

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LABORATORIUM KIMIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI DAN KOAGULAN BIJI KELOR

Nadia Nurafiah Syamsur, Ihsan dan Sahara
Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: nadiaaa.nns@gmail.com

Abstract: This research aims to determine the characteristics of chemical laboratory wastewater which includes COD, pH, turbidity and heavy metals (Pb, Hg, and Cd) before processing and after processing using the electrocoagulation method and moringa seed coagulant. The electrocoagulation process is carried out using a pair of electrode plates made of iron as anode and cathode with a voltage variation of 6, 9 and 12 V with each coagulation process carried out for 30, 60 and 120 minutes for each voltage variation and the coagulation-flocculation method using 2.5 grams of moringa seed powder each as a coagulant with fast stirring for 5 minutes and slow stirring for 2 minutes. The results obtained from the electrocoagulation method and the coagulant method of moringa seeds, namely with pH parameters of 5, COD of 20000 ppm, turbidity of 4.09 FTU, Hg levels of 1.2857 mg / l, Pb levels of 0.090659341 mg / l and Cd levels of 0.090659341 mg / l. This shows that the electrocoagulation method and the coagulant method of Moringa seeds can reduce each of the parameters tested, both pH, COD, turbidity and heavy metals (Pb, Hg and Cd).

Keywords: Electrocoagulation, moringa seeds, coagulation, heavy metals, stress

1. PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan ini juga telah dikembangkan suatu alternatif pengolahan limbah cair dengan menggunakan elektrokoagulator. Elektrokoagulasi diakui sebagai metode pengolahan berbagai jenis limbah dengan proses yang efektif. Proses pengolahan limbah dengan metode ini dapat mengurangi biaya operasi dan perawatan serta tidak menggunakan bahan kimia. Penelitian sebelumnya Gita Melisa (2015), telah melakukan penelitian tentang pengolahan limbah cair dengan variasi tegangan serta variasi lama waktu kontak dan menghasilkan kombinasi terbaik berdasarkan penurunan warna, kekeruhan, dan TSS yaitu 12 V dengan waktu kontak 2 jam. Tetapi beberapa penelitian dengan metode elektrokoagulasi memiliki beberapa kekurangan dalam pengurangan kadar logam suatu limbah. Pada penelitian ini dilakukan penambahan koagulan berupa biji kelor yang dapat memfiltrasi atau mengurangi kadar besi dalam suatu limbah. Hal ini diperkuat dengan adanya beberapa penelitian mengenai biji kelor, salah satunya Indra (2010), menjelaskan bahwa pengaruh biji kelor sebagai koagulan alami pengganti koagulan sintesis dapat menurunkan turbiditas sebesar 98,6%,

konduktifitas sebesar 10,8%, BOD sebesar 11,7% dan menghilangkan kadar logam (Cr, Cd, Mn) pada limbah cair.

Laboratorium Kimia pada Universitas Islam Negeri (UIN) merupakan laboratorium yang aktif dan sering digunakan untuk praktikum dan penelitian mahasiswa, maka dari itu laboratorium tersebut akan menghasilkan limbah cair yang telah digunakan. Laboratorium kimia tersebut sebenarnya memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) akan tetapi untuk pengolahannya sangat jarang dilakukan. Oleh karena itu, pengolahan limbah cair laboratorium kimia sederhana ini akan dilakukan dengan menggunakan penggabungan metode elektrokoagulasi dan koagulan biji kelor agar diharapkan laboratorium kimia dapat mengolah limbahnya secara langsung dan mendapatkan hasil olahan yang efektif.

2. METODE PENELITIAN

Limbah cair Laboratorium Kimia diambil dan dilakukan untuk dikarakterisasi bahannya. Karakterisasi yang akan dilakukan merupakan pengukuran COD, pH, kekeruhan dan kadar dari unsur-unsur Pb, Hg, Cr.

