

Solar Power Elektrokoagulasi dengan Sistem Aliran Menerus untuk Pengolahan Air Baku

Solar Power Electrocoagulation with Continuous Flows System for Raw Water Treatment

Iskandar Zulkarnain

Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

Jl. Soekarno-Hatta No.10, Rajabasa, Bandar Lampung, 35144 (Tel. 0721-703995)

Emai : iskandar160575@polinela.ac.id

ABSTRACT

Electrocoagulation is the process of clumping and deposition of fine particles that dissolve in water without chemicals used. This process is the best alternative for removing turbidity in processing raw water because the treated water leaves no residue of sulfate and chloride. Several studies have been conducted related to the use of the best electrodes, distance and number of electrodes and contact time. The objective of this research to design a solar power electrocoagulation device with a continuous system to be applied in the raw water treatment process on a laboratory scale by observing turbidity, TSS and pH.

Keywords: electrocoagulation, raw water, turbidity.

Naskah ini diterima pada tanggal 23 Oktober 2019, direvisi pada tanggal 6 Nopember 2019 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 15 Desember 2019

PENDAHULUAN

Dalam konteks penyediaan air bersih, kekeruhan merupakan salah satu faktor mutlak yang harus disisihkan, karena air yang keruh biasanya memberikan pesan bahwa air tersebut berbahaya bagi kesehatan, kemungkinan tercemar limbah organik maupun anorganik atau mengandung mikroorganisme berbahaya.

Secara umum proses pengolahan air baku menjadi air bersih terdiri dari lima tahapan utama. Kelima tahap itu adalah: 1) Pra Sedimentasi; 2) Koagulasi; 3) Flokulasi; 4) Sedimentasi; dan 5) Filtrasi.

Koagulasi, sebagai proses yang sangat terkait dengan penyisihan kekeruhan air baku yang menjadi unit pengolahan utama dan dianggap dapat meningkatkan efisiensi dan biaya operasi keseluruhan proses pengolahan air baku (Ramadhan. D, 2016).

Secara umum proses koagulasi dalam pengolahan air baku selalu melibatkan bahan kimia yang disebut dengan koagulan. Penggunaan tawas (alum) dan $Al_2(SO_4)_3$ atau PAC sebagai koagulan akan menghasilkan sludge atau endapan yang mengandung sulfat maupun klorida (Lestari, P, dkk., 2017). Hal ini memungkinkan akan adanya residu sulfat atau klorida yang tertinggal didalam air hasil olahan.

Suatu metode alternatif dalam proses koagulasi yang dikenal dengan nama elektrokoagulasi, memberikan solusi dalam hal ini. Proses elektrokoagulasi ini tidak menggunakan bahan kimiawi, melainkan menggunakan dua lempeng elektroda yang bermuatan (+) dan (-) yang dialirkan arus searah (DC), untuk memecah kestabilan zat terlarut di dalam air sehingga terjadilah proses penggumpalan.

Secara umum penelitian elektrokoagulasi terkait dengan jenis elektroda terbaik yang digunakan, jumlah dan jarak efektif elektroda yang digunakan, waktu kontak dan rekayasa aliran menerus pada reaktor elektrokoagulasi.

Mahmad, M.K.N, et al (2015) menyimpulkan bahwa elektroda Aluminium adalah yang terbaik untuk menghilangkan kekeruhan dan warna. Sedangkan Herrera, J.C., (2013) pada publikasi video youtubanya yang berjudul "Electrocoagulation 101", menyatakan bahwa semakin besar jarak antara katoda dan anoda pada sel elektrokoagulasi akan meningkatkan tegangan DC yang digunakan. Jarak efektif antara katoda dan anoda yang direkomendasikannya adalah 3-10 mm sehingga akan memperkecil konsumsi voltase yang digunakan.

Penelitian yang dilakukan Lestari. P., dkk (2017) menyimpulkan bahwa penggunaan 4 pasang elektroda alumunium berjarak 1 cm menggunakan tegangan 12 Volt dan kuat arus 500 mA efektif menurunkan kadar fosfat pada limbah laundry.

