

KOMBINASI SIMULTAN METODE ELKTROKOAGULASI – KOAGULASI KIMIA AIR LIMBAH WASHING INDUSTRI GARMENT PT. DAEHAN GLOBAL 2

Ramlan Munawar¹, Salih Muharam¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sukabumi
email: ramlan_munawar@ummi.ac.id, salih.ummi@gmail.com

ABSTRAK

Waste washing garment industry without first processing, extremely polluting. Processing has been performed using a combination of electrocoagulation with chemical coagulation simultaneously to reduce the contamination of the waste. Waste has been at the optimization of the strong currents, contact time, electrode spacing, and number of electrodes. Further optimum conditions combined with weight coagulant type and variation. The results showed the optimum conditions COD removal, ie at a current of 2 Ampere, a distance of 1 cm, 1 pair of electrodes, the contact time of 45 minutes and PAC 0.25 gL⁻¹. Simultaneous combination of electrocoagulation with chemical coagulation method for waste treatment garment obtained COD removal efficiency of 83%, turbidity up to 100 %.

Keywords: elektrokoagulation, coagulation, COD

PENDAHULUAN

Limbah dari industri tekstil atau pun garmen yang dibuang secara langsung merupakan masalah lingkungan yang berdampak besar terhadap lingkungan. Limbah yang langsung ke sungai atau perairan bebas akan merugikan terhadap biota perairan sungai serta masyarakat Zaroual *et. al.*, terutama yang menggunakan air secara langsung ataupun para petani ikan dan persawahan. Salah satu cemaran industri tekstil dan industri sejenisnya yakni COD merupakan pencemar yang signifikan merusak lingkungan perairan.

COD (*Chemical Oxygen Demand*) atau kebutuhan oksigen kimiawi merupakan salah satu parameter penting untuk mengukur sejumlah polutan organik dalam perairan. de Paula *et. al.* Untuk mengurangi pencemaran lingkungan maka industri wajib mendirikan Instalasi Pengelolaan Air Limbah, serta baku mutu air limbah harus industri harus sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup.

Beberapa fasilitas pengolahan limbah, terutama limbah cair seperti adsorpsi, koagulasi, pengolahan anaerobik, *reverse osmosis*, ultra-filtrasi. Umran *et. al.* Koagulasi merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi pencemaran menggunakan bahan kimia, Proses destabilisasi partikel-partikel koloid tersebut membentuk lapisan secara kimia yang kemudian diikuti dengan flokulasi. Zat-zat kimia yang digunakan untuk mendestabilisasi partikel koloid disebut dengan koagulan (Proste RL. 1997).

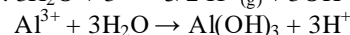
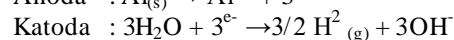
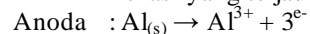
Di dalam pengolahan air, proses koagulasi digunakan untuk pembentukan agregat dari suspensi yang tidak stabil menjadi stabil. Ketika sejumlah partikel kecil menggumpal membentuk

sebuah partikel besar tunggal dan bergabung, akan terbentuk dengan laju yang cepat dari partikel individunya karena diameter yang lebih besar, sehingga dapat dipisahkan. (Mihali, C. 2008).

Elektrokoagulasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan di industri sejenis tekstil untuk mengurangi pencemaran limbah. Merzouk *et. al.* Elektrokoagulasi terjadi melalui beberapa tahap yakni; reaksi elektrolisis pada permukaan, pembentukan koagulan pada fasa larutan, adsorpsi larutan atau koloid polutan pada koagulan, yang di pisahkan secara sedimentasi atau flotasi. Kobyia *et. al.*

Elektrokoagulasi dapat dilakukan dalam sebuah reaktor kontinu ataupun dengan reaktor batch. Di dalam setiap proses elektrokimia, akan digunakan elektrode yang bersentuhan langsung dengan air yang tercemar. Elektroda yang biasa digunakan adalah aluminium, besi dan stainless steel (Holt, P. 2002).

