

**PENJERNIHAN AIR RAWA MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN LIMBAH PRODUKSI
FURNITURE ALUMINIUM LIMBAH BATERAI KERING DAN LIMBAH
CHARGER MOBILE PHONE**

Gusti Hadiatus Solehah, Novi Rahmawanti, dan Novrian Dony

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Kalimantan

E-mail: gustihadiatusholeha@gmail.com, novirahmawanti@gmail.com,
novriandony@gmail.com

ABSTRAK

Banjarmasin dan sekitarnya merupakan lahan basah yang memiliki potensi air yang melimpah, tetapi air tersebut memiliki kualitas yang rendah banyak mengandung senyawa organik terlarut yang terdiri dari ionic dan non ionic, unsure-unsur asam seperti sulfat, klorida, dan nitrat yang melebihi kondisi normal air pada umumnya. Kondisi seperti itu sangat berbahaya apabila air rawa digunakan untuk keperluan sehari-hari. Sehingga masih membutuhkan treatment terlebih dahulu sebelum digunakan. Salah satu cara menyelesaikan masalah ini dengan melakukan penjernihan menggunakan elektrokoagulasi. Keunggulan metode ini terletak pada biaya dan proses yang jauh lebih rendah, hal ini akan lebih rendah lagi ketika menggunakan bahan dan alat yang mudah didapatkan. Pada penelitian ini dilakukan penjernihan air menggunakan aluminium sebagai katoda yang didapat dari limbah rumah produksi furniture aluminium, batang karbon sebagai anoda yang di dapat dari limbah batu baterai kering, dan limbah charger mobile phone sebagai penyearah arus AC menjadi DC. Elektroda aluminium berfungsi sebagai foting agen sehingga mampu mengendapkan suspensi penyebab kekeruhan air di dasar bejana. pH meningkat tepat sejak detik pertama pengendapan terhenti selama proses masih berlangsung ditandai dengan munculnya gelembung gas. Kualitas air yang dijernihkan dilihat pada parameter pH, kandungan Fe, Al, dan Mn disesuaikan dengan standar baku mutu air sanitasi Peraturan Menteri Kesehatan Republic Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Pada penelitian ini dihasilkan air jernih yang sudah sesuai dengan standar baku mutu air sanitasi dengan kenaikan pH hingga 7,62; penurunan kadar Fe hingga 0,1528 mg/L dan penurunan kadar Mn hingga 0,0193 mg/L.

Kata Kunci: Elektrokoagulasi, air rawa, elektroda karbon dan aluminium, pH, kandungan kimia air rawa

ABSTRACT

Banjarmasin city and around it are wetlands which have overflow water potential, but the water has low quality which contain dissolved organic compound which consists of ionic and non-ionic substances, the elements of acid such as sulphate, chloride, and nitrate which exceed from the water normal condition commonly. This condition is so dangerous if the people use the water for daily needs. So that still needs firstly treatment before using it. One of solution for solving this problem is doing the purify water by electrocoagulation method. The excellence of this method are about the lower cost and the easier process, it will more easy if we use ingredients and tools which

easy to get around. In this research purified water uses the aluminium as cathode which get from furniture home production waste, the carbon stem which get from dry battery waste, and the mobile phone charger waste as a current rectifier electric AC to DC. The aluminium electrode serves as fogging agent so it could precipitate suspension, caused of turbidity of water, at the bottom of the laver. The pH increased at the first time when the precipitate over along the process still in progress showed by appearance the gas bubbles. The quality of water which purify by this method such as pH, Fe contained, and Mn contained, are compared with sanitation water quality raw standard of the Peraturan Menteri Kesehatan Republic Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. In this research produced purifying water which inables the sanitation water quality raw standard with increasing pH to 7,62; decreasing Fe contained to 0,1528 mg/L and decreasing Mn contained to 0,0193 mg/L.

Keywords: electrocoagulation, wetlands water, carbon and aluminium electrodes, wetlands water chemical compound contained

