

PENGARUH PERUBAHAN ARUS LISTRIK TERHADAP PENURUNAN KADAR LEMAK DAN MINYAK DALAM AIR LIMBAH MELALUI PROSES ELEKTROKOAGULASI

Sutanto¹, Danang Wijayanto², Hidjan³
Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta^{1,2}
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta³
Kampus Baru Universitas Indonesia Depok, 16425
E-mail : stanto09@gmail.com

ABSTRACT

Based on the Regulation of the Minister of Health of Indonesia No.907/Menkes/SK/VII/2002 mentioned that the security environment for maximum content of heavy metals in waste water are: 0.03 mg / l for copper (Cu), 0.2 mg / l for aluminum (Al), 0.3 mg / l for iron (Fe), 0.1 mg / l for manganese (Mn), 0-200 mg / l for calcium (Ca), 0-150 mg / l for magnesium (Mg), 200 mg / l for sodium (Na) and 0.5 mg / l for potassium (K) and zero for organic materials. If the content of organic materials in excess of such provision, then the water must be processed to meet the recommended requirements. One way that has been applied in this research is electrocoagulation method. The electrocoagulation process is to remove organic material (liquid), which is one source of odor in water. The research carried out by flowing water of 4.5 liters of industrial waste into the tank electrocoagulation process. The process is run with an electric current 0.05, 0.1 and 0.2 amperes with intervals of 20 minutes for observation data. Analysis of the organic matter content carried out by gravimetry. The residual oil and fat is 0.06 mg/l at 100 minutes and current 0.1 ampere. Based on the results of these studies was the content oils and fats in waste water has met the standard of the Minister of Health of Indonesia.

Key words: *Organic Pollutants, Electrocoagulation Process, Reduction of Pollutant*

ABSTRAK

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.907/Menkes/SK/VII/2002 disebutkan bahwa untuk keamanan lingkungan, sebaiknya kandungan maksimum logam berat dalam air limbah dijaga masing-masing adalah: 0,03 mg/l untuk tembaga (Cu), 0,2 mg/l untuk aluminium (Al), 0,3 mg/l untuk besi (Fe), 0,1 mg/l untuk mangan (Mn), 0-200 mg/l untuk kalsium (Ca), 0-150 mg/l untuk magnesium (Mg), 200 mg/l untuk natrium (Na) dan 0,5 mg/l untuk kalium (K) dan nol untuk bahan organik. Jika bahan organik melebihi dari ketentuan tersebut, maka air harus diolah sedemikian rupa sampai memenuhi persyaratan yang dianjurkan. Salah satu proses pengolahan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah menerapkan metoda elektrokoagulasi. Penelitian dilakukan dengan mengalirkan air limbah industri sebanyak 4,5 liter kedalam bak elektrokoagulasi. Proses dijalankan menggunakan arus 0,05, 0,1, 0,2 ampere dan interval waktu pengamatan 20 menit. Analisis kandungan bahan organik dilakukan secara gravimetri. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan sisa lemak dan minyak 0,06 mg/l pada saat proses berlangsung selama 100 menit pada penggunaan arus listrik 0,1 ampere. Air hasil penelitian telah memenuhi persyaratan Menteri Kesehatan RI.

Kata kunci: *Polutan Bahan Organik, Proses Elektrokoagulasi, Reduksi Polutan*

PENDAHULUAN

Air limbah sebelum dibuang ke lingkungan sebaiknya telah terkontrol kandungan logam berat dan bahan organik yang ada didalamnya supaya tidak menyebabkan polusi dan kerusakan lingkungan. Bagi manusia air banyak dimanfaatkan sebagai sarana untuk transportasi, irigasi, mencuci dan mandi. Selain dari pada itu air juga dimanfaatkan oleh manusia untuk keperluan minum, karena kekurangan air dapat menyebabkan dehidrasi yang dapat menyebabkan kerusakan organ tubuh. Untuk keperluan air minum ada beberapa syarat yang harus dipenuhi antara lain: jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, tidak mengandung logam berat (timah, tembaga, seng, besi, aluminium, arsen, kalsium, magnesium dan sebagainya) dan tidak boleh mengandung kuman yang membahayakan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.907 / Menkes / SK / VII / 2002 disebutkan bahwa kandungan maksimum logam berat yang diijinkan dalam air minum masing-masing adalah: 0,03 mg/l untuk tembaga (Cu), 0,2 mg/l untuk aluminium (Al), 0,3 mg/l untuk besi (Fe), 0,1 mg/l untuk mangan (Mn), 0-200 mg/l untuk kalsium (Ca), 0-150 mg/l untuk magnesium (Mg), 200 mg/l untuk natrium (Na) dan nol untuk bahan organik. Untuk menjamin keamanan air limbah sebelum dibuang ke lingkungan sebaiknya air tersebut telah diolah, sehingga bisa mendekati standard seperti yang dipersyaratkan oleh Menteri Kesehatan tersebut. Bila ditemukan satu jenis logam berat atau lebih dan bahan organik dengan kadar diatas batas maksimum seperti yang dianjurkan oleh Departemen Kesehatan Rerpublik Indonesia, maka kadar logam dan bahan organik tersebut harus diturunkan sampai memenuhi standar yang diijinkan. Hal ini dimaksudkan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya keracunan atau akibat lain yang berdampak kurang baik bagi lingkungan sekitarnya. Salah satu

