

Pengaruh Jarak Elektroda Dan Kuat Arus Pada Pengolahan Air Gambut Dengan Proses Elektrokoagulasi Secara Kontinu

Albi Fadhlah Ramadhan^a, Idral Amri^b, Drastinawati^c

^aTeknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru 28291, Indonesia

^bTeknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru 28291, Indonesia

^cTeknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru 28291, Indonesia

INFO ARTIKEL

Article history

Received February 012th 2020

Received in reviewed from

March 14th, 2020

Accepted March 18th 2021

Keywords:

continuous, current, electrocoagulation, electrode distance, peat water

*corresponding author:

Email: albifadhlahr@gmail.com

ABSTRACT

Peat water is surface water that inundates an area, formed from a pile of organic material for a long time. Peat water can cause skin irritation and metabolic disorders. The purpose of this study was to determine the application of the electrocoagulation method can be used to neutralize pH, and reduce levels of TSS and Fe in peat water treatment and also to determine the effect of changes in electrode spacing and current strength on decreasing TSS and Fe levels and neutralizing the pH of peat water. The parameters tested include pH, TSS (Total Suspended Solid), and Fe. The electrocoagulation process uses electric power which flows in the direction through the electrodes. Electrocoagulation reactor paired with a cable connected to the power supply and then connected to an electric current with a variation of current strength (1.0; 1.4; and 1.8 A) and electrode distance variations (0.5; 0.75; 1 inch). The results of this study giving the optimum conditions obtained at a strong current of 1.8 A and 0,75 inch electrode distance with an increase in pH from 3.5 to 6.8, a decrease in TSS from 128 to 36 mg / L, a decrease in Fe of 78.9% from 2.405 mg / L to 0.506 mg / L.

1. PENDAHULUAN

Penggunaan Air merupakan kebutuhan pokok bagi kehidupan manusia. Dalam kehidupan sehari-hari manusia selalu memerlukan air terutama untuk minum, masak, mandi, mencuci dan sebagainya. Di daerah-daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih, penduduk biasanya menggunakan air sumur galian, air sungai yang kadang-kadang sering kali air yang digunakan kurang memenuhi standar air minum yang sehat, bahkan beberapa daerah yang sangat buruk kualitas air tanah maupun air sungainya, penduduk hanya menggunakan air hujan untuk memenuhi kebutuhan akan air minum. Terutama penduduk yang tinggal di rawa bergambut di sebagian Sumatera dan Kalimantan mengalami kesulitan dalam hal penyediaan air bersih karena air yang terdapat di wilayah tersebut bersifat asam (pH rendah), berwarna kecokelatan dan mengandung organik (Yusnimar, *dkk.*, 2010).

Pada prinsipnya air gambut adalah air permukaan atau air tanah yang banyak terdapat di daerah pasang surut, berawa dan dataran rendah, berwarna merah kecokelatan, berasa asam (tingkat keasaman tinggi), dan memiliki kandungan organik tinggi. Gambut sendiri didefinisikan sebagai material organik yang terbentuk dari dekomposisi tidak sempurna dari tumbuhan daerah basah dan dalam kondisi sangat lembab serta kekurangan oksigen (Rustanti, *dkk.*, 2009).

Air gambut mempunyai pH rendah (3-5), berwarna merah kecoklatan, dan banyak mengandung zat organik sehingga tidak memenuhi syarat untuk memenuhi kebutuhan air minum, rumah tangga, maupun sebagai air baku air minum (Kepmenkes No. 492/MENKES/PER/ IV/2010 dan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001). Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil yang layak maka air gambut perlu diolah secara spesifik dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.