PENDAHULUAN

Masyarakat Banjarmasin mayoritas muslim, sehingga sangat memerlukan air selain untuk minum dan memasak makanan juga sebagai alat untuk bersuci. Air yang bisa digunakan untuk bersuci adalah air sungai, air hujan, salju, air danau, air laut, dan air kran hasil pengolahan dari PDAM. Air suci digunakan untuk mensucikan dari hadas dan najis seperti najis mukhafafah, najis mutawasitah, dan najis mughalazah. Karena hadas dan najis akan menghalangi diterimanya ibadah oleh Allah. Air suci digunakan untuk mandi besar, istinja', dan berwudhu. Dan untuk mencuci peralatan rumah tangga, mencuci pakaian, dan membersihkan rumah. Baihaqi dalam riwayatnya menyebutkan bahwa, *"air itu suci lagi mensucikan terkecuali jika mengalami perubahan pada bau, rasa, atau warnanya karena najis yang mencemarinya"*. Meskipun hadits ini dha'if menurut Syaikh Nashiruddin Al-Albani tetapi wajib umat Islam berhati-hati dalam perkara bersuci. Kebolehan menggunakan proses kimia dalam pengolahan air bersih sudah sesuai dengan Keputusan Mukhtar Nahdlatul Ulama ke-28 di Pondok Pesantren Al-Munawir Krapyak Yogyakarta pada Tanggal 26-29 Rabiul Akhir 1410H/25-26 Nopember 1989M. Nomor 386 tentang Air Bersih Hasil Pengolahan, yang dibukukan dalam Ahkamul Fuqaha halaman 458, bahwa, disoal, *"Apakah dinilai ma' al-mutlaq apabila air bersih hasil proses pengolahan tetapi mempunyai kelainan baik rasa, bau, ataupun warna?"* dijawab, *"Air tersebut pada prinsipnya masih termasuk air mutlak, karena proses kimiawinya tidak mengubah kemutlakan air tersebut selama perubahannya tidak terlalu berat"*. Dan Keputusan

Komisi Bahtsul Masail Ad-Diniyah Al-Waqiyyah Munas Alim Ulama & Konbes NU di Asrama Haji Sukolilo Surabaya tanggal 27-30 Juli 2006 Nomor 440 tentang Daur Ulang Air Mutanajjis yang dibukukan dalam Ahkamul Fuqaha halaman 644, bahwa disoal, “Apakah air mutanajjis yang telah berubah menjadi air bersih secara kimiawi dapat dihukumi thahir muthahhir?” dijawab, “*Air Mutanajjis yang telah berubah menjadi air bersih secara kimiawi (yang hilang perubahan warna bau dan rasanya), tersebut dapat dihukumi thahir muthahhir apabila volume hasil air yang diproses itu mencapai batas minimal 2 qullah*”. Dengan alasan ini peneliti menggunakan proses elektrokimia untuk menjernihkan air rawa.

Tanah Kalimantan adalah tanah rawa gambut sehingga kondisi airnya tidak jernih tetapi berwarna dari kuning, merah, coklat, hingga hitam, tergantung pada kandungan kimia yang terdapat dalam air rawa tersebut. Pada musim kemarau air rawa terasa payau (banjar: hanta) menunjukkan bahwa air ini memiliki kadar garam yang tinggi. pH rendah, terdapat kandungan zat-zat organik dan besi yang tinggi. Dari segi baunya air rawa menunjukkan bau seperti besi yang mengalami korosi.

Table 1. Karakteristik air rawa

No.	Parameter	Satuan	Konsentrasi	Standar baku mutu air bersih
1.	Kekeruhan	NTU	6,57	5
2.	TDS	mg/L	0,6	500
3.	pH	mg/L	5,5	6,5 – 8,5
4.	kesadahan	mg/L	3,2	500
5.	angka KMnO ₄	mg/L	13	10
6.	Besi (Fe)	mg/L	4,85	0,3
7.	Mangan (Mn)	mg/L	0,7	0,4
8.	Zat Organik	mg/L	22,28	10

Hal ini menunjukkan rendahnya kualitas air rawa dilihat dari sisi sanitasi karena warna, bau, dan rasanya sudah tidak memenuhi standar baku mutu air sanitasi. Untuk mengatasi masalah penjernihan air rawa ini digunakan metode elektrokoagulasi dengan bahan yang mudah didapat.

Metode elektrokoagulasi merupakan pengembangan dari metode koagulasi (pengendapan) yang biasa menggunakan alum atau tawas. Kelebihan metode ini proses pembentukan koagulannya terletak setelah terbentuk floks melalui proses koagulasi

setelah Al berubah menjadi Al^{3+} . Kation Al^{3+} inilah yang menggumpalkan suspensi dalam air rawa tersebut. Metode ini lebih hemat 53% dibandingkan dengan metode koagulasi. Sebelumnya metode ini telah sukses digunakan untuk mengelektrokoagulasi pewarna tekstil (Solehah, 2018 dan Dony 2016). Sejauh ini metode ini belum dilakukan untuk mengelektrokoagulasi air rawa di Banjarmasin.