Pradiko, H, dkk, (2018) dalam jurnalnya yang berjudul "Influence of Mixing and Detention Time in Electro Coagulation Process to Treat Raw Water at Badak Singa Water Treatment Plant", menyatakan bahwa proses elektrokoagulasi menggunakan satu pasang plat alumunium dengan jarak antar elektoda sebesar 10 mm menggunakan variasi tegangan DC 10, 20 dan 30 Volt dan waktu kontak selama 5, 10, 20 and 30 menit, menyimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan yang diberikan dan waktu kontak yang lebih lama akan menghasilkan proses penyisihan kekeruhan yang lebih baik.

Yunitasari. Y. dkk., (2017), dalam penelitiannya yang berjudul Metode Elektrokoagulasi untuk Mengolah Limbah Cair Batik di Unit Kegiatan Masyarakat Rumah Batik Andalan PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP), menyatakan bahwa semakin besar tegangan dan semakin lama waktu kontak maka efisiensi penyisihan TSS semakin baik.

Selanjutnya beberapa peneliti melakukan percobaan untuk menerapkan proses elektrokoagulasi pada suatu reaktor dengan sistem aliran yang menerus (kontinyu).

Adeline. L. dkk., (2015) dalam jurnalnya berjudul Studi Kinerja Elektrokoagulasi Menggunakan Reaktor Kontinyu Dan Batch Terhadap Air Limbah Domestik Perkantoran Gedung Syarif Thajeb (M) Universitas Trisakti, menyatakan bahwa proses elektrokoagulasi dengan sepasang lempeng alumunium pada reaktor batch kontinyu mampu menurunkan konsentrasi COD mencapai 95% pada waktu kontak 60 menit dan voltase 4 V.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Puspita, R (2018) dengan judul Penurunan Kekeruhan Pada Air Baku Dengan Metode Elektrokoagulasi Pada Reaktor Kontinyu, menunjukan

hasil bahwa proses elektrokoagulasi pengolahan air baku yang mengalir kontinu dengan debit debit 0,01 l/detik menggunakan 2 pasang plat aluminium dengan tegangan DC 7 volt, mampu menurunkan kekeruhan dari 400 NTU menjadi 3,4 NTU atau dengan kata lain dapat menyisihkan kekeruhan sebesar 99,15%.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti pendahulu, terkait dengan jenis dan jarak elektroda, besarnya tegangan DC yang diberikan, waktu kontak dan sistem reaktor kontinu, maka dilakukan penelitian merancang pengembangan reaktor koagulasi kontinu yang mempertimbangkan jenis dan jarak terbaik elektroda, besarnya tegangan yang diberikan dan lama waktu kontak untuk meningkatkan jumlah produksi air bersih yang dihasilkan dalam proses pengolahan air baku menjadi air bersih.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang model reaktor elektrokoagulasi sistem aliran menerus dengan pertimbangan jumlah, jarak dan jenis elektroda, besar tegangan DC yang diberikan serta waktu kontak yang efektif.
2. Mengetahui besarnya perubahan nilai parameter fisika antara air baku sebelum dan sesudah dilakukan proses elektrokoagulasi meliputi nilai Kekeruhan, TSS dan pH.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen yang merancang model alat elektrokoagulasi menggunakan tenaga surya (*solarcell*) dengan sistem aliran menerus untuk pengolahan air baku. Model alat ini menjadi alternatif metode koagulasi tanpa menggunakan bahan kimiawi.

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Tanah dan Air dan Laboratorium Analisis Politeknik Negeri Lampung. Sedangkan pelaksanaan penelitian direncanakan selama 6 bulan dari bulan Juni 2019 sampai dengan November 2019.