Reaksi yang terjadi, Aoudj *et al.*



Pembentukan amorf baru Al(OH)₃ yang memiliki permukaan yang luas, memiliki keuntungan besar untuk meng-adsorpsi acak senyawa organik terlarut dan memerangkapnya menjadi partikel koloid, akhirnya flok-flok yang terbentuk dengan mudah dapat di pisahkan secara sedimentasi atau flotasi. Aoudj *et. al.*

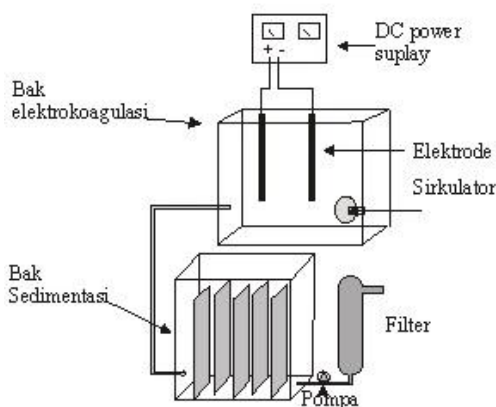
Elektrokoagulasi mampu mengurangi cemaran dari pewarna *dyes*, warna air limbah dan COD, juga metode ini dapat digunakan untuk

berbagai jenis limbah, dengan berbagai kelebihan seperti efisiensi energi, aman, selektif, efektifitas biaya, serta mampu mengurangi penggunaan bahan kimia juga mengurangi jumlah endapan, yang di laporkan oleh beberapa peneliti.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efektifitas penurunan cemaran limbah menggunakan elektrokoagulasi dan kombinasi elektrokoagulasi dengan koagulan (PAC dan Na_2CO_3) secara simultan.

METODELOGI PENELITIAN

Peralatan yang digunakan adalah pH meter, spektrofotometer *uv-vis*, turbidimeter, seperangkat alat elektrokoagulasi berupa wadah, elektroda plat aluminium 8cm x 10 cm, DC Power Supply VOM3020E, sirkulator, rangkaian alat pada gambar 1. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah limbah garmen PT. Daehan Global 2, CaCO_3 , PAC, dan aquadest.



Gambar 1. Pengaturan alat Elektrokoagulasi

Prosedur percobaan dilakukan dengan cara memasukan sebanyak 500 mL limbah ke dalam bak elektrokoagulasi. Kemudian melakukan optimasi pada kuat arus 0 – 5A; jarak elektroda 1 – 4 cm; jumlah pasang elektroda 1 – 4 pasang; variasi waktu 0 – 60 menit. Setelah data optimasi di ketahui, selanjutnya melakukan pengolahan kombinasi elektrokoagulasi dan koagulan kimia, PAC dan Na-karbonat sebanyak 0,1 – 0,5 g, pada kondisi optimum. Air limbah pasca pengolahan tersebut di saring kemudian diukur konsentrasi COD dan kekeruhannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

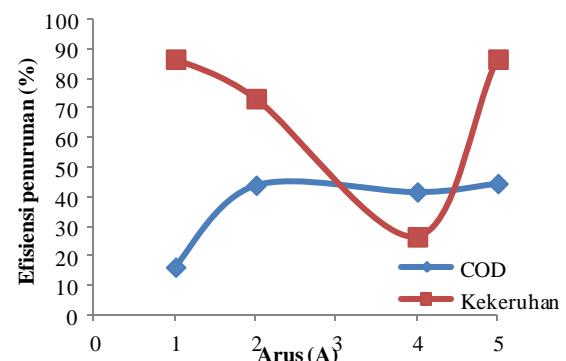
Gambar 2 menunjukkan pada arus 2A terjadi penurunan COD air limbah sebesar 44%, sedangkan pada arus 5A efisiensi meningkat sampai 45%. Kuat arus semakin besar tidak menghasilkan efisiensi penurunan yang signifikan, efisiensi penurunan COD hanya 1%. Arus tinggi memberikan risiko hubungan arus pendek lebih besar, sehingga untuk karakteristik limbah ini arus yang di gunakan pada kuat arus 2A. Selanjutnya rendah efisiensi penurun

kekeruhan mencapai 27% pada arus 5A, dan meningkat sampai 87% pada arus 5A, disebabkan hidrat kation Al^{3+} mengkoagulasi limbah sehingga terbentuk endapan yang mengurangi kekeruhan.