Berdasarkan peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990, parameter air yang diijinkan masing-masing ditunjukkan pada tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Karakteristik Air Bersih

Parameter	Maksimum yang diijinkan	Satuan
Kekeruhan	25	NTU
Besi	1,0	Mg/l
Kesadahan	10	^o D
Klorida	600	Mg/l
Kromium	0,05	Mg/l
Mangan	0,5	Mg/l
pH	6,5-9,0	-
Magnesium	-	Mg/l
Silica	-	Mg/l
SO ₄	400	Mg/l
TSS	50	Mg/l

(Sumber: Permenkes RI No. 416 Tahun 1990)

Elektrokoagulasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar TSS, Kandungan logam serta pH. Elektrokoagulasi ini merupakan proses koagulasi atau penggumpalan dengan tenaga listrik melalui proses elektrolisis untuk mengurangi atau menurunkan ion-ion logam dan partikel-partikel di dalam air. Untuk mengurangi pencemaran air, maka diperlukan pengolahan terlebih dahulu. Prinsip dasar dari elektrokoagulasi adalah reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). (Wiyanto *et al*, 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan metoda elektrokoagulasi dapat digunakan untuk menurunkan kandungan logam Fe dan TSS serta menetralkan pH pada air gambut dan Mengetahui pengaruh perubahan jarak elektroda dan kuat arus terhadap penurunan kadar TSS, kandungan logam Fedan penutralan pH limbah industri pelapisan logam

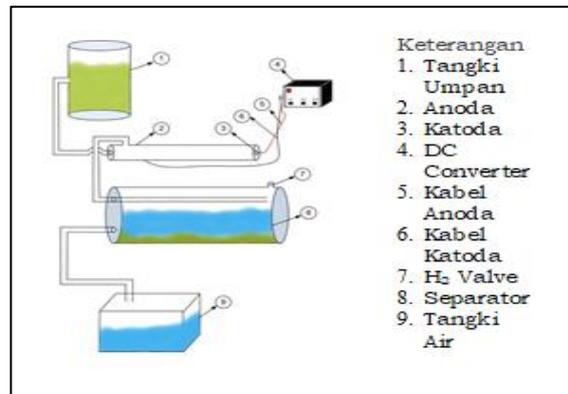
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Bahan baku

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air gambut yang diperoleh dari daerah lahan gambut di Kelurahan Rimbo Panjang Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar

2.2 Peralatan yang digunakan

Penelitian ini memerlukan beberapa alat yakni: DC power supply, elektroda aluminium, wadah plastik, kertas saring, pH meter, dan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*). Rangkaian alat pada proses pengolahan air dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat proses elektrokoagulasi secara kontinu.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu volume sampel 5 liter, panjang elektroda 2 m, tegangan 12 V dan laju alir 1L/menit. Sedangkan variabel bebas pada penelitian ini yaitu variasi jarak elektroda (0,5 ; 0,75 ; 1 inci) dan kuat arus (1,0 ; 1,4 dan 1,8 A).

2.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

1. Pengujian Sampel Awal

Air Gambut di uji kandungan TSS secara gravitasi, pH menggunakan pH meter dan konsentrasi Fe menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*).

2. Proses Elektrokoagulasi

Air Gambut yang telah di uji karakteristik awalnya di alirkan ke dalam reactor, setelah itu Power Supply DC disambungkan ke arus listrik, dengan variasi kuat arus 1,0 ; 1,4 dan 1,8 A pada jarak elektroda 0,5 ; 0,75 ; 1 inci. Kemudian, sampel hasil di uji kandungan TSS secara gravitasi, pH menggunakan pH meter dan konsentrasi Fe menggunakan AAS.

3. Analisa Sampel

Hasil optimum yang diperoleh kemudian dianalisa menggunakan alat AAS untuk mengetahui kadar logam Fe di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Unit Pelaksana Teknisi Laboratorium Bahan Konstruksi Provinsi Riau.

3. PEMBAHASAN

3.1 Analisa Limbah Awal

Analisa sampe awal bertujuan untuk memperoleh data karakteristik limbah sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi.

