

Aplikasi Teknik Elektrokoagulasi pada Penjernihan Air Sungai Pepe Surakarta Menuju Standar Baku Mutu Air Bersih

The Application of Electrocoagulation Method for Water Purification of River Pepe Surakarta toward Clean Water Quality Standarts

Wisnu A. A. Sudjarwo, Dikha Indra P. C. Utami, Puti Pertiwi, Dhenada Ayu D. Respitasi, Atika Sari B. N., Kriscylla S. Arum
Fakultas Teknik, Universitas Setia Budi

*Corresponding author: wisnuarfian@gmail.com

ABSTRAK

Teknik elektrokoagulasi telah banyak digunakan untuk treatment limbah dan air yang memberikan hasil cukup baik. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar pencemaran air sungai Pepe Surakarta dengan teknik elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan proses destabilisasi suspensi, emulsi dan larutan yang mengandung kontaminan dengan cara mengalirkan arus listrik melalui air, menyebabkan terbentuknya gumpalan yang mudah dipisahkan. Pada kajiannya, pengujian yang dilakukan adalah dengan membedakan voltase 4,5; 6; 7,5; 9; 12 dan secara umum standar baku air bersih tercapai dengan efisiensi penurunan kadar kontaminan antara 82% sampai 100%.

Kata kunci: elektrokoagulasi, Sungai Pepe, destabilisasi suspensi

ABSTRACT

Electrocoagulation is well-known method that used to treat either water or wastewater which giving adequate enough result. The study aimed to reduce water pollutant on river Pepe Surakarta using electrocoagulation method. Electrocoagulation involved suspension destabilisation, emulsion and solution containing contaminants by supporting electric current through water, causing formation of flock that easily separated. In this study, tests carried out which distinguished voltages on 4.5; 6; 7.5; 9; 12, respectively and in general, clean water standard was achieved with the results of reducing contaminant efficiency levels by approximately 82 % to 100 %.

Keywords: electrocoagulation, river Pepe, suspension destabilisation

PENDAHULUAN

Sungai Pepe merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Surakarta. Aliran Sungai Pepe dimulai dari aliran setelah Bendung Tirtonadi. Dewasa ini, kualitas air Sungai Pepe menurun menurut parameter Badan Lingkungan Hidup Surakarta (BLH) peruntukkan air untuk kelas 1 sebagai air bersih. Hal ini dikarenakan adanya pencemaran dari limbah kegiatan pertanian, industri tekstil, kegiatan domestik, dan rumah sakit.

Lain hal, metode untuk penanganan limbah yang cukup sederhana dan murah serta memberikan hasil yang cukup baik adalah elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan proses kompleks yang melibatkan fenomena kimia dan fisik dengan menggunakan elektroda untuk menghasilkan ion yang digunakan untuk mengolah air limbah, yang mana pada anoda terjadi pelepasan koagulan aktif berupa ion logam ke dalam larut-

an, sedangkan pada katoda terjadi reaksi elektrolisis berupa pelepasan gas hidrogen (Samudro dan Junaidi (2012), Holt *et al.*, 2015). Prinsip dasar dari elektrokoagulasi adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Dalam suatu sel elektrokoagulasi, peristiwa oksidasi terjadi pada anoda, sedangkan reduksi terjadi di katoda. Yang terlibat reaksi dalam elektrokoagulasi selain elektroda adalah air yang diolah yang berfungsi sebagai larutan elektrolit.

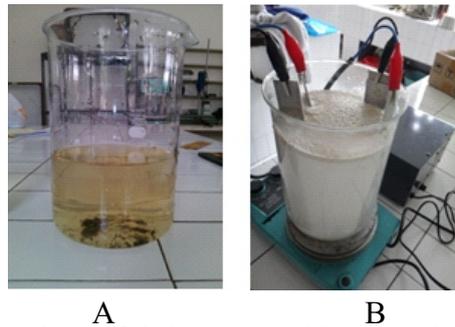
Pada kajian yang dilakukan Prabowo, dkk., (2012) menyatakan bahwa pengolahan limbah cair yang mengandung minyak dengan proses elektrokoagulasi menghasilkan penurunan COD sebesar 29,83%, total penurunan konsentrasi COD sebesar 223,45 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 317,53 mg/L. Bahkan review Butler *et al.*, (2011) dan Siringi *et al.*, (2012) menegaskan bahwa teknik elektrokoagulasi dapat menurunkan