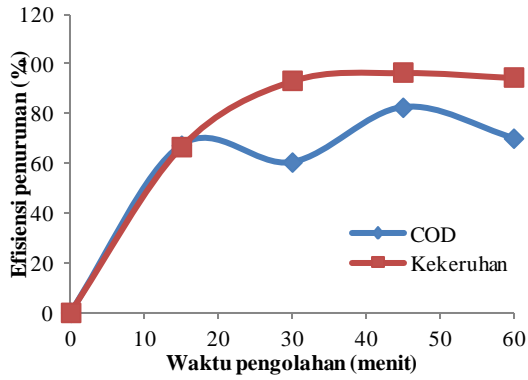
Waktu berpengaruh pada proses elektrokoagulasi. Efisiensi penurunan COD sebesar 82% pada waktu pengolahan 45 menit, akan tetapi setelah waktu bertambah efisiensi penurunan COD berkurang, sebagai mana ditunjukkan pada gambar 3. Gambar 4 menunjukkan Efisiensi penurunan COD terjadi pada jarak 1 cm sebesar 70 % dengan efisiensi kekeruhan sebesar 98%, tetapi semakin jarak elektroda bertambah menyebabkan proses elektrokoagulasi semakin menurun efisiensi COD dan kekeruhan semakin berkurang. Hal ini mempengaruhi proses oksidasi reduksi pada anoda dan katoda yang menyebabkan berkurangnya pembentukan ion Al^{3+} dan OH^- dalam proses elektroagulasi.

Efisiensi penurunan COD dipengaruhi juga oleh jumlah pasang elektroda yang digunakan. Seperti ditunjukkan pada gambar 5, semakin banyak jumlah pasang elektroda yang di gunakan, dimana besaran kuat arus tetap, menyebabkan kuat arus terbagi ke beberapa elektroda yang di gunakan dan menyebabkan membesarnya hambatan, sehingga terjadinya penurunan efisiensi COD dan kekeruhan.

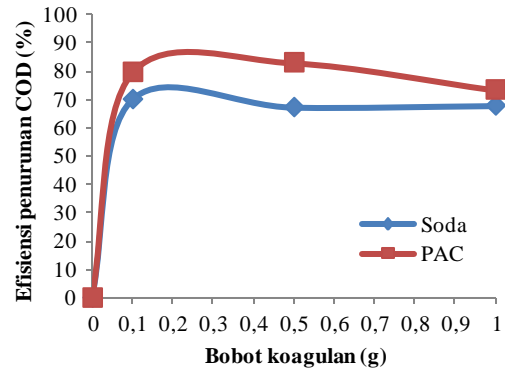
Gambar 6 dan 7 memperlihatkan efektifitas kombinasi elektrokoagulasi dengan koagulan, yang paling tinggi menggunakan PAC 0.5g efisiensi penurunan COD hingga 85% (turun menjadi 30 mgL^{-1}). PAC membantu proses koagulasi pada pembentukan flokulasi dan mampu mengadsorpsi partikel pengotor dalam limbah, sehingga mampu menurunkan kadar COD dalam limbah, serta kekeruhan dapat dihilangkan hingga 100%. Pada gambar 8, menunjukkan perubahan air limbah sebelum diproses dan setelah diproses menggunakan kombinasi elektrokoagulasi dan koagulan PAC secara simultan, secara fisik terlihat sangat jernih.



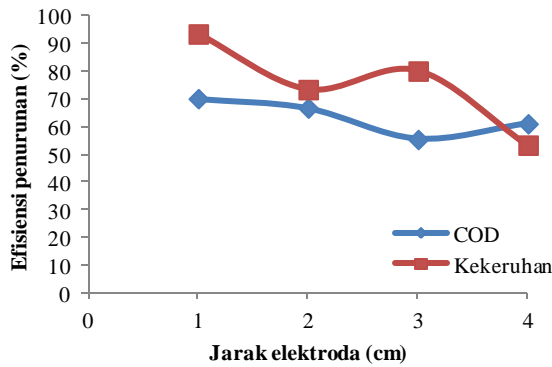
Gambar 2. Kurva pengaruh arus elektrokoagulasi terhadap efisiensi penurunan COD dan kekeruhan air limbah PT Daehan Global 2. (jumlah elektroda: 1 pasang; jarak elektroda 1 cm).



