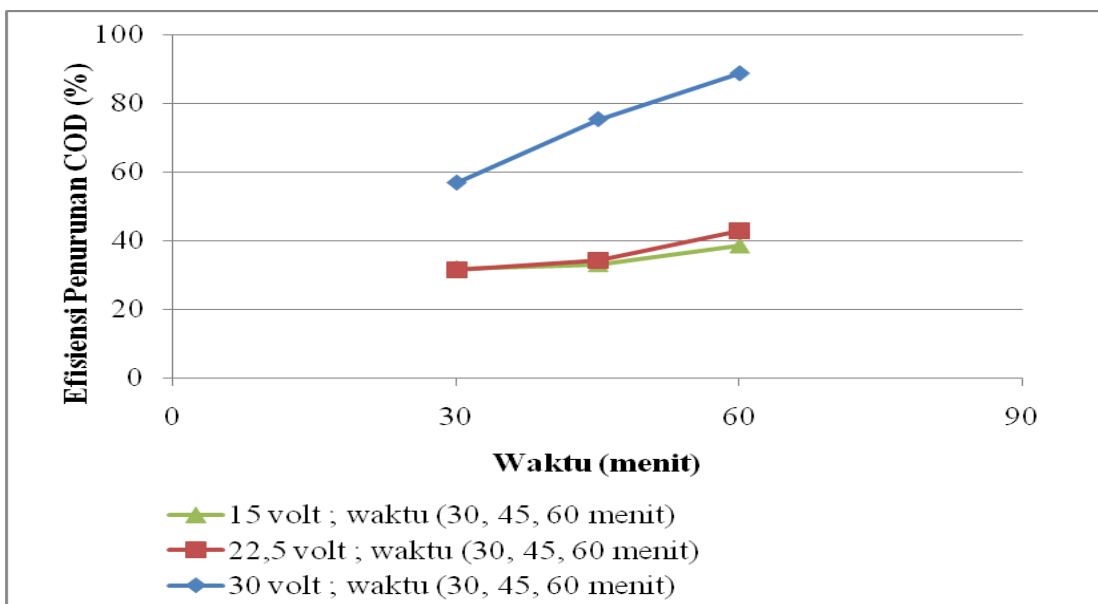
REFERENSI

- [1] Putri, M. H., Jazuli, N. and Dangiran, H. L. (2016) 'Perbedaan Efektivitas Constructed Wetlandssubsurface Flow System dan Free water Surface pada Tanaman Cattail Untuk Menurunkan BOD, COD dan Fosfat Limbah Laundry di Kelurahan Tembalang,

- Kota Semarang, Jurnal kesehatan masyarakat, 4(5), pp. 18–27.
- [2] Dewi, F., Faisal, M. dan Mariana (2015) 'Efisiensi Penyerapan Fosfat Limbah Laundry Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* forsk) dan Jeringau (*Acorus calamus*)', Jurnal Teknik Kimia USU, 4(1), pp. 7–10.
- [3] Febrianda, E., Sampe, H., dan Eko, P. (2018) 'Efektivitas Penggunaan Biofilter dengan Proses Anaerob, Aerob, Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Menurunkan Kadar TSS, TDS pada Limbah Cair Laundry'.
- [4] Gomes, A.J., Kamol K. D., Sadia A. J., and David L. C. (2016) 'Treatment of truck wash water using electrocoagulation', *Desalination and Water Treatment*, 57(54), pp. 25991–26002. doi: 10.1080/19443994.2016.1159250.
- [5] Ashari, Dedik B., dan Dedi S. (2015) 'Efektivitas Elektroda pada Proses Elektrokoagulasi untuk Pengolahan Air Asam Tambang', *Jurnal Penelitian Sains*, 17(2), pp. 45–50.
- [6] Valentina A. E., Siti S. M., dan Latifah (2013) 'Pemanfaatan Arang Eceng Gondok dalam Menurunkan Kekeruhan, COD, BOD pada Air Sumur', *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2), pp. 85-89.

Lampiran :

Gambar 1. Efisiensi Penurunan Kadar COD (%) Setiap Variasi



Gambar 2. Efisiensi Penurunan Kadar TSS (%) Setiap Variasi