Tabel 2. Hasil Analisa Sampel Awal

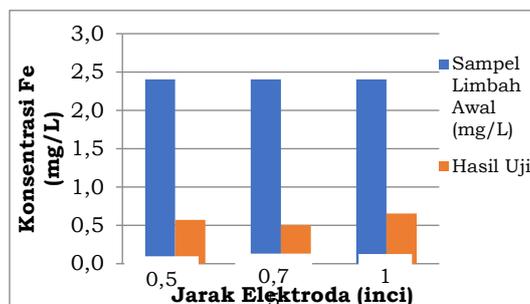
Parameter	Sampel Awal	Permenkes RI N0. 416 1990
TSS	128 mg/L	50 mg/L
pH	3,5	6,5-9
Konsentrasi Fe	2,405 mg/L	1 mg/L

3.2 Variasi Jarak Elektroda

Pengaruh variasi jarak elektroda berdampak pada kecepatan transfer antara anoda yang melepas elektron dengan katoda yang mengalir kedalam reaktor selama proses elektrokoagulasi berlangsung. Pada penelitian ini dilakukan tiga variasi jarak elektroda yaitu 0,5 inci, 0,75 inci dan 1 inci. Semua variasi jarak elektroda tersebut dilakukan pada kuat arus 1,8 A.

3.2.1 Konsentrasi Besi (Fe)

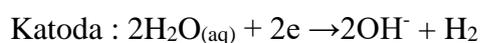
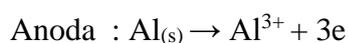
Konsentrasi Fe pada sampel awal yaitu sebesar 128 mg/L. konsentrasi Fe ini melebihi baku mutu Permenkes RI No 415 yang diizinkan tidak boleh melebihi dari 1mg/L sehingga dilakukan proses elektrokoagulasi untuk menurunkan konsentrasi Fe yang terdapat pada air gambut tersebut. Adapun hasil analisa konsentrasi Fe menggunakan AAS pada berbagai variasi jarak elektroda ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Jarak Elektroda Pada Kuat Arus 1,8 A Terhadap Konsentrasi Fe Dalam Air Gambut

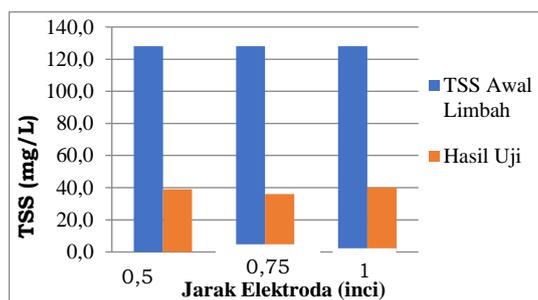
Proses elektrokoagulasi secara kontinu ini mampu menurunkan konsentrasi Fe pada kondisi arus sebesar 1,8 A dan jarak elektroda air sampel 0,5 inci yaitu sebesar 76,2%. Pada kondisi arus sebesar 1,8 A dan jarak elektroda air sampel 0,75 inci yaitu sebesar 78,9%. Sedangkan pada kondisi arus 1,8 A dan jarak elektroda 1 inci mampu menurunkan konsentrasi Fe sebesar 72,7%. Hal ini disebabkan jarak elektroda berdampak pada kecepatan transfer elektron antara anoda yang menerima elektron dengan katoda sebagai tempat terjadinya proses reduksi. Jarak elektroda juga mempengaruhi besarnya efisiensi terhadap penurunan Fe sehingga jumlah koagulan akan meningkat membentuk senyawa $Al(OH)_3$ yang mengikat konsentrasi Fe dari air

gambut. Pada Jarak elektroda 0,5 inci didapat konsentrasi Fe sebesar 0,572 mg/l, jarak elektroda yang terlalu berdekatan menyebabkan terjadinya arus singkat sehingga saat penelitian sulit untuk menstabilkan arus. Pada jarak elektroda 0,75 didapat konsentrasi Fe terbaik sebesar 0,506 mg/l, dan juga jarak 1 inci didapat konsentrasi Fe sebesar 0,656 mg/l, saat jarak diperbesar maka volume air gambut didalam pipa alumunium akan semakin besar itu mengakibatkan partikel mengikat kontaminan Fe pada Alumunium akan semakin sedikit. Penyisihan Fe terjadi ketika semakin banyaknya ion Al^{3+} yang dihasilkan pada anoda dan membentuk flok $Al(OH)_3$ yang berperan sebagai koagulan. Kemudian flok $Al(OH)_3$ tersebut dapat mengikat senyawa organik dan logam logam yang terkandung dalam air (Saputra dan Farida, 2016). Berikut ini adalah mekanisme penyisihan Fe yang terjadi selama proses elektrokoagulasi.