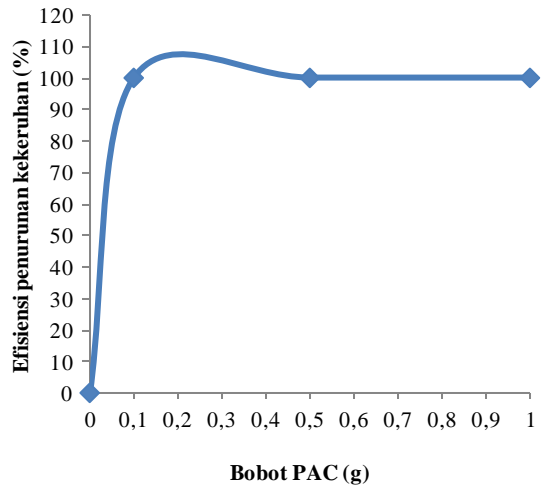
Gambar 3. Kurva pengaruh waktu elektrokoagulasi terhadap efisiensi penurunan COD dan kekeruhan air limbah PT Daehan Global 2. (I: 2A; jumlah elektroda: 1 pasang; V: 12V; jarak elektroda 1 cm).



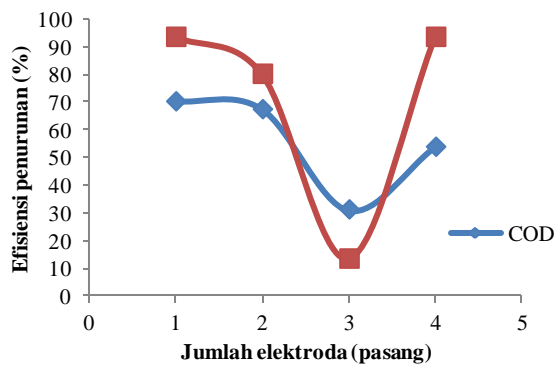
Gambar 6. Kurva pengaruh penambahan koagulan kimia terhadap efisiensi penurunan COD air limbah PT Daehan Global 2. (I: 2A; jumlah elektroda: 1 pasang; V: 12V; jarak elektroda 1 cm; waktu pengolahan 45 menit).



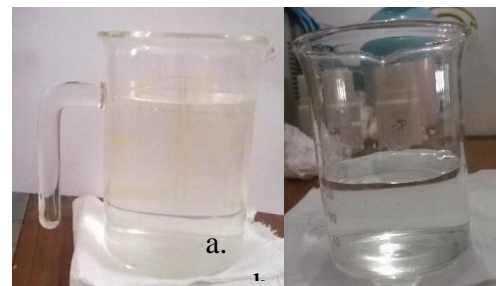
Gambar 4. Kurva pengaruh jarak elektroda terhadap efisiensi penurunan COD dan kekeruhan air limbah PT Daehan Global 2. (I: 2A; jumlah elektroda: 1 pasang; V: 12V; waktu pengolahan 45 menit).



Gambar 7. Kurva pengaruh penambahan koagulan kimia terhadap efisiensi penurunan COD air limbah PT Daehan Global 2. (I: 2A; jumlah elektroda: 1 pasang; V: 12V; jarak elektroda 1 cm; waktu pengolahan 45 menit).



Gambar 5. Kurva pengaruh jumlah elektroda terhadap efisiensi penurunan COD dan kekeruhan air limbah PT Daehan Global 2. (I: 2A; jumlah elektroda: 1 pasang; V: 12V; jarak elektroda 1 cm; waktu pengolahan 45 menit).