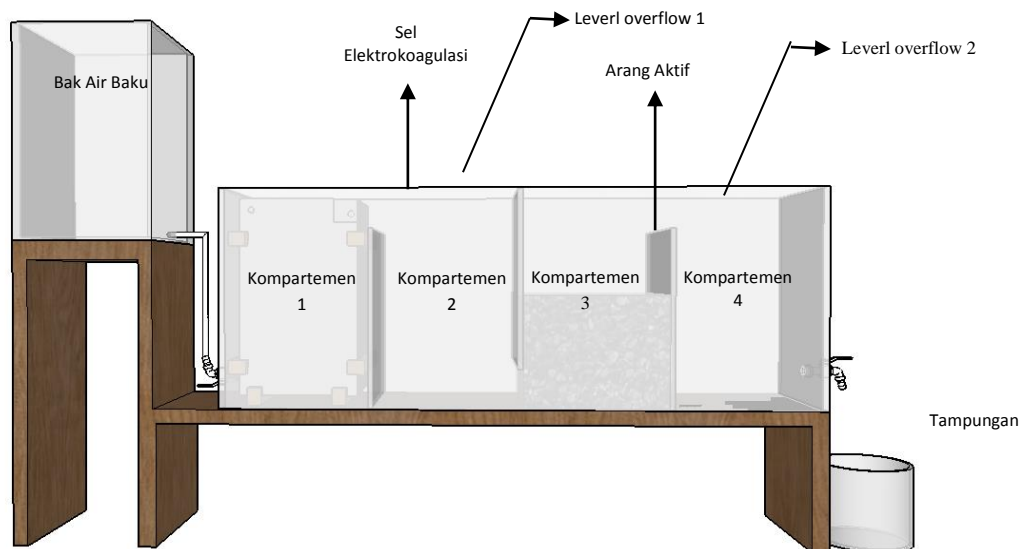
Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

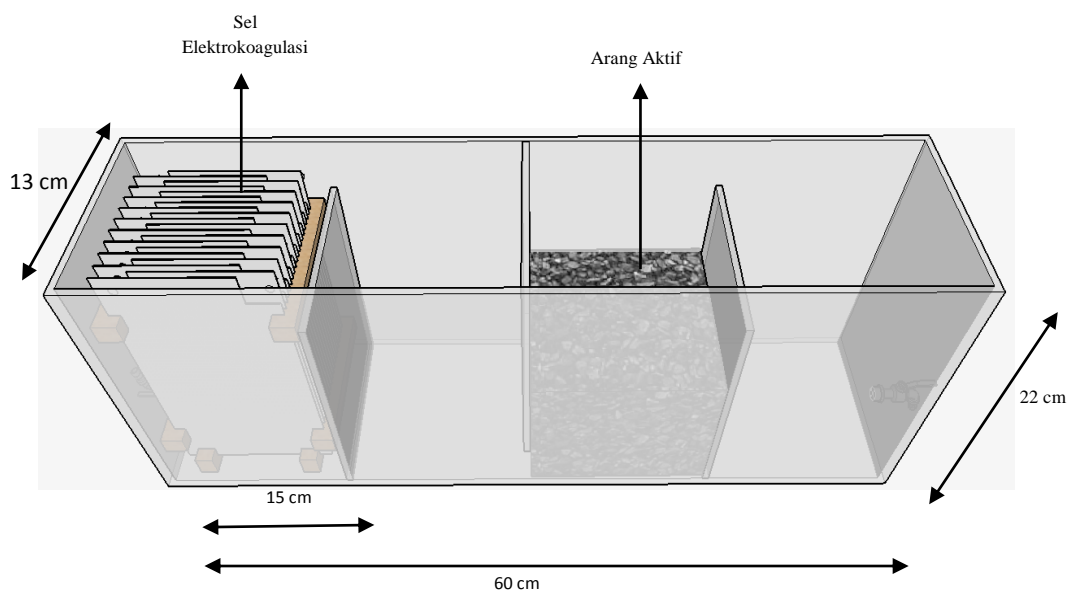
- a. Bahan : Air sungai yang keruh, Pelat aluminium tebal 0,6 mm, bk air baku, kaca 5 mm, bak penampungan, 1 set sel surya (*solarcell*), 1 unit accu 12 volt, kabel penghubung, Selang air, silikon gel/lem kaca, keran ½ inchi 2 buah, arang aktif.
- b. Alat: Pisau *Cutter*, Penggaris, Gergaji besi, Palu, Tang, Spectrophotometer, pH meter, TSS meter.