3.2.2 Total Suspended Solid (TSS)

Parameter yang juga dianalisa dalam penelitian ini adalah TSS. Kadar TSS sampel awal sebesar 128 mg/L yang belum memenuhi baku mutu Permenkes RI No 415. Adapun hasil analisa TSS pada berbagai variasi laju alir ditampilkan pada Gambar 3.

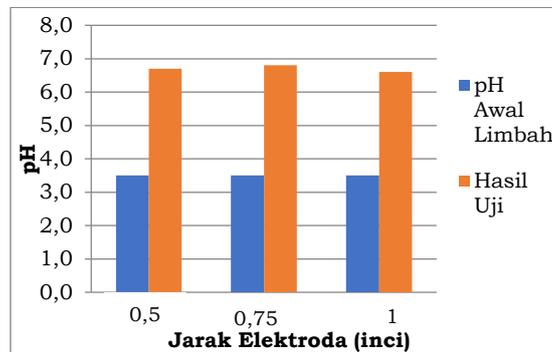


Gambar 3. Pengaruh Jarak Elektroda Pada Kuat Arus 1,8 A Terhadap Perubahan TSS Dalam Air Gambut.

Air gambut diberi perlakuan dengan besar jarak elektroda yang bervariasi secara berurutan 0,5 inci; 0,75 inci dan 1 inci dengan kuat arus 1,8 A menggunakan pipa aluminium dengan panjang 2 meter yang terdapat pipa bagian dalam dan bagian luar dengan berbagai diameter diantaranya 1 inci ; 1 ¼ inci dan 1 ½ inci untuk menghasilkan jarak elektroda 0,5; 0,75; 1 inci. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat tiga variasi jarak elektroda yang mampu mengurangi kadar TSS hingga di bawah nilai ambang batas (50 mg/L). Jarak elektroda tersebut adalah 0,5 ; 0,75 inci dan 1 inci. Menurut siringo-ringo (2012) perubahan nilai TSS karena semakin lama waktu kontak dan semakin tinggi arus yang diberikan akan menyebabkan ion-ion yang dilepaskan elektroda aluminium menghasilkan aluminium hidroksida yang mampu mengikat bahan-bahan organik membentuk flok-flok yang dapat menggumpalkan padatan tersuspensi dalam air, sehingga kadar TSS pada limbah akan berkurang.

3.2.3 pH

Hasil analisa pada sampel awal menunjukkan air gambut bersifat asam dengan pH sebesar 3,5. Setelah dilakukan elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda, diperoleh hasil perubahan pH seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Jarak Elektroda Pada Kuat Arus 1,8 A Terhadap pH Dalam Air Gambut.

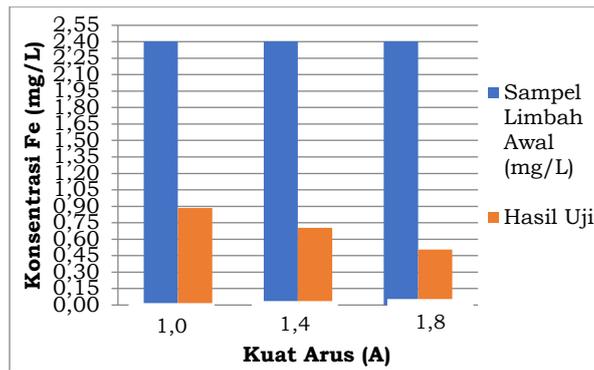
Berdasarkan pada Gambar 4. menunjukkan bahwa semakin besar arus yang diberikan akan mengakibatkan nilai pH juga meningkat dan semakin cepat laju alir sampel maka peningkatan nilai pH juga akan semakin kecil. Peningkatan nilai pH ini disebabkan besarnya arus dan lamanya waktu kontak akan menghasilkan OH^- yang semakin banyak pula. Dalam proses elektrokoagulasi, ion OH^- dihasilkan dari proses reduksi air (H_2O) di katoda. Banyaknya ion tersebut mempengaruhi besarnya pH yang diukur Menurut Prabowo (2012), pada proses elektrokoagulasi yang terjadi, semakin banyak ion OH^- yang dihasilkan melalui reduksi air pada katoda maka nilai pH atau kebasaaan dari limbah yang diolah akan semakin meningkat