Walaupun sudah dikatakan sebagai metode yang hemat menurut peneliti penelitian ini sangat perlu dilakukan untuk menambah nilai daya guna dan ekonomis limbah dari furniture berbahan aluminium. Sepanjang pengetahuan pengusul industry ini sangat menjamur terdapat di Banjarmasin. Penelitian ini direncanakan akan menggunakan sisa-sisa potongan aluminium dari limbah tersebut sebagai sumber elektroda Al pada proses elektrokoagulasi. Elektroda yang lain menggunakan batang karbon yang berasal dari limbah baterai alkaline AA (Dony dan Rahmawanti, 2015) yang saat ini berangsur mulai ditinggalkan karena non-rechargeable. Disisi lain kami akan menggunakan charger handphone yang sudah mulai ditinggalkan karena sudah mulai ketinggalan jaman dan sudah mulai dibuang agar dapat dimanfaatkan kembali.

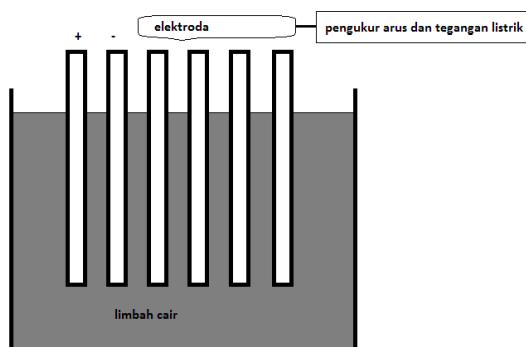
Diharapkan hasil penelitian ini memiliki dampak yang positif tidak hanya untuk menjernihkan air rawa saja, tetapi juga menggalakkan 3R (reduced, reused, and recycled) yang dimasukkan adalah pada limbah industry furniture aluminium baterai bekas, dan charger handphone yang sudah mulai ketinggalan jaman.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Penelitian ini menggunakan bejana yang akan diisi dengan 600mL air rawa, yang diambil dari air rawa daerah Handil Bakti Kalimantan Selatan. Pada penelitian ini akan diamati tentang pengaruh beberapa variable bebas penelitian, yaitu: (1) Rasio volume elektroda: volume limbah cair, dimana elektroda yang digunakan adalah 2 dan 4 pasang. Dari jumlah elektroda yang digunakan maka diukur volumenya, dan dibandingkan dengan volume limbah cair yang digunakan; (2) Durasi waktu proses elektrokoagulasi; 60 menit dan 120 menit; (3) tegangan 12 volt dan arus 2,3 Ampere;

Adapun variable terikat yang diamati pada penelitian ini adalah : (1) Kadar Fe dan Mn, (2) pH; dan (3) Konsumsi energy listrik

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: air rawa, bejana plastic 1L, elektroda aluminium, elektroda karbon, adaptor listrik, alat ukur tegangan dan arus listrik, alat ukur pH, corong, kertas saring, kabel merah dan kabel hitam, penjepit, penggaris, kertas label, botol air mineral 600mL, dan pengukur waktu. Setiap variable pengujian akan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Instalasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Instalasi Penelitian

Pengukuran Kadar Fe, Mn, dan pH sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan di laboratorium Kesehatan Pemerintah Provinsi Kalimantan Selatan Jl. Bumi Mas Raya No. 22 RT 4 Telp (0511)3254847 fax (0511) 3258958 Banjarmasin 70249. Data Kadar Fe, Mn, dan pH yang didapatkan, kemudian dikomparasi dengan standar baku mutu yang berlaku, kemudian dilakukan analisis statistic sebagai alat bantu pengambilan kesimpulan.

PEMBAHASAN



Gambar 3. Air jernih hasil elektrokoagulasi air rawa dengan variasi waktu dan variasi volume elektroda

Warna senyawa unsure transisi periode keempat dengan bilangan oksidasinya berbeda-beda. Fe^{2+} berwarna hijau muda sedangkan Fe^{3+} berwarna kuning. Mn^{2+} berwarna merah muda dan Mn^{7+} berwarna ungu. Dari gambar cuplikan air rawa

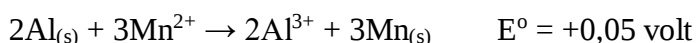
tersebut terlihat bahwa air rawa tersebut berwarna kuning sehingga diduga kuat mengandung ion Fe^{3+} lebih dominan daripada ion lain. Adanya ion Fe^{3+} dalam air akan menyebabkan gatal-gatal jika digunakan untuk mandi dan menyebabkan pakaian putih cepat lusuh jika digunakan untuk mencuci pakaian.