Tahap Elektrokoagulasi

Untuk proses elektrokougalasi, sampel limbah dimasukkan kedalam gelas kimia sebanyak 300 ml. Kemudian memasukkan dua elektroda ke dalam sampel pada alat elektrokoagulasi. Alat dinyalakan pada tegangan 6 V, 9 V, dan 12 V dengan waktu kontak yang bervariasi 30 menit, 60 menit dan 120 menit. Kemudian sampel diendapkan selama 24 jam sehingga terbentuk flotasi dan endapan. Hasil pengolahan lalu disaring dengan kertas saring hingga endapan dan cairan limbah berpisah. Hasil proses diambil lalu dilakukan analisis, meliputi pH, warna, kekeruhan, suhu dan analisis logam berat. Analisis logam berat berupa, kadar merkuri (Hg), kadar Kromium (Cr) dan kadar Timbal (Pb) menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

Tahap Koagulasi

Setelah diolah dengan metode elektrokoagulasi limbah dicampurkan dengan serbuk biji kelor kering yang telah dihancurkan dengan blender sebanyak 2.5 gram dan dilakukan pengadukan cepat selama 5 menit dan pengadukan lambat selama 2 menit. Limbah yang telah dicampurkan didiamkan terlebih dahulu selama 30 menit dan disaring menggunakan kertas *whatman*. Hasil pengolahan kemudian diambil dan dianalisis parameternya meliputi pH, warna, kekeruhan, suhu dan analisis logam berat. Analisis logam berat berupa, kadar merkuri (Hg), kadar Kromium (Cr) dan kadar Timbal (Pb) menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah cair hasil analisis AAS dengan senyawa kompleks dan campuran limbah organik serta anorganik yang diperoleh dari laboratorium riset jurusan kimia sehingga memiliki toksitasi yang sangat tinggi, berbahaya dan tidak dapat dibuang

secara langsung dilingkungan.



Gambar 1 Limbah cair laboratorium kimia hasil AAS

Karakteristik awal limbah cair sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi dianggap sebagai karakteristik limbah cair pada tegangan 0 V. Secara visual limbah cair laboratorium kimia hasil AAS ini berwarna kuning dan memiliki bau yang menyengat dengan karakteristik limbah awal sebagai berikut:

Tabel 1 Karakteristik Awal Limbah AAS

Pengolahan limbah AAS dengan karakteristik awal di atas dilakukan menggunakan metode elektrokoagulasi sebagai tahap pertama. Dua buah plat besi

Parameter	Hasil Penelitian	Baku mutu (Kepmen LH No. 51 Tahun 1995)	Alat Ukur yang digunakan
pH	0,56	6 - 9	pH meter
COD	195000	300 ppm	
Hg	16.67	0,005 ppm	AAS
Cd	4.13	0,1 ppm	AAS
Pb	2.87	1 ppm	AAS
Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)	192	-	Turbidimeter

yang berukuran 6×15 cm sebagai elektroda anoda dan katoda dialiri tegangan 6 V, 9 V dan 12 V sehingga menghasilkan data seperti tabel di bawah ini:

Tabel 2. Karakteristik Limbah Cair AAS Setelah diolah dengan Metode Elektrokoagulasi

Pengolahan limbah AAS dilanjutkan pada tahap kedua yaitu pencampuran biji kelor pada limbah yang telah diolah dengan elektrokoagulasi sebelumnya. Limbah

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Hg (ppb)	Pb	Cd	pH	COD	Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)
		Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata			
6	30	47,3	0,189	0,248	2,52	185000	179
	60	67,5	0,208	0,185	3,41	160000	234
	120	91,0	0,184	0,121	3,34	195000	113
9	30	94,8	0,195	0,180	2,61	30000	123
	60	122,0	0,224	0,167	2,71	45000	64,4
	120	126,5	0,197	0,115	3,62	85000	282
12	30	142,0	0,224	0,199	3,09	165000	169
	60	140,5	0,213	0,169	3,58	45000	101
	120	155,5	0,267	0,094	4,1	60000	874

dicampurkan dan diaduk cepat selama 5 menit dan diaduk lambat selama 2 menit dan didapatkan data hasil pengolahan seperti tabel di bawah ini :

Tabel 3. Karakteristik Limbah Cair AAS Setelah diolah dengan Koagulan Biji Kelor

Pembahasan

PH

Tegangan (V)	Waktu (menit)	Hg (ppb)	Pb	Cd	pH	COD	Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)
		Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata			
6	30	0,829	0,041	0,041	3	100000	2,72
	60	0,700	0,052	0,052	3,19	50000	7,77
	120	0,686	0,112	0,112	3,26	45000	13,7
9	30	1,429	0,063	0,063	2,71	25000	3,04
	60	1,286	0,074	0,074	2,86	20000	11,7
	120	1,543	0,107	0,107	3,47	60000	153
12	30	1,543	0,091	0,091	3,07	20000	4,09
	60	1,600	0,142	0,142	4	20000	157
	120	1,886	0,192	0,192	5	30000	326

Parameter pH atau disebut kadar keasaman mengindikasikan kebasaaan dari suatu larutan. Nilai pH suatu perairan mencirikan asam dan basa dalam air dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hydrogen dalam air. Semakin banyak ion OH⁻ dan gas hidrogen yang dihasilkan melalui reaksi reduksi molekul air (H₂O) pada katoda maka nilai pH atau kebasaaan dari limbah cair yang diolah akan semakin meningkat (Ni'am et al. 2007).