3.3 Variasi Kuat Arus

Pengaruh variasi kuat arus pada kuat arus rendah, arus yang dibutuhkan dalam pembentukan $\text{Al}(\text{OH})_3$ kurang, sehingga proses elektrokoagulasi kurang efektif. Variasi kuat arus dilakukan sebanyak tiga variasi yaitu 1,0 A ; 1,4 A ; dan 1,8 A pada jarak elektroda 1 inci

3.3.1 Konsentrasi Besi (Fe)

Konsentrasi Fe sampel awal pada air gambut yaitu sebesar 2,405 mg/L. konsentrasi Fe ini melebihi baku mutu Permenkes RI No.415 Tahun 1990 yang diizinkan tidak boleh melebihi dari 1 mg/L. Hasil analisa konsentrasi Fe dengan variasi kuat arus ditampilkan pada Gambar 5.

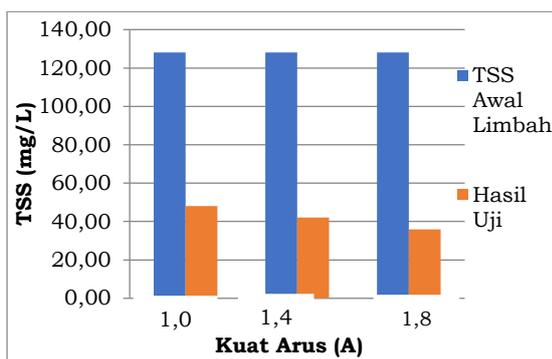


Gambar 5. Pengaruh Kuat Arus Pada Jarak Elektroda 0,75 inci Terhadap Penurunan Konsentrasi Fe Dalam Air Gambut.

Berdasarkan hasil *percent removal*, ketiga variasi kuat arus (1,0 A; 1,4 A; dan 1,8 A) pada jarak elektroda 0,75 inci memiliki *percent removal* sebesar 63,3% ; 70,7% ; dan 78,8%. Hasil tersebut menunjukkan adanya pengaruh kuat arus terhadap *percent removal* logam Fe. Semakin kuat arus yang diberikan maka penyisihan logam Fe semakin besar, selama proses elektrokoagulasi, semakin banyak kation alumunium yang terbentuk kemudian membentuk $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang akan mengikat polutan-polutan yang diikuti mekanisme pengendapan. Penyisihan Fe terjadi ketika semakin banyaknya ion Al^{3+} yang dihasilkan pada anoda dan membentuk flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang berperan sebagai koagulan dengan reaksi $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_{3(\text{s})} + 3\text{H}^+$ (pers 1) flok $\text{Al}(\text{OH})_3$ tersebut dapat mengikat senyawa organik dan logam logam yang terkandung dalam air (Saputra dan Farida, 2016). Pada kuat arus rendah, arus yang dibutuhkan dalam pembentukan $\text{Al}(\text{OH})_3$ kurang, sehingga proses dari elektrokoagulasi kurang efektif.

3.3.2 Total Suspended Solid (TSS)

Kadar TSS sampel awal pada air gambut sebesar 128 mg/L yang belum memenuhi baku mutu Permenkes RI No. 415 Tahun 1990. Adapun hasil analisa TSS dengan variasi kuat arus ditampilkan pada Gambar 6.



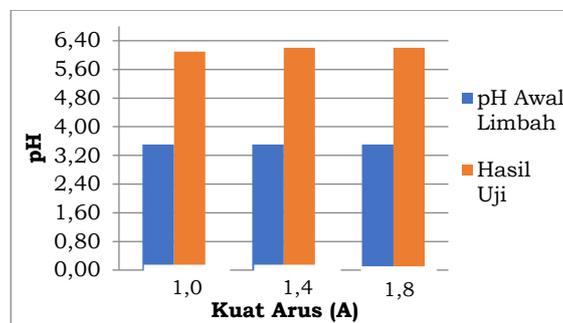
Gambar 6. Pengaruh Kuat Arus Pada Jarak Elektroda 0,75 inci Terhadap Perubahan TSS Dalam Air Gambut