Penyusunan unsure-unsur berdasarkan deret kereaktifan logam dikenal dengan deret volta. Deret volta menggambarkan urutan kekuatan pendesakan suatu logam yang lain. Unsure yang terletak di sebelah kiri hydrogen lebih mudah mengalami oksidasi disbanding yang terletak di sebelah kanan hydrogen. Logam yang memiliki sifat reduktor lebih kuat akan mendesak ion logam lain yang sifat reduktornya kecil. Adapun unsure-unsur dalam deret volta adalah sebagai berikut:

Li-K-Ba-Ca-Na-Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb-H-Cu-Hg-Ag-Pt-Au

Logam di sebelah kiri H memiliki E^0 negative, sedangkan di sebelah kanan H memiliki E^0 positif. Di sebelah kiri H merupakan logam-logam aktif, sedangkan di sebelah kanan H merupakan logam-logam mulia. Makin ke kanan sifat reduktor makin lemah, makin ke kiri sifat reduktor makin kuat. Unsure-unsur dalam deret volta hanya mampu mereduksi unsure-unsur di sebelah kanannya, tetapi tidak mampu mereduksi unsure-unsur di sebelah kirinya.

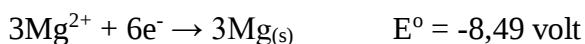
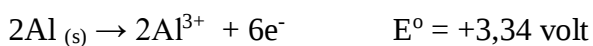
Al mampu mereduksi Mn, Zn, Cr, Fe, dan seterusnya ke kanan tetapi tidak mampu mereduksi Mg, Na, Ca, Ba, dan seterusnya ke kiri, seperti terlihat pada reaksi berikut:



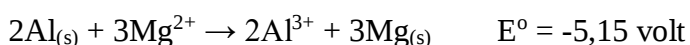
Hal ini karena E^0 sel $\text{Al}/\text{Al}^{3+} \parallel \text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$ bernilai negatif



+

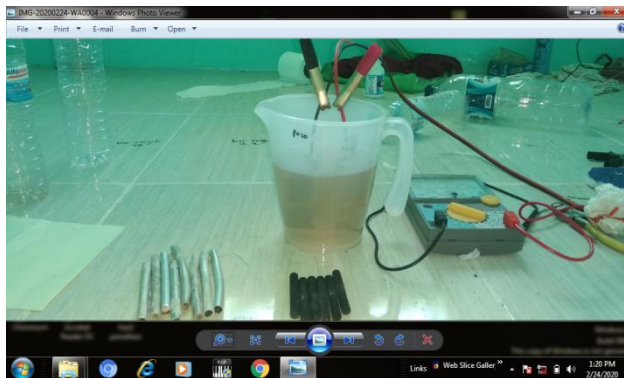


+



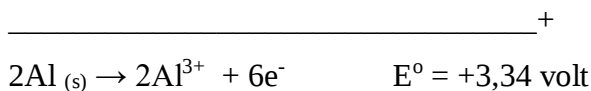
Harga potensial sel ini negative yaitu -5,15 volt, berarti reaksi ini tidak dapat berlangsung.

Sehingga dengan menggunakan anoda Al, bukan hanya Mn dan Fe yang tereduksi, tetapi juga Zn, Cr, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, dan Au yang mungkin saja ada dalam air rawa tersebut.



Gambar 4. Proses elektrokoagulasi air rawa

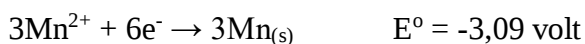
Proses elektrokoagulasi merupakan proses yang melibatkan 2 reaksi yaitu reaksi reduksi dan reaksi oksidasi (redoks), selama proses berlangsung terjadi transfer electron pada elektroda dimana reduktor berperan sebagai pemberi electron dan oksidator sebagai penerima electron. Perpindahan electron tersebut berpengaruh terhadap pembentukan flok-flok yang berfungsi untuk mengikat logam Fe dan Mn. Kemampuan dalam melakukan reaksi redoks dapat dilihat dari nilai potensial reduksi (E^0) masing-masing logam yang digunakan sebagai elektroda. Aluminium memiliki potensial redoks sebesar -1,67 volt sedangkan nilai potensial redoks dari besi adalah -0,44 volt, dan mangan -1,03 volt. Berdasarkan potensial elektroda standar tersebut, dapat diramalkan berlangsungnya reaksi redoks.



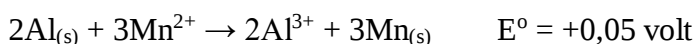
Harga potensial sel menunjukkan +2,02 volt, berarti reaksi ini dapat berlangsung.