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa semakin besar tegangan yang digunakan maka nilai pH cenderung meningkat. Peningkatan pH yang terjadi dapat disebabkan karena pada proses elektrokoagulasi terdapat akumulasi OH⁻. Hal ini menunjukkan bahwa proses elektrokoagulasi yang diterapkan pada limbah AAS

berdampak pada pH yang semakin meningkat sehingga belum memenuhi baku mutu limbah cair Kepmen LH No. 51 Tahun 1995 sebesar 6 hingga 9. Hal ini juga menjelaskan bahwa proses elektrokoagulasi terjadi proses elektrolisis air yang menghasilkan gas hydrogen dan ion hidoksida semakin lama, maka gas hidrogen dan ion hidoksida yang terbentuk semakin banyak, Apabila ion hidoksida yang dihasilkan semakin banyak maka akan menaikkan pH dalam larutan. yang mempengaruhi kondisi spesies pada larutan dan kelarutan dari produk yang dibentuk. Nilai pH larutan mempengaruhi efisiensi dan efektivitas elektrokoagulasi dan dengan mudah dirubah menjadi pH optimal yang terdapat dalam limbah AAS adalah 4,1 dengan tegangan 12 V dan waktu kontak 120 menit.. Pada proses elektrokoagulasi terjadi oksidasi elektroda anoda dan terbentuk hidrogen pada katoda, Ion aluminium yang terlepas berinteraksi membentuk kompleks hidoksida yang dapat mempengaruhi nilai pH limbah cair. Ion hidrosil yang terlarut dalam limbah cair menyebabkan pH limbah menjadi meningkat seiring berjalannya waktu.

Nilai pH cenderung naik lebih tinggi pada saat setelah diolah kembali menggunakan koagulan biji kelor dimana nilai pH optimalnya terdapat pada sampel terakhir (N9) dengan nilai pH sebesar 5. Hal ini menjelaskan bahwa pH limbah mengalami peningkatan disebabkan karena biji kelor sebagai koagulan memiliki protein kationik larut air yang terdapat dalam kulit dan bijinya, maka di dalam air terjadi penerimaan proton dari air oleh asam amino yang bersifat basa dalam protein.

Pengaruh Elektrokoagulasi dan Koagulan Biji Kelor terhadap Kekeruhan (*turbidity*)

Kekeruhan merupakan parameter yang harus selalu diukur untuk mengetahui efektivitas proses elektrokoagulasi dan koagulasi-flokulasi. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan bahan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus). Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, nilai kekeruhan juga akan semakin tinggi tetapi tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan.

Kekeruhan atau turbiditas air disebabkan oleh kontaminan biologis, senyawa makromolekul, senyawa anorganik tak larut dan partikel tersuspensi atau koloid (oksida aluminium, besi, dan silika). Salah satu karakteristik limbah yang menjadi nilai penting bagi limbah sebelum dibuang ke lingkungan adalah kekeruhan. Kekeruhan atau turbidity digunakan untuk menyatakan derajat kegelapan di dalam air yang disebabkan oleh bahan-bahan yang melayang biasanya bahan organik dan anorganik. Semakin pekat atau keruh suatu limbah cair yang dibuang ke lingkungan maka kualitas limbah dan keamanannya terhadap lingkungan semakin buruk. Proses elektrokoagulasi selain berpengaruh terhadap penurunan nilai TSS, juga berpengaruh terhadap nilai kekeruhan dari limbah yang digunakan

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai kekeruhan pada tegangan 6, 9 dan 12 V mengalami sifat fluaktif, dimana nilai yang didapatkan cenderung tidak beraturan. Nilai kekeruhan limbah AAS awal saat karakteristik diketahui sebesar 192

FTU. Nilai kekeruhan mengalami penurunan tertinggi setelah dilakukan proses elektrokoagulasi sebesar 64,4 FTU. Penurunan ini terjadi pada tegangan 9 V dengan waktu kontak 60 menit. Pada tegangan 9 V dengan waktu kontak selama 60 menit terjadi penurunan nilai kekeruhan dan kenaikan drastis pada tegangan 12 V dengan waktu kontak selama 120 menit. Nilai kekeruhan terjadi penurunan kemudian meningkat kembali dapat disebabkan elektroda telah jenuh dan medan magnet yang terjadi sudah sangat kecil maka proses elektrokoagulasi sudah minimum dapat diduga sebagian besar kekeruhan akibat flok yang akhirnya mengendap pada bejana.