Penurunan kadar TSS disebabkan oleh adanya oksidasi logam alumunium menjadi ion Al^{3+} di katoda serta pembentukan ion OH^- di anoda. Ion Al^{3+} dan OH^- selanjutnya akan membentuk

$\text{Al}(\text{OH})_3$ yang bertindak sebagai koagulan. Koagulan akan mengikat padatan tersuspensi yang terdapat pada air gambut sehingga terbentuklah flok. Flok yang telah terbentuk akan terangkat ke permukaan oleh hidrogen yang terbentuk di katoda. Proses penurunan TSS dapat difahami karena TSS adalah polutan yang berada dalam bentuk tersuspensi. Bila suatu materi tersuspensi maka material tersebut berbentuk solid dengan ukuran tertentu. Hasil adsorpsi ini akan terpisahkan ke atas (terflotasi) sehingga terjadi penurunan konsentrasi TSS di dalam air limbah (Hanum, 2015).

3.3.3 pH

Nilai pH sampel awal pada air gambut sebesar 3,5 yang juga belum memenuhi baku mutu permenkes RI No. 415 Tahun 1990. Peningkatan pH dipengaruhi oleh besarnya arus yang diberikan. Masing-masing kuat arus menghasilkan perubahan pH yang berbeda, seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh Kuat Arus Pada Jarak Elektroda 0,75 inci Terhadap pH Dalam Air Gambut

Berdasarkan data pada Gambar 7. dapat diketahui bahwa perubahan pH tertinggi terjadi pada kuat arus 1,8 A, yaitu 6,8. Sedangkan perubahan pH terendah terjadi pada kuat arus 1,0 A yaitu 6,5. Rendahnya perubahan pH pada kuat arus 1,0 A disebabkan oleh kuat arus yang terlalu kecil sehingga gas hidrogen yang dihasilkan menumpuk pada area sekitar elektroda. Akibatnya, ion OH^- akan langsung terangkat ke permukaan.



Gambar 8. Air Hasil Elektrokoagulasi

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil kegiatan penelitian ini yaitu Elektrokoagulasi mampu menurunkan kadar TSS, kandungan logam Fe didalam Air Gambut dan juga mampu menetralkan pH. Pengaruh Perubahan Jarak Elektroda dan kuat arus pada proses elektrokoagulasi secara kontiniu ini didapatkan kondisi terbaik pada kuat arus 1,8 A dan jarak elektroda 0,75 inci dengan kenaikan pH dari 3,5 menjadi 6,8, penurunan TSS dari 128 mg/L menjadi 38 mg/L.

Penurunan konsentrasi Fe dengan efisiensi sebesar 78,9% dari 2,405 mg/L menjadi 0,506 mg/L. Semua variabel yang di uji telah memenuhi baku mutu Permenkes RI No. 416 Tahun 1990.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan masukan, arahan dan bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini, dan juga terimakasih kepada dosen pembimbing yang selalu memotivasi dan memberikan arahan yang terbaik kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliya, R.R. & W.D.R. Putri. 2014. *Karakteristik Edible Film dari Pati Jagung dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih sebagai Antibakteri*. Jurnal Pangan dan Agroindustri; 2(3):43-53.
- Amri, I., Aziz, A., Drastinawati, 2018, *Effect of Direct Electric Current on Contaminants Removal from the Peat Water with Continuous System*, IOP Cong. Series: Materials Science and Engineering 345,012045.
- Anggriawan, Ade, Edy S., Monita O.. 2015. *Penyisihan Kadar Logam Fe dan Mn Pada Air Gambut dengan Pemanfaatan Geopolimer dari Kaolin Sebagai Adsorben*. Jom. FTEKNIK 2,1.
- Departemen Kesehatan, Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES /Per/IV/ 2010. *Persyaratan Kualitas Air Minum dan Air Bersih*. www.depkes.go.id (diakses 11 agustus 2017).
- Djajadiningrat, S. Famiola. 2004. *Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan (Eco Industrial Park)*. Rekayasa Sains, Bandung.
- Effendi, H. 2013. *Telaah kualitas air*. Kanisius, Yogyakarta.
- Fadillah, A., 2018. *Pengolahan Air Gambut Untuk Menurunkan Kadar Besi dan Mangan Dengan Proses Elektrokoagulasi Secara Kontiniu*. Jurnal Sains dan Teknologi. Universitas Riau.
- Febrina, L, 2014. *Kromatografi lapis tipis preparatif untuk memurnikan asam linoleat terkonjugasi hasil sintesis dari risinoleat minyak kastor*, Skripsi, FMIPA Unimed.
- Hanum, F. 2015. *Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol 4, No 4.
- Holt.,P,K, Geoffrey W, Barton, Cynthia A Mitchel. 2006. *The future for electrocoagulation as a localised water treatment technology*. Departement of Chemical Engineering. University of Sydney.NSW. Sydney. Australia.
- Irianto.1998. *Kinetika Penurunan Warna & Zat Organik Air Gambut Menggunakan Tanah Lempung Gambut Dengan Sistem Batch*, *Penelitian Puslitbang Pemukiman bekerja sama dengan PAU ITB*.