+

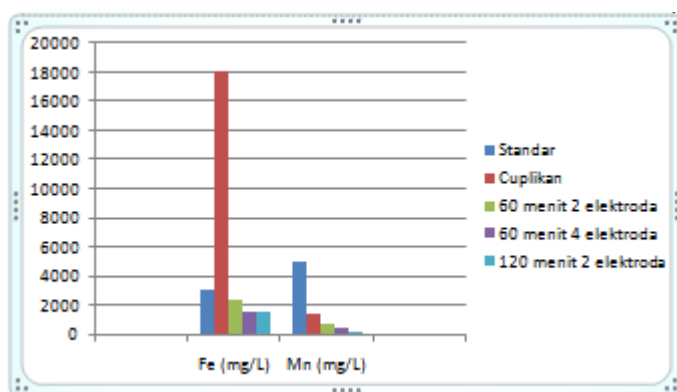


+



Harga potensial sel menunjukkan +0,05 volt, berarti reaksi ini dapat berlangsung.

Harga potensial sel $\text{Al}/\text{Al}^{3+} \parallel \text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ adalah +2,02 volt sedangkan harga potensial $\text{Al}/\text{Al}^{3+} \parallel \text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$ adalah +0,05 volt sehingga Fe lebih mudah tereduksi daripada Mn sehingga angka penurunan kadar besi jauh lebih besar daripada angka penurunan kadar Mn.



Gambar 5. Grafik perbandingan penurunan kadar Fe dan Mn per 10⁻⁴

Selain factor nilai potensial reduksi (E^0), faktor lain yang berpengaruh dalam proses perpindahan electron adalah energy ionisasi yang merupakan energy minimum yang dibutuhkan untuk melepaskan electron dari suatu ikatan, energy ionisasi ini bergantung kepada nomor atom dan jari-jari atom.

Tabel 2. Sifat fisika dan kimia Al, Fe dan Mn

Sifat	Aluminium	Besi	Mangan
Jari-jari atom	1,24 Å	0,116 nm	0,117 nm
Energy ionisasi	580 kJ/mol	2222 kJ/mol	2226 kJ/mol
Keelektronegatifan	1,5	1,8	1,5
Biloks tertinggi	+3	+3	+7
Rumus oksida tertinggi	Al_2O_3		
Rumus asam/basa tertinggi	$\text{Al}(\text{OH})_3$		
Kekuatan basa/asam	Amfoter		

Potensial reduksi standar	-1,66		
Unsure	Logam periode 3	Transisi periode 4	Transisi periode 4
Warna ion M^{2+}			Merah muda
Warna ion M^{3+}		Hijau	
warna ion M^{7+}		Kuning	ungu
Massa jenis			7,20
Jari-jari ion M^{2+}		7,89	0,91
		0,83	

Dari tabel tersebut terlihat bahwa energy ionisasi Mn 2226 kJ/mol; Fe 2222 kJ/mol; dan Al 580 kJ/mol. Energy ionisasi Mn jauh lebih besar daripada Al dan Fe juga jauh lebih besar daripada Al, sehingga Fe dan Mn lebih sukar melepaskan elektron daripada Al. Hal ini menyebabkan Fe dan Mn lebih mudah tereduksi daripada Al sehingga Fe dan Mn mengendap di dasar tabung dalam wujud solid.

Jari-jari atom Al 1,24Å, sedangkan Fe 0,116nm, dan 0,117nm. Jika 1 Å = 0,1 nm; maka 1,24Å = 0,124nm. Hal ini menunjukkan bahwa jari-jari atom Fe dan Mn lebih kecil daripada Al sehingga Fe dan Mn lebih sukar melepaskan electron atau lebih mudah menerima electron. Sehingga kation Fe dan Mn yang terlarut dalam air rawa tersebut yang telah menerima electron itu menjadi berwujud solid dan mengendap di dasar tabung.

Di awal proses elektrokoagulasi terjadi gelembung-gelembung gas yang disebabkan karena terbentuknya gas hydrogen yang terbentuk dari pelepasan ion electron dari katoda menuju anoda sebagai akibat dari proses elektrokoagulasi menyebabkan suspensi dan koloid yang terbentuk akan mengapung kemudian mengendap pada saat proses elektrokoagulasi berlangsung. Proses ini berfungsi mengendapkan flok-flok yang terbentuk sedangkan pada anoda ion Al^{3+} membentuk $Al(OH)_3$ karena sisa hidroksida akibat hidrolisis air menjadi gas hydrogen dan hidroksida. $Al(OH)_3$ akan mengikat suspensi dan koloid yang terkandung dalam air rawa.