Nilai kekeruhan pada pengolahan selanjutnya yaitu setelah ditambahkan biji kelor sebagai koagulannya juga bersifat fluktuatif dan mengalami penurunan sebesar 4.09 FTU pada sampel (N7). Ketika koagulan ditambahkan ke dalam sampel dan diaduk cepat, protein kationik yang dihasilkan oleh biji kelor akan terdistribusi ke seluruh bagian cairan dan kemudian berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negative yang menyebabkan kekeruhan yang terdispersi. Interaksi tersebut yang memengaruhi gaya dan menyebabkan stabilitas partikel menjadi terganggu sehingga bisa berikatan dengan partikel-partikel kecil lalu membentuk endapan-endapan. Adapun nilai kekeruhan yang mengalami kenaikan sebesar 326 FTU, diperkirakan akibat koagulan dengan konsentrasi rendah belum mampu membentuk flok secara optimum. Hal ini dikarenakan konsentrasi koagulan yang sedikit kurang mampu menetralkan koloid yang terkandung di dalam limbah pada volume tertentu sehingga hanya sebagian koloid saja yang ternetralkan dan membentuk flok, sedangkan fitrat limbah tersebut masih keruh serta masih terdapat koloid dan padatan terlarut (tersuspensi) lainnya yang tidak ternetralkan dengan koagulan.

Pengaruh Elektrokoagulasi dan Koagulan Biji Kelor terhadap COD

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan parameter yang menggambarkan nilai kandungan bahan organik dalam limbah cair baik yang biodegradable maupun *nonbiodegradable*, dalam bentuk terlarut maupun tersuspensi. Dalam limbah cair pabrik kelapa sawit, kandungan bahan organik terlarut lebih besar daripada yang tersuspensi. Pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan salah satu parameter untuk melihat derajat pencemaran yang telah diterima oleh air limbah. Pengukuran COD dimaksudkan untuk mengetahui besarnya. Prinsip proses kerja pereduksian COD secara umum sama seperti prinsip pereduksian pada parameter BOD. Karena keduanya sama-sama dipengaruhi oleh kandungan organik dalam limbah. Penurunan konsentrasi COD dalam elektrokoagulasi ini disebabkan adanya proses oksidasi dan reduksi didalam reaktor elektrokoagulasi tersebut.

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai COD pada tegangan 6, 9 dan 12 V mengalami sifat fluaktif, dimana nilai yang didapatkan cenderung tidak beraturan. Nilai COD limbah AAS awal saat karakteristik diketahui sebesar 195000 ppm. Nilai COD mengalami penurunan tertinggi setelah dilakukan proses elektrokoagulasi sebesar 30000 ppm. Pada tegangan 9 V dengan waktu kontak selama 30 menit terjadi penurunan nilai COD dan kenaikan drastis pada tegangan 12 V dengan waktu kontak selama 30 menit sebesar 165000 ppm. Nilai COD terjadi

penurunan kemudian meningkat kembali dapat disebabkan elektroda telah jenuh dan medan magnet yang terjadi sudah sangat kecil maka proses elektrokoagulasi sudah minimum dapat diduga sebagian besar kekeruhan akibat flok yang akhirnya mengendap pada bejana.

Nilai COD pada pengolahan selanjutnya yaitu setelah ditambahkan biji kelor sebagai koagulannya cenderung menurun dan mengalami penurunan drastis sebesar 2000 ppm pada sampel (N8). Turunnya konsentrasi COD menandakan berkurangnya senyawa organik dalam limbah cair, karena pada dasarnya pengukuran COD bertujuan untuk melihat banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air. Hal ini sesuai dengan teori double layer bahwa lingkaran terdalam akan diisi oleh koagulan bermuatan positif akan menyerap ion-ion negatif yang terletak pada lingkaran lebih luar. Muatan positif dan negatif bertemu maka terjadi gaya Van der Waals (tarik menarik) antar kedua ion tersebut sehingga terjadi ikatan yang sangat kuat dan terbentuklah koagulan yang selanjutnya akan membentuk flok yang dapat menurunkan senyawa organik dalam limbah.