metoda yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah penerapan prinsip elektrolisis yang dikenal sebagai proses elektrokoagulasi yang dipadukan dengan proses adsorpsi.

Menurut Carmona (2006)^[3] dalam proses elektrokoagulasi yang menggunakan anoda dan katoda dari bahan aluminium terjadi reaksi sebagai berikut :

reaksi pada anoda (oksidasi)



reaksi pada katoda (reduksi):



Dari persamaan reaksi tersebut nampak terbentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang berperan sebagai bahan koagulan, sehingga akan memudahkan polutan dalam air terperangkap membentuk flog atau gumpalan yang mudah terendapkan. Jika anoda dibuat dari bahan aluminium dan katoda dari bahan besi, maka akan terjadi pengendapan ion logam pada dasar bak proses dengan warna endapan yang berbeda-beda sesuai dengan jenis logam yang terkandung dalam air. Beberapa contoh warna endapan logam berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sutanto dkk (2007)^[4], ditunjukkan sebagai berikut: kuning untuk besi (Fe^{+3}), putih untuk arsen (As^{+2}), biru untuk aluminium (Al^{+3}), hijau untuk tembaga (Cu^{+2}), hitam untuk kalsium (Ca^{+2}) dan hitam untuk magnesium (Mg^{+2}).

Pada penelitian ini digunakan anoda aluminium dengan ukuran panjang 7 cm dan diameter 2 cm. Sedangkan katoda besi dibuat dengan ukuran panjang 7 cm dan diameter 2 cm. Contoh proses elektrokoagulasi dengan elektroda aluminium dilakukan pada penanganan limbah cair yang mengandung polutan

timbangan (Pb). Pada proses ini dihasilkan lumpur yang mengandung Pb bersama-sama dengan $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan dikeluarkan lewat bagian dasar bak proses, sedangkan cairan bening dikeluarkan lewat bagian atas bak proses. Pada percobaan yang dilakukan tersebut digunakan limbah cair dengan kadar awal kontaminan Pb 10,00 ppm dan zat padat terlarut (TSS) sebesar 200 ppm. Percobaan dilakukan secara aliran kontinu dengan debit sebesar 1,5 liter /menit, kuat arus bervariasi dari 1,0 sampai 5,0 ampere dan variasi waktu operasi dari 60 sampai 120 menit. Analisis Pb dalam filtrat hasil akhir dilakukan dengan menggunakan perangkat AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer).

Analisis TSS menggunakan metode gravimetri. Dari percobaan diperoleh nilai efisiensi elektrokoagulasi kontaminan Pb sebesar 99,16 % dan TSS sebesar 80,24 % pada kuat arus 5,0 ampere dan waktu operasi 120 menit. Pada pengolahan limbah cair dari limbah rumah potong hewan (RPH) secara elektrokoagulasi pernah dilakukan secara batch dengan menempatkan cairan limbah didalam sel elektrolisis. Proses dijalankan selama waktu tertentu untuk menurunkan kadar total suspended solid (TSS), total dissolved solid (TDS), pH dan turbidity. Dari hasil penelitian didapatkan kadar TSS dan TDS yang semakin turun dan efisiensi removal yang semakin besar. Hal ini menunjukkan bahwa air limbah tersebut memiliki kualitas yang semakin baik (Bayramoglu, 2006)^[2]. Pada penelitian elektrokoagulasi menggunakan empat buah elektroda yang terbuat dari bahan aluminium (Al) dan besi (Fe) ternyata proses membutuhkan waktu operasi lebih pendek untuk mencapai efisiensi removal (penghilangan) TSS dan TDS yang maksimum dari pada hanya menggunakan dua buah elektroda. Pada penggunaan empat buah elektroda dibutuhkan waktu operasi 70 menit dengan kemampuan penghilangan TSS dan TDS mencapai 99%, sedangkan pada penggunaan dua

buah elektroda dibutuhkan waktu operasi 90 menit dengan kemampuan penghilangan TSS dan TDS maksimum hanya mencapai 98 % (Ardhani dkk, 2007)^[1]