+



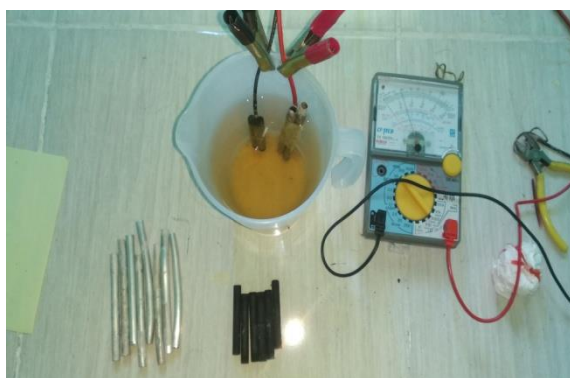
+



Tanda positif pada $E^{\circ} = +0,85$ volt menunjukkan bahwa reaksi ini berlangsung.

Pada saat proses elektrokoagulasi berlangsung, terjadi aliran listrik yang melewati anoda dan katoda akan menyebabkan berpindahnya electron dari katoda menuju anoda. Hal ini sesuai dengan hokum Faraday 1 yang berbunyi massa zat yang timbul pada elektroda yang disebabkan karena proses elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah listrik yang mengalir melalui larutan, sedangkan hokum Ohm menyatakan bahwa kuat arus (I) berbanding terbalik dengan tahanan dan berbanding lurus dengan tegangan (volt). Pada penelitian ini peralatan yang digunakan berupa adaptor yang memiliki kuat arus 2,25 Ampere dan tegangan 12 volt. Setelah listrik mengalir maka terbentuk molekul $Al(OH)_3$ yang berikatan dengan suspensi dan koloid yang terkandung dalam air rawa membentuk flok-flok yang dapat mengendap. Semakin lama aliran listrik berlangsung maka akan semakin banyak flok yang terbentuk.

Proses koagulasi merupakan proses dimana zat melayang dengan ukuran sangat kecil dan koloid digabungkan dengan membentuk flok-flok. Koagulan yang terjadi pada proses elektrokoagulasi menyebabkan pembentukan endapan dimana partikel-partikel yang tersuspensi dalam air rawa mempunyai muatan listrik pada permukaannya, muatan ini disebabkan karena adsorbs ion-ion (OH^-) dari dalam air. Ion-ion tersebut menelilingi rapat permukaan partikel dan menarik ion-ion yang bermuatan dari dalam larutan, gaya tarik-menarik antar partikel yaitu gaya van der Waals mengakibatkan koloid-koloid bergabung membentuk flok-flok.



Gambar 6. Sebelum proses elektrokoagulasi

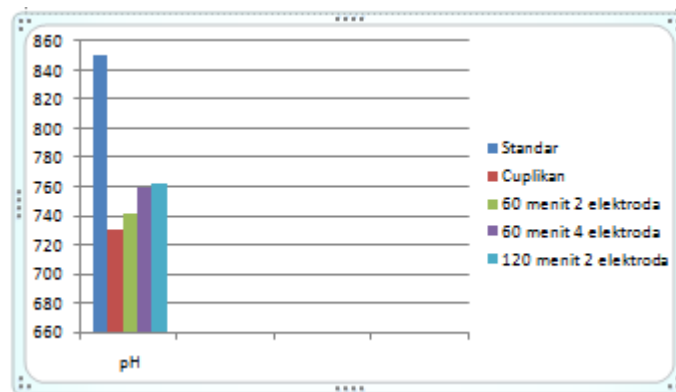


Gambar 7. Pada saat proses elektrokoagulasi

Tabel 3. Data hasil penelitian

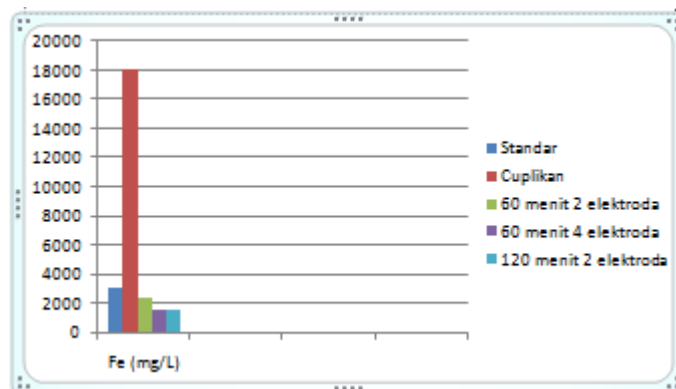
parameter	Standar	Cuplikan	60 menit 2 elektroda	60 menit 4 elektroda	120 menit 2 elektroda
pH	6,5 – 8,5	7,31	7,42	7,59	7,62
Fe (mg/L)	0,3	1,8040	0,2384	0,1572	0,1528
Mn (mg/L)	0,5	0,1342	0,0632	0,0392	0,0193