Pengaruh Elektrokoagulasi dan Koagulan Biji Kelor terhadap Logam Berat Hg

Logam merkuri merupakan salah satu trace element yang mempunyai sifat cair pada temperatur ruang dengan spesifik gravity dan daya hantar listrik yang tinggi. Jenis logam ini banyak digunakan baik dalam kegiatan perindustrian maupun laboratorium. Merkuri yang terdapat dalam limbah di perairan umumnya diubah oleh aktivitas mikroorganisme menjadi komponen methyl merkuri (CH_3Hg) yang memiliki sifat racun dan daya ikat kuat disamping kelarutannya yang tinggi terutama dalam tubuh hewan air. Merkuri merupakan salah satu logam berat yang mempunyai efek toksisitas yang paling tinggi. Logam merkuri dalam lingkungan perairan biasanya dalam bentuk senyawa $\text{CH}_3\text{-HgCl}$, $\text{C}_2\text{H}_5\text{HgCl}$, dan HgCl_2 . Senyawa-senyawa tersebut merupakan senyawa toksik yang terbanyak mencemari lingkungan.

Evaluasi terhadap pengelolaan limbah yang mengandung bahan kimia senyawa merkuri harus mendapat perhatian karena amat berbahaya. Pembuangan limbah yang mengandung Hg ke dalam lingkungan akan menyebabkan pencemaran Hg yang dapat berubah menjadi methyl mercury yang dapat terakumulasi pada ikan, kerang, udang yang akhirnya kepada manusia. Ion raksa dalam air dapat diendapkan dengan sulfide, sedangkan tumpahan atau uap dapat diikat dengan penyerap seperti karbon aktif yang mengandung belerang (Turang 2006).

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai logam berat Hg pada tegangan 6, 9 dan 12 V mengalami sifat fluaktif, dimana nilai yang didapatkan cenderung tidak beraturan. Nilai logam berat Hg limbah AAS awal saat karakteristik diketahui sebesar 18,3333 mg/l. Pada tegangan 9 volt dengan waktu kontak selama 60 menit terjadi penurunan nilai kekeruhan dan kenaikan drastis pada tegangan 12 volt dengan waktu kontak selama 120 menit Nilai kekeruhan terjadi penurunan kemudian meningkat kembali dapat disebabkan elektroda telah jenuh dan medan magnet yang terjadi sudah sangat kecil maka proses elektrokoagulasi sudah minimum dapat diduga sebagian besar kekeruhan akibat flok yang akhirnya mengendap pada bejana.

Nilai logam berat Hg pada pengolahan selanjutnya yaitu setelah ditambahkan biji kelor sebagai koagulannya juga bersifat fluktuatif. Nilai yang awalnya telah terjadi penurunan, lambat laun mengalami peningkatan seiring dengan waktu kontak yang semakin lama. Nilai penurunan yang paling optimum yaitu sebesar 1,2857 mg/l pada tegangan 9 volt dan waktu kontak 60 menit dan mengalami kenaikan lagi setelahnya.

Pengaruh Elektrokoagulasi dan Koagulan Biji Kelor terhadap Logam Berat Pb

Berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa nilai Logam berat Pb pada tegangan 6, 9 dan 12 V cenderung mengalami penurunan pada nilai konsentrasinya. Nilai Logam berat Pb limbah AAS awal saat karakteristik diketahui sebesar 4.134079. Nilai logam berat Pb mengalami penurunan optimum setelah dilakukan proses elektrokoagulasi sebesar 0,197860963 mg/l. Penurunan ini terjadi pada tegangan 12 V dengan waktu kontak 30 menit. Penurunan nilai ini terjadi Pada proses elektrokimia, pada saat yang sama adanya arus listrik dianoda akan terjadi reaksi oksidasi terhadap anion (ion negatif), anoda yang terbuat dari logam seperti aluminium akan mengalami reaksi oksidasi membentuk ion Al^{3+} dan akan mengikat ion $(OH)^-$ membentuk flok $Al(OH)_3$ yang dapat mengikat ion-ion Pb^{++} serta menangkap sebagian logam Pb yang tidak terdeposit pada batang katoda. Ketiga kondisi ini yang memungkinkan terjadinya penurunan kadar Pb dalam limbah.