METODOLOGI

Bahan

Elektroda aluminium (HTC16-35), air limbah rumah potong ayam (Beji, Depok)

Alat-alat pendukung

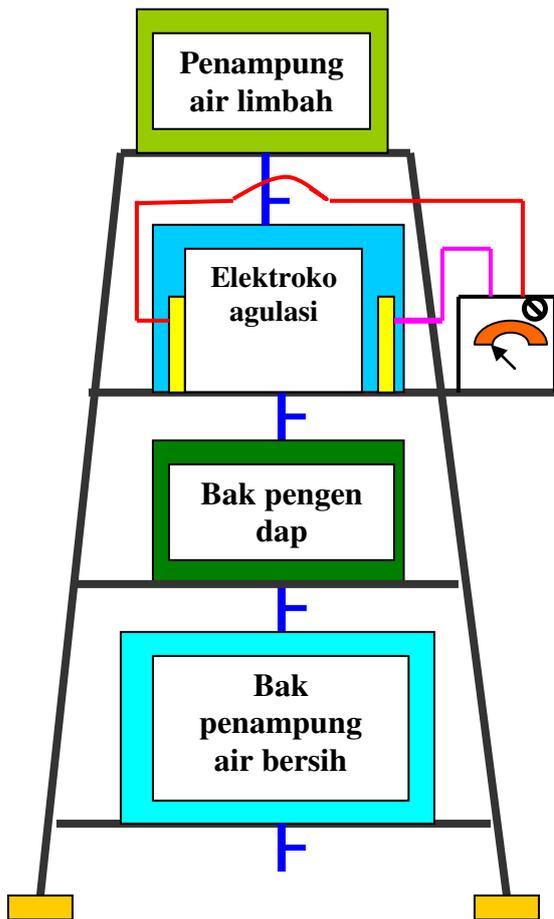
Pompa air, avometer dan stabilizer, adaptor.

Tempat pelaksanaan

- Laboratorium Kimia, Teknik Mesin PNJ
- Laboratorium Elektronika, Teknik Elektronika PNJ
- Laboratorium Afiliasi Kimia, FMIPA -UI

Rangkaian alat penelitian

Rangkaian sket alat penelitian dapat dilihat pada gambar 1. Alat proses terdiri atas sumber DC, Avometer, bak penampung air limbah, bak proses elektrokoagulasi, bak pengendap kotoran dan bak penampung air bersih. Sebagai sumber DC digunakan adaptor dengan rentang arus 0 - 10 ampere dan rentang tegangan dari 0 - 30 Volt.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

Avometer digunakan untuk mengukur arus listrik dan tegangan. Bak penampung air limbah berukuran panjang 40 cm, lebar 40 cm dan tinggi 40 cm. Bak proses elektrokoagulasi berbentuk persegi tersusun atas tiga sel. Masing-masing sel berukuran lebar 5 cm, panjang 20 cm dan tinggi 25 cm yang dilengkapi anoda dan katoda dari bahan aluminium masing-masing berukuran lebar 7 cm dan panjang 10 cm. Jarak antara anoda dan katoda 5 cm. Bak pengendap kotoran berbentuk persegi dengan ukuran tinggi 50 cm, panjang 50 cm dan lebar 50 cm. Bak penampung air bersih berbentuk kubus dengan panjang sisi 50 cm.

Pelaksanaan penelitian

- a) Alirkan air limbah sebanyak 4,5 liter dari bak penampung ke bak elektrokoagulasi
- b) Hidupkan sumber DC pada arus 0,05 amper untuk mengoperasikan proses

- c) Sumber DC dimatikan setelah proses berjalan 20 menit
- d) Alirkan semua air dari bak elektrokoagulasi ke bak pengendap untuk memisahkan kotoran
- e) Lakukan analisis secara gravimetri untuk mengetahui kadar lemak dan minyak (polutan organik) dalam air limbah
- f) Pengujian langkah a sampai dengan k diulang kembali dengan waktu pengamatan 40, 60, 80, 100, 120, 140 dan 160 menit

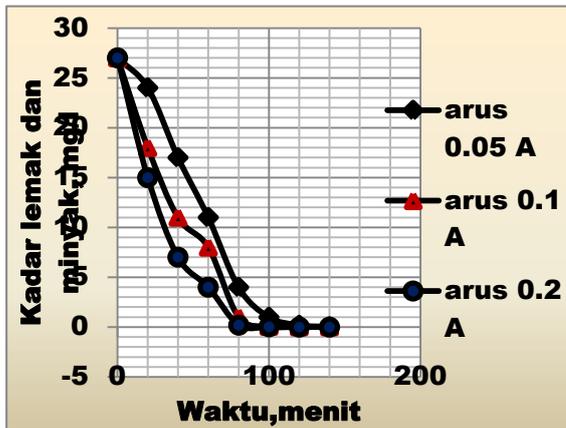
Untuk penelitian berikutnya digunakan arus listrik 0,1 dan 0,2 amper dengan variasi waktu pengamatan 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, dan 160 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian proses elektrokoagulasi dan pada air limbah rumah potong ayam ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 2.