Dari data tersebut terlihat adanya kenaikan pH cuplikan sebesar 0,11 pada perlakuan elektrokoagulasi dengan menggunakan 2 pasang elektroda dalam waktu 60 menit, dan 0,31 pada penambahan waktu menit ke-120 dengan 2 pasang elektroda, dan sebesar 0,28 pada penambahan 2 pasang elektroda menjadi 4 pasang elektroda dengan waktu yang sama yaitu 60 menit.



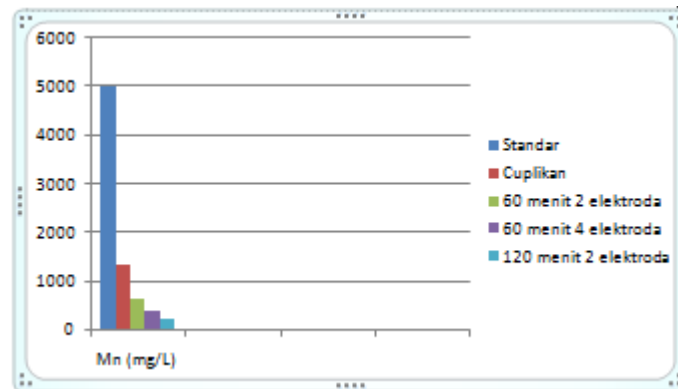
Gambar 8. Grafik kenaikan pH per 10^{-2} pada setiap variasi waktu dan jumlah elektroda

Dari data tersebut terlihat adanya penurunan kadar Fe cuplikan sebesar 1,5666 mg/L pada perlakuan elektrokoagulasi dengan menggunakan 2 pasang elektroda dalam waktu 60 menit, dan 1,6512 mg/L pada penambahan waktu menit ke-120, dan sebesar 1,6478 mg/L pada penambahan elektroda menjadi 4 pasang dengan waktu yang sama yaitu 60 menit.



Gambar 9. Penurunan kadar Fe per 10^{-4} pada variasi waktu dan volume elektroda

Dari data tersebut terlihat adanya penurunan kadar Mn cuplikan sebesar 0,0710 mg/L pada perlakuan elektrokoagulasi dengan menggunakan 2 pasang elektroda dalam waktu 60 menit, dan 0,1149 mg/L pada penambahan waktu menit ke-120, dan sebesar 0,0950 mg/L pada penambahan elektroda menjadi 4 pasang dengan waktu yang sama yaitu 60 menit.



Gambar 10. Grafik penurunan kadar Mn per 10^{-4} pada variasi waktu dan volume elektroda

KESIMPULAN

Metode elektrokoagulasi dapat digunakan untuk menjernihkan air rawa hingga memenuhi standar baku mutu air sanitasi dan dapat digunakan untuk bersuci. Hasil optimum didapat pada metode elektrokoagulasi menggunakan 2 elektroda dan waktu kontak 120 menit. Pada menit tersebut terjadi kenaikan pH sebesar 0,31, penurunan kadar Fe sebesar 1,5612 mg/L, dan penurunan kadar Mn sebesar 0,1149 mg/L. Konsumsi energy listriknya cukup dipasang pada tegangan 12 volt dan kuat arus 2,3 Ampere. Pada penggunaan 2 pasang elektroda selama waktu kontak 60 menit sudah cukup menaikkan pH dan menurunkan kadar Fe dan menurunkan kadar Mn hingga memenuhi standar baku mutu air sanitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief Rahman, 07 Agustus 2018 – 14:30 WIB. *Musim Kawin di Banjarmasin, Penjualan Furniture Lokal Meningkat*. Bisnis.com. Bisnis Kalimantan, Kalimantan
- Prahady S., et al. 2013. *Pengolahan Air Rawa Menjadi Air Bersih di Daerah Timbangan Indralaya (-3,201341 LS 104,6513881 BT) Menggunakan Membran*

Ultrafiltrasi. Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Corresponding author: hadyadhy@yahoo.com

Tim Bina Karya Guru. 2009. *Bina Fiqih untuk Madrasah Ibtidaiyah Kelas 1*. Jakarta: Erlangga.

Al Hafidz ibnu Hajar Al-‘Asqalani. 1596. *Bulughul Maram*. Diterjemahkan oleh Hamim Thohari ibnu M. Dailimi. Pembahasan Bersuci. Nomor hadits 4.