Nilai logam berat Pb pada pengolahan selanjutnya yaitu setelah ditambahkan biji kelor sebagai koagulannya juga mengalami penurunan walaupun tidak signifikan pada sampel (N7) dengan nilai sebesar 0,090659341 mg/l. Ketika koagulan ditambahkan ke dalam sampel dan diaduk cepat, protein kationik yang dihasilkan oleh biji kelor akan terdistribusi ke seluruh bagian cairan dan kemudian berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negative yang menyebabkan partikel-partikel yang terdispersi. Interaksi tersebut yang memengaruhi gaya dan menyebabkan stabilitas partikel menjadi terganggu sehingga bisa berikatan dengan partikel-partikel kecil lalu membentuk endapan-endapan. Dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi dosis serbuk biji kelor yang digunakan ternyata semakin tinggi pula kemampuan serbuk biji kelor dalam menyerap Pb pada air/filtrat. Hal ini disebabkan karena semakin banyak serbuk biji kelor yang digunakan maka semakin banyak pula zat aktif dari serbuk biji kelor yang dapat menyerap timbal pada air.

Pengaruh Elektrokoagulasi dan Koagulan Biji Kelor terhadap Logam Berat Cd

Berdasarkan gambaran ketiga grafik di atas menunjukkan bahwa nilai logam berat Cd pada tegangan 6, 9 dan 12 V mengalami sifat fluaktif, dimana nilai yang didapatkan cenderung tidak beraturan. Nilai logam berat Cd limbah AAS awal saat karakteristik diketahui sebesar 2,867769 mg/l. Pada tegangan 9 V dengan waktu kontak selama 120 menit terjadi penurunan nilai logam berat Cd sebesar 0.0948 mg/l

Nilai logam berat Cd pada pengolahan selanjutnya yaitu setelah ditambahkan biji kelor sebagai koagulannya juga mengalami penurunan walaupun tidak signifikan pada sampel (N7) dengan nilai sebesar 0,090659341 mg/l. Ketika koagulan

ditambahkan ke dalam sampel dan diaduk cepat, protein kationik yang dihasilkan oleh biji kelor akan terdistribusi ke seluruh bagian cairan dan kemudian berinteraksi dengan partikel-partikel bermuatan negative yang menyebabkan partikel-partikel yang terdispersi. Interaksi tersebut yang memengaruhi gaya dan menyebabkan stabilitas partikel menjadi terganggu sehingga bisa berikatan dengan partikel-partikel kecil lalu membentuk endapan-endapan. Dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi dosis serbuk biji kelor yang digunakan, ternyata semakin tinggi pula kemampuan serbuk biji kelor dalam menyerap Cd pada air/filtrat. Hal ini disebabkan karena semakin banyak serbuk biji kelor yang digunakan maka semakin banyak pula zat aktif dari serbuk biji kelor yang dapat menyerap timbal pada air.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dilakukan telah disimpulkan bahwa:

- a. Limbah AAS sebelum diolah memiliki karakteristik parameter pH sebesar 0,56, COD sebesar 195000 ppm, kekeruhan sebesar 192 FTU, kadar Hg sebesar 18,3333 mg/l, kadar Pb sebesar 4.134079 mg/l dan kadar Cd sebesar 2,867769 mg/l.
- b. Limbah AAS setelah diolah dengan metode elektrokoagulasi dan koagulan biji kelor memiliki karakteristik parameter pH sebesar 5, COD sebesar 20000 ppm, kekeruhan sebesar 4,09 FTU, kadar Hg sebesar 1,2857 mg/l, kadar Pb sebesar 0,090659341 mg/l dan kadar Cd sebesar 0,090659341 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa metode elektrokoagulasi dan koagulan biji kelor dapat menurunkan setiap parameter yang diuji baik itu pH, COD, kekeruhan maupun logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amagloh, Francis Kweku dan Amos Benang, 2009. *Effectiveness of Moringa Oleifera Seed as Coagulant for Water Purification. Full Length. Reasearch Paper*. African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (1) pp. 119-123.
- Ni'am M, Othman F, Sohaili J, Fauzia Z. 2007. *Removal of COD and Turbidity to improve Wastewater Quality using Electrocoagulation Technique*. The Malaysian Journal of Analytical Science. 11(1), 198-205. PLN
- Prayitno, dkk. 2016. *Reduksi aktivitas uranium dalam limbah radioaktif cair menggunakan proses elektrokoagulasi*. Pusat sains dan teknologi, Batan
- Wulfert K, dkk, *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit*, Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2000.
- Yulianto, Andik, dkk, *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Pada Skala Laboratorium Dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2009.