- Kusumahati, I. 1998. Studi Kemampuan Resin Kation Na^+ dan H^+ sebagai Media Penukar Ion Untuk Menurunkan kandungan Tembaga “, Program studi Teknik Lingkungan, ITS, Surabaya.
- Koparal and Ogotveren. 2002. *Removal of nitrate from water by elektrodeposition and elektrokoagulation. J, Hazard.*
- Mollah, M. Y. A, Robert, S., & Jose, R.P. 2009. *Fundamental Present and Future perspectives of Elektrocoagulation.* Journal of Hazardous Material, B114 pp: 199-21.
- Nurhasni, 2012. *Penyerapan Ion Aluminium dan Besi dalam Larutan Sodium Silikat Menggunakan Karbon aktif.* Program Studi Kimia FST UINSyarif Hidayatullah. Jakarta.
- Rustanti Eri, Iva, dan Wahyono Hadi, 2009. *Kajian Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih dengan Kombinasi Proses Upflow Anaerobic Filter dan Slow Sand Filter.* Tesis Program Magister, Teknik Lingkungan ITS.
- Peraturan Pemerintah RI No. 20 tahun 1990. Tentang Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Prabowo, A. dan H. B. Gagah. 2012. *Pengolahan limbah cair yang mengandung minyak dengan proses elektrokoagulasi dengan elektroda besi.* Jurnal teknologi kimia dan industri, Vol 1, No 1: 352-355.
- Saputra, E. dan H. Farida. 2016. *Pengaruh jarak antara elektroda pada reactor elektrokoagulasi terhadap pengolahan effluent limbah cair pabrik kelapa sawit.* Jurnal Teknik Kimia USU, Vol 5: 4.
- Siringgo-ringgo, E. 2012. *Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Pada Pengolahan Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Alumunium Sebagai Sacrificial Elektrode.* Jurnal Sains dan Teknologi Kimia.
- SNI 06-6989.11. 2004. *Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan pH Meter*
- SNI 06-6989.3. 2004. *Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended solid, TSS) secara Gravimetri.*
- Tarigan, M.S., & Edward. (2013). Kandungan total zat padat tersuspensi di perairan raha, sulawesi tenggara. *Jurnal Makara.*
- Wiyanto, E., Budi, H., Amelia, A., Rudy, P., Julita., & Mario, S.K. 2014. *Penerapan elektrokoagulasi dalam proses penjernihan limbah cair.* Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Trisakti, Vol 12, No 1: 19 – 36.
- Yonna, Y., Shinta, E., & Ivnaini, A. 2017. *Metode Elektrokoagulasi untuk Mengolah Limbah Cair Batik di Unit Kegiatan Masyarakat Rumah Batik Andalan PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP).*
- Yusnimar, Yelmida, A., Yenie, E, Edwar, H.S, Drastinawati. 2010. *Pengolahan Air Gambut dengan Bentonit.* Jurnal Sains dan Teknologi. Universitas Riau.
- Zadow R., 2009. The Real Dirt on Humic Substances, Maximum Yield, Canada, p.40-44.