Tim Lajnah Ta’lif wan Nasyr (LTN) PBNU. Pengantar Rais Am PBNU & Dr. KH MA Sahal Mahfudh. 2011. *Ahkamul Fuqaha: Solusi Problematika Aktual Hukum Islam, Keputusan Mukhtar, Munas dan Konbes Nahdlatul Uama (1926M-2010M)*. ISBN 978-979-1353-27-4. Penerbit Khalista: Surabaya.

Akhyar, Okviyoandra. Pardede Antoni. Ariessanty, Raden Roro. Wardani, Alicia Kusuma. 2016. Penurunan bod dan cod pada limbah cair sasirangan menggunakan metoda multi soil layering (msl). *Media Sains*. Volume 9 no. 2. 162-166

Hari P, Bambang. Harsanti, Mining. 2010. Pengolahan limbah cair tekstil menggunakan proses elektrokoagulasi dengan sel Al-Al. *Prosiding Seminar Nasional Teknik kimia “Kejuangan”*. Yogyakarta. D11 1-7

Irawati, Utami , Umi Baroroh Lili Utami dan Hanifa Muslima, 2011. Pengolahan limbah cair sasirangan menggunakan filter arang aktif cangkang kelapa sawit berlapis kitosan setelah koagulasi dengan FeSO₄. *Sains dan Terapan Kimia*, Vol.5, No. 1 (Januari 2011), 34 - 44

Lestari, Novianti Dwi. Agung, Tuhi. Penurunan TSS dan warna limbah industri batik secara elektro koagulasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vo. 6 No. 1. 37-44

Mawaddah S., 2002. Analisis kromium (Cr) dalam limbah industri kain sasirangan. *Skripsi*. P.S. Kimia. FKIP UNLAM. Banjarmasin.

Mizwar, Andy. Diena, Nurun Nisa Farah. 2012. Penyisihan warna pada limbah cair industri sasirangan dengan adsorpsi karbon aktif. *Jurnal Info Teknik* volume 13 no. 1. 11-16

Mujaiyanah, 2008. Biosorpsi Cu (II), Cd (II), Pb (II) dan Cr total pada limbah cair sasirangan menggunakan kolom biomassa serasah tumbuhan galam (*Melaleuca cajuputi* powell) yang teriobilisasi pada silika gel. *Skripsi*. FMIPA KIMIA UNLAM, Banjarbaru.

Putri, Agustine Sartika. Soewondo, Prayatni. 2010. Optimasi penurunan warna pada limbah tekstil melalui pengolahan koagulasi dua tahap. *Jurnal Teknik Lingkungan* Volume 16 Nomor 1. 10-20

Rahayu, Suparni Setyowati. Astuti, Sri. Budiarti, Vonny Siti Anggrahini. 2014. Rekayasa pengolahan limbah cair industri kecil batik yang mengandung tembaga dengan metode elektrokoagulasi. *Jurnal Dian Mas* volume 3 no. 2. 121-128

Riadi, Lieke. Ferydhiwati, Whenny. Loeman, Liok Dimas Sanjaya. 2014. Pengolahan primer limbah tekstil dengan elektrokoagulasi dan analisa biaya operasi. *Jurnal Reaktor*. Volume 15 no.2. 73-78

Santoso, Untung. Mahreda, Emmy Sri. Shadiq, Fathurrazie. Biyatmoko, Danang. 2014. Pengolahan limbah cair sasirangan melalui kombinasi metode filtrasi dan

fitoremediasi sistem lahan basah buatan menggunakan tumbuhan air yang berbeda. *Enviroscientiae* 10. 157-170

- Setianingrum, Novie Putri. Prasetya, Agus. Sarto. 2017. Pengurangan Zat Warna Remazol Red Rb Menggunakan Metode Elektrokoagulasi secara Batch. *Jurnal Rekayasa Proses*. Volume 11 no. 2. 78-85
- Wiyanto, Eddy. Harsono, Budi. Makmur, Amelia. Pangputra, Rudy. 2014. Penerapan elektrokoagulasi dalam proses penjernihan limbah cair. *Jurnal JETri*. Volume 12 no. 1. 19-36
- Yunitasari, Yonna. Elystia, Shinta. Andesgur, Ivaini. 2017. Metode Elektrokoagulasi untuk Mengolah Limbah Cair Batik di Unit Kegiatan Masyarakat Rumah Batik Andalan PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP). *JOM F Teknik*. Volume 4 no. 1. 1-9