hampir seluruh kadar cemaran dalam limbah, seperti limbah domestik, industri, logam berat, organik dan anorganik, dan pertanian. Pada penelitian ini, elektrokoagulasi digunakan untuk menurunkan kadar cemaran berdasar parameter air bersih dari Sungai Pepe Surakarta.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan adalah batch Bahan utama yang digunakan adalah sampel air Sungai Pepe Surakarta. Pengambilan sampel dilakukan

di Kelurahan Gilingan. Variabel yang diamati adalah voltase atau tegangan yaitu 4,5; 6; 7,5; 9; dan 12 volt dan dielektrolisis dengan waktu kontak selama 30 menit. Elektroda yang digunakan adalah logam alumunium dan bekas yang didapat dari pengrajin logam di daerah Semanggi, Surakarta. Selanjutnya kedua elektroda tersebut dialiri arus listrik searah. Penentuan kekeruhan menurut metode uji SNI 06-6989.25-2004, warna menurut metode uji SNI 06-6989.24-2004, kadar besi menurut metode uji SNI 06-6854-



Gambar 1. Proses elektrokoagulasi A. Sebelum proses elektrokoagulasi, B. Proses elektrokoagulasi



Gambar 2. Hasil elektrokoagulasi

Tabel 1. Standar baku mutu air bersih dan hasil uji sebelum di elektrokoagulasi

	Kadar maksimum (Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990)	Sampel sebelum diproses
Bau	Tak berbau	Berbau
Rasa	Tak berasa	Tak berasa
Suhu	Suhu udara \pm 3°C	30,00
Kekeruhan	5 NTU	29,27
Warna	15 TCU	116,00
pH	6,5 – 8,5	7,2
Daya Hantar Listrik		866,00
Karbon dioksida bebas		64,68
Karbon dioksida agresif		0,00
Alkalinitas		
a) Phenol phtalein		0,00
b) Total		600,36
c) Hidroksida (OH ⁻)		0,00
d) Karbonat (CO ₃ ²⁻)		0,00
e) Bikarbonat(HCO ₃ ⁻)		600,36
Kesadahan	500 mg/L	209,90
Kalsium		57,82
Magnesium (Mg)		15,88
Besi (Fe)	0,3 mg/L	1,53
Mangan (Mn)	0,4 mg/L	0,74
Nitrit (NO ₂)	3 mg/L	0,10
Zat Organik	10 mg/L	27,07
Klorida (Cl)	250 mg/L	76,21
Sulfat (SO ₄)	250 mg/L	52,38

2002 dan zat organik menurut metode uji SNI 06-6989.22-2004 (Gambar 1 dan 2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis yang dilakukan sebelum proses elektrokoagulasi ditampilkan pada Tabel 1. Parameter penentu baku mutu air bersih yang ditentukan adalah kekeruhan, warna, besi dan zat organik sebelum perlakuan yang dikomparasi dengan hasil analisis setelah elektrokoagulasi.

Perlakuan elektrokoagulasi menghasilkan data penurunan kekeruhan, warna, besi dan zat organik yang ditampilkan pada Gambar 3, 4, 5, dan 6 secara berurutan. Terlihat penurunan yang signifikan dari parameter yang diamati

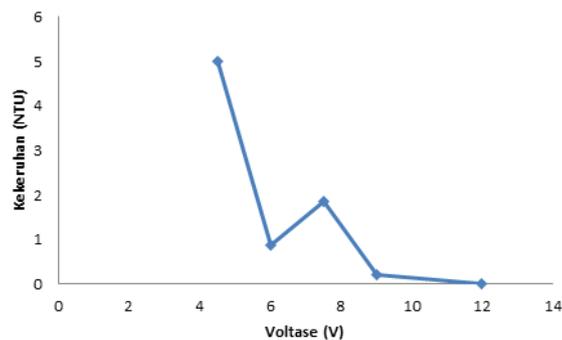
Kekeruhan dan Warna

Pengukuran perubahan kekeruhan air dilakukan dengan menggunakan turbidimetri dengan satuan NTU (*Nepnelometrik Turbidity Units*). Kekeruhan adalah hasil dari banyaknya suspensi tak larut yang berada di dalam air.