Gambar 8. Gambar (a) limbah sebelum perlakuan, dan (b) setelah perlakuan kombinasi elektrokoagulasi dan koagulan PAC.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian disimpulkan efisiensi penghilangan COD secara simultan kombinasi elektrokoagulasi dan koagulan untuk limbah garmen PT Daehan Global 2, yakni pada kuat arus 2A; 45 menit; satu pasang elektroda; 0.5 g PAC, diperoleh efisiensi penurunan COD sebesar 83%, dengan efisiensi penurunan kekeruhan hingga 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Zaroual Z, Azzi M, Saib N, Chainet E. 2010. Contribution to the study of electrocoagulation mechanism in basic textile effluent. *Journal of Hazardous Materials*. B131: 73–78.
- de Paula H M, de Oliveira Ilha M S, Andrade L S. Concrete plant wastewater treatment process by coagulation combining aluminum sulfate and Moringa oleifera powder. *Journal of Cleaner Production* 2014; 76:125-130.
- Umran TU, A. Savas K dan Ulker BO. Electrocoagulation of vegetable oil refinery wastewater using aluminum electrodes. *Journal of Environmental Management* 2008; 90: 428-433.
- Proste RL. *Theory And Practice of Water and Wastewater Treatment*. New York: Jhon Wiley & Sons, 1997.
- Mihali C. 2008. *Studies Regarding the Drinking Water Quality Using Aluminium Sulphate Comparative with Aluminium Base Poly*. Romania.
- Merzouk B, Madani K, Sekki A. Using electrocoagulation – electroflotation technology to treat synthetic solution and textile wastewater, two case studies. *Journal of Desalination* 2010; 250: 573–577.
- Merzouk B, Yakoubi M, Zongo I, Leclerc J.-P, Paternotte G, Pontvianne S, Lapique F. Effect of modification of textile wastewater composition on electrocoagulation efficiency. *Journal of Desalination* 2011; 275: 181–186
- Kobya M, Demirbas E, Can O T, Bayramoglu M. Treatment of levafix orange textile dye solution by electrocoagulation. *Journal of Hazardous Materials* 2006; B132: 183–188.
- Holt P. *Electrocoagulation: Undervelling and Synthesising the Mechanisms Behind a Water Treatment Process*. PhD Thesis. University of Sydney. Sydney, 2002.
- Aoudj S, Khelifa A, Drouiche N, Hecini M, Hamitouche H. Electrocoagulation process applied to wastewater containing dyes from textile industry. *Journal of Chemical Engineering and Processing* 2010; 49: 1176–1182.
- Bayramoglu M, Eyvaz M, Kobya M. Treatment of the textile wastewater by electrocoagulation Economical evaluation. *Journal of Chemical Engineering Journal* 2007; 128:155–161.
- Khandegar V, Saroha A K. Electrocoagulation for the treatment of textile industry effluent – A review. *Journal of Environmental Management* 2013; 128: 949 -963.
- Zongo I, Maiga A H, Wéthé J, Valentin G, Leclerc J P, Paternotte G, Lapique F. Electrocoagulation for the treatment of textile wastewaters with Al or Fe electrodes: Compare d variations of COD levels, turbidity and absorbance. *Journal of Hazardous Materials* 2009; 169: 70–76.
- Abdessemed, D, Nezzal G, Ben Aimb R. Coagulation – adsorption - ultrafiltration for wastewater treatment and reuse. *Journal of Desalination* 2000; 131: 307-314.
- Aouni A, Fersi C, Ali M B S, Dhahbi M. Treatment of textile wastewater by a hybrid electrocoagulation/ nanofiltration process *Journal of Hazardous Materials* 2009; 168: 86 8–874.
- Purwaningsih I. *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik CV. Batik Indah Raradjonggrang Yogyakarta dengan Metode Elektrokoagulasi Ditinjau dari parameter Chemical Oxygen Demand (COD) dan Warna*. Skripsi Sarjana. Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia, Indonesia, 2008.
- Jung K W, Hwang M J, Park D S, Ahn K H. Combining fluidized metal-impregnated granular activated carbon in three-dimensional electrocoagulation system: Feasibility and optimization test of color and COD removal from real cotton textile wastewater. *Journal of Separation and Purification Technology*. 2015; 146: 154–167.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Keputusan MENLH No. 03 Tahun 2010. Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri Jakarta: MENLH.
- Esmaeilrad N, Carlson K, Ozbek P O. Influence of softening sequencing on electrocoagulation treatment of produced water. *Journal of Hazardous Materials* 2015; 283: 721–729.
- Harif T, Khai M, Adin A. Electrocoagulation versus chemical coagulation: Coagulation/ flocculation mechanisms and resulting floc characteristics. *Journal of waterresearch* 2012; 46: 3177-3188.

- Holt PK, Barton GW, and Mitchell CA. *Electrocoagulation as Wastewater Treatment*. The Third Annual Australian Environmental Engineering Research Event. Castlemaine, Victoria. Department of Chemical Engineering, The University of Sydney; New South Wales 1999 Nop 23-26.
- Prica M, Adamovic S, Dalmacija B, Rajic L, Trickovic L, Rapajic S, Becelic-Tomin. electrocoagulation/flotation study: The removal of heavy metals from the waste fountain solution. *Journal Process Safety and Environmental Protection* 2015; 94: 262–273.
- Tak B, Tak B, Kim Y, Park Y, Yoon Y, Min G. 2015. Optimization of color and COD removal from livestock wastewater by electrocoagulation process: Application of Box–Behnken design (BBD). *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 28: 307–315.