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar lemak dan minyak

No	Waktu, menit	Kadar lemak dan minyak, mg/l		
		arus 0,05 amper	arus 0,1 amper	arus 0,2 amper
1	0	27	27	27
2	20	24	18	15
3	40	17	11	7
4	60	11	8	4
5	80	4	1,0	0,2
6	100	1	0,06	0,02
7	120	0,2	0,01	0,009
8	140	0,04	0,009	0,005



Gambar 2. Kurva kadar lemak dan minyak terhadap waktu

Pengukuran kadar lemak dan minyak dilakukan secara gravimetri. Berdasarkan tabel 1 dan gambar 2, terlihat bahwa kandungan lemak dan minyak semakin berkurang apabila waktu proses yang digunakan semakin lama. Demikian pula aroma air (bau) semakin berkurang dari tingkat sangat menyengat mengarah ke agak menyengat, kurang menyengat dan terakhir menjadi tidak menyengat. Dalam hal ini deteksi aroma dilakukan dengan cara mencium perubahan aroma tersebut tanpa menggunakan alat ukur (alat pendeteksi bau belum tersedia).

Menurunnya aroma (bau) dalam air terjadi sebagai akibat semakin berkurangnya kandungan lemak dan minyak dalam air. Sebagaimana diketahui bahwa timbulnya bau dalam air adalah sebagai akibat penguraian lemak dan minyak oleh bakteri yang terdapat dalam air. Berdasarkan tabel 1 dan gambar 2 juga dapat dilihat bahwa semakin meningkat arus yang digunakan ternyata kadar lemak dan minyak dalam air limbah juga semakin berkurang. Sampai dengan waktu proses 100 menit pada penggunaan arus listrik 0,1 amper, ternyata kandungan lemak dan minyak sudah mencapai 0,06 mg/l.

Kandungan atau kadar lemak dan minyak tersebut mendekati nol atau dapat diabaikan seperti yang dianjurkan oleh Menteri Kesehatan RI. Dengan

mempertimbangkan efisiensi waktu dan biaya operasional serta persyaratan kandungan polutan dalam air sudah mengikuti peraturan Menteri Kesehatan RI No.907 / Menkes / SK / VII / 2002, maka untuk penggunaan arus listrik 0,1 amper dan waktu proses 100 menit dapat diterima atau direkomendasikan sebagai parameter pada pengolahan air limbah menjadi air bersih secara elektrokoagulasi.

KESIMPULAN

Proses elektrokoagulasi dan fotokatalitik secara simultan dapat menurunkan kadar besi, tembaga, lemak dan minyak dalam air limbah. Semakin lama waktu proses maka kadar besi, tembaga, lemak dan minyak dalam air limbah semakin turun.

Kondisi proses terbaik adalah arus listrik 0,1 amper dan waktu proses 100 menit. Pada kondisi tersebut kadar besi 0,25 mg/l, tembaga 0,02 mg/l dan kandungan lemak dan minyak 0,02 mg/l (telah memenuhi standar air bersih)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardhani, A.F. dan Ismawati, D. (2007). *Penanganan Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan dengan Metode Elektrokoagulasi*. Makalah Penelitian Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang
- [2] Bayramoglu, M., Eyvaz, M. Kobya, M. and Senturk, E., 2006. "Technical and Economic Analysis of Electrocoagulation for the Treatment of Poultry Slaughterhouse Wastewater". *Separation and Purification Technology*, vol.51, p. 404
- [3] Carmona, M., Khemis, M., Leclerc, J.P., and Lapique, F., 2006. "A Simple Model to Predict the Removal of Oil Suspensions from Water Using

- the Electrocoagulation Technique*".
Chemical Engineering Science, 61:
1237 – 1246
- [4] Sutanto, Basuki, D.S.T.S dan
Wijayanto,D.,2007. Model alat
pendeteksi ion logam dalam air
dengan metode elektrolisis.
Laporan Penelitian, Jurusan Teknik
Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