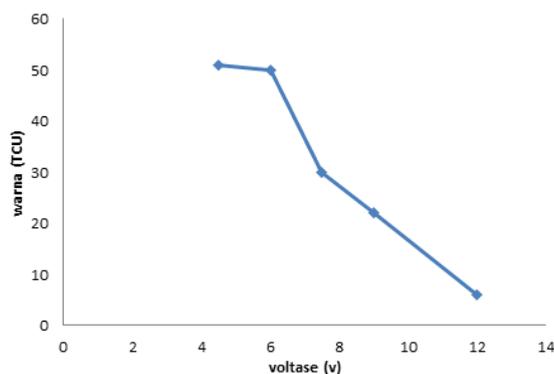
Dari Gambar 3 kekeruhan air semakin berkurang dengan bertambahnya voltase yang di-

gunakan untuk elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi akan terjadi pembentukan $Al(OH)_3$ yang semakin besar. $Al(OH)_3$ merupakan senyawa koagulan yang berperan sebagai bahan penggumpal dan penyerap berbagai polutan baik organik maupun anorganik yang terdapat dalam air limbah, sehingga membentuk senyawa kompleks dengan berat molekul yang lebih besar dan mudah diendapkan. Dengan demikian semakin banyak endapan yang terbentuk menyebabkan penurunan jumlah polutan air semakin berkurang dan air akan menjadi jernih (Sutanto, dkk. 2011). Peningkatan penurunan kekeruhan berhubungan dengan peningkatan penurunan warna hal itu dapat terlihat dari Gambar 4. Secara garis besar – meski terjadi anomali – penurunan warna terjadi dengan baik meski tidak selaras dengan grafik kekeruhan. Hal tersebut dimungkinkan karena warna dari air adalah sejati, sedangkan kekeruhan perpaduan antara warna sejati dan padatan terlarut atau tersuspensi.

Dari Gambar 3 dapat disimpulkan dengan voltase 12 volt dengan waktu 30 menit didapatkan kekeruhan sebesar 0 NTU. Sampel yang



Gambar 3. Grafik penurunan kekeruhan terhadap variasi voltase



Gambar 4. Grafik penurunan warna terhadap variasi voltase

diuji sebelum diproses didapatkan kekeruhan sebesar 29,27 NTU. Dengan demikian hasil 12 volt dengan waktu 30 menit menurunkan 100% .

Warna air limbah dapat dibedakan menjadi dua, yaitu warna sejati dan warna semu. Warna yang disebabkan oleh warna organik yang mudah larut, beberapa ion logam ini disebut warna sejati. Jika air mengandung kekeruhan atau adanya bahan tersuspensi oleh penyebab warna sejati maka warna tersebut dikatakan warna semu karena adanya bahan-bahan tersuspensi termasuk koloid (Sutanto, dkk., 2011). Dari Gambar 4, metode elektrokoagulasi dapat menurunkan konsentrasi warna dengan hasil yang optimum pada voltase 12 volt dengan waktu 30 menit dengan hasil 6 TCU dan memiliki efisiensi sebesar 94%.

Besi

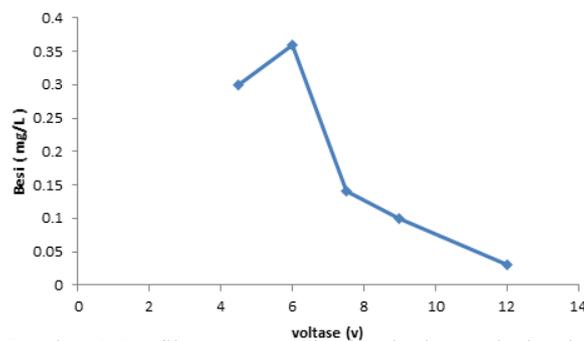
Berdasar parameter kadar besar, teramati penurunan di setiap voltase yang diujicobakan, yakni 4,5; 6; 7,5; 9 dan 12 volt dengan kadar 0,3; 0,36; 0,14; 0,1 dan 0,03 mg/l. Hal ini disebabkan oleh terjadinya peningkatan pembentukan $Al(OH)_3$ pada waktu proses semakin lama dijalankan (arus yang digunakan semakin ditingkatkan). Dalam hal ini $Al(OH)_3$ merupakan senyawa koagulan yang berperan sebagai bahan

penggumpal dan berinteraksi dengan ion Fe (besi) dalam air limbah, sehingga membentuk senyawa kompleks dengan berat molekul yang lebih besar dan mudah diendapkan. Alumunium hidroksida akan bereaksi dan terpresipitasi sehingga proses dari koagulasi, adsorpsi, presipitasi hingga floatasi adalah satu rangkaian dari elektrokoagulasi (Ozyonar and Karagozoglu, 2011). Besi dapat menimbulkan kerusakan dinding usus, dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru – paru, hal tersebut dapat terjadi jika besi memiliki kosentrasi yang tinggi dengan batas 1 mg/L

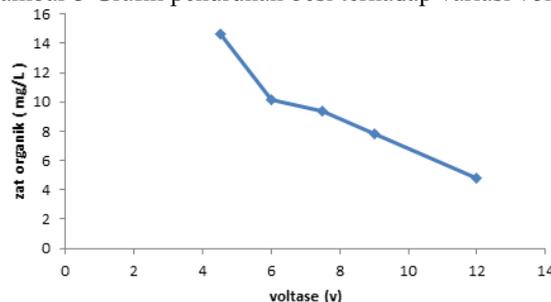
Dari Gambar 5, seluruh voltase yang digunakan sudah menghasilkan kosentrasi di bawah kosentrasi awal sebesar 1,53 mg/l. Penyisihan terbaik untuk voltase 12 Volt adalah sebesar 98%.

Zat Organik

Adanya zat organik dalam air tersebut menunjukkan bahwa air tersebut telah tercemar oleh kotoran manusia, hewan maupun sumber yang lainnya. Makin banyak zat organik yang masuk dan tinggal pada lapisan aerobik akan makin besar pula kebutuhan oksigen bagi mikroba yang mendekomposisi. Kadar zat organik dalam air tidak diperbolehkan karena menimbulkan



Gambar 3 Grafik penurunan besi terhadap variasi voltase



Gambar 4. Grafik penurunan zat organik terhadap variasi voltase

warna, bau dan rasa yang tidak diinginkan dan mungkin bersifat toksik baik secara langsung maupun setelah bersenyawa dengan zat yang lainnya.

Berdasar Gambar 6, zat organik mengalami penurunan dari setiap voltase yang digunakan dari voltase 7,5 sampai 12 volt. Penyisihan terbaik zat organik menggunakan teknik elektrokoagulasi adalah 82%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian metode elektrokoagulasi dengan voltase 12 volt dengan waktu 30 menit mampu menurunkan konsentrasi kekeruhan sebesar 100%, warna sebesar 94%, besi sebesar 98% dan zat organik sebesar 82%. Untuk pengujian parameter air bersih, perlu ditambahkan parameter COD dan BOD yang difungsikan untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan teknik ini pada peningkatan mutu air Sungai Pepe Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Butler, E., Hung, Y., Yeh, R. Y., and Al Ahmad, M. S., 2011, Electrocoagulation in Wastewater Treatment, *Water*, 3: 495-525
- Holt, P.K., Barton, G. W., Mark, M., And Mitchell, C.A, 2005, The Future For Electrocoagulation as A Localised Water Treatment Technology, *Chemosphere*. 59:335-365.
- Ozyonar, F., and Karagozoglu, B., 2011, Operating Cost Analysis and Treatment of Domestic Wastewater by Electrocoagulation using Aluminium Electrodes, *Polish J. Of Environ. Stud.*, 20 (1) :173 – 179.
- Permenkes RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat pengawasan kualitas air.
- Prabowo, A., Basrori, G. H., dan Purwanto, 2012, *Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi*, Universitas Diponegoro.
- Samudro, G., dan Junaidi, J, 2012, *Studi Penurunan Kosentrasi Nikel Dan Tembaga Pada Limbah Cair Elektrokoagulasi*. Universitas Diponegoro.
- Siringi, D. O., Home, P., Chacha, J. S., and Koehn, E., 2012, Is Electrocoagulation (EC) a Solution to The Treatment of Wastewater and Providing Clean Water for Daily Use, *ARNP J. Eng. Appl. Sci.*, 7 (2) : 197 – 2014
- Sutanto, Widjajanto D., Hidjan, 2011. *Penurunan Kadar Logam Berat dan Kekeruhan Air Limbah Menggunakan Proses Elektrokoagulasi*. Politeknik Negeri Jakarta.