Rancangan Alat

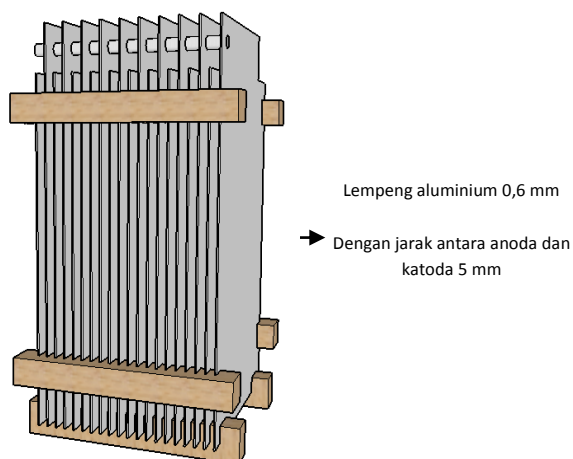
Rancangan alat elektrokoagulasi dengan tenaga surya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 1. Skema Rancangan Alat



Gambar 2. Reaktor Elektrokoaguasi



Gambar 3. Sel Elektrokoagulasi

Konsep Kerja Rancangan Alat

Secara umum, alat yang dirancang bekerja dengan mengalirkan air baku kedalam reaktor elektrokoagulasi dengan aliran kontinyu yang disesuaikan debit alirannya, sehingga overflow dari kompartemen pertama ke kompartemen kedua terjadi pada waktu yang telah ditentukan sebagai asumsi waktu kontak (10, 15, 20 menit). Pada saat pengujian, sel elektrokoagulasi (aluminium) diberi arus searah (DC) sebesar 12 volt dari sumber accu yang terhubung dengan panel surya sebagai charge electricity system.

Variabel yang Divariasikan

Pada penelitian ini terdapat variabel yang divariasikan untuk mengamati hasil kinerja sistem solar power elektrokoagulasi sistem aliran menerus untuk pengolahan air air baku. Adapun variabel yang divariasikan adalah urutan media filtrasi sebagai berikut:

- Variasi 2 : 10 pasang elektroda dengan jarak 5 mm menggunakan arus DC 12 Volt dengan waktu hingga *overflow* pertama mencapai 10 menit
- Variasi 3 : 10 pasang elektroda dengan jarak 5 mm menggunakan arus DC 12 Volt dengan waktu hingga *overflow* pertama mencapai 15 menit
- Variasi 4 : 10 pasang elektroda dengan jarak 5 mm menggunakan arus DC 12 Volt dengan waktu hingga *overflow* pertama mencapai 20 menit

Parameter yang Diukur

Adapun pengukuran parameter dilakukan pada:

- Air baku (air sungai) sebagai variabel kontrol dengan parameter ukur nilai kekeruhan, TSS dan pH.

- b. Air hasil olahan dengan waktu kontak 10 menit dengan parameter ukur nilai kekeruhan, TSS dan pH.
- c. Air hasil olahan dengan waktu kontak 15 menit dengan parameter ukur nilai kekeruhan, TSS dan pH.
- d. Air hasil olahan dengan waktu kontak 20 menit dengan parameter ukur nilai kekeruhan, TSS dan pH.

Prosedur Pelaksanaan

Adapun prosedur pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Melakukan rancangan alat sebagaimana skema rancangan alat pada Gambar 4.
- c. Melakukan uji coba debit inlet yang masuk kedalam reaktor koagulasi sistem kontinyu dengan mengatur bukaan valve inlet. Pengaturan debit ini erat kaitannya dengan waktu kontak air baku dengan elektroda koagulasi (10,15 dan 20 menit).
- d. Melakukan pengukuran parameter awal air baku meliputi: kekeruhan, TSS dan pH.
- e. Melakukan pengujian pertama dengan waktu kontak selama 10 menit.
- f. Melakukan pengukuran parameter air hasil olahan meliputi: kekeruhan, TSS dan pH.
- g. Mengulangi pengujian dengan mengatur waktu kontak selama 15 menit.
- h. Melakukan pengukuran parameter air hasil olahan meliputi: kekeruhan, TSS dan pH.
- i. Mengulangi pengujian dengan mengatur waktu kontak selama 20 menit.
- j. Melakukan pengukuran air hasil olahan meliputi: kekeruhan, TSS dan pH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Alat

Rancangan alat reaktor elektrokoagulasi terdiri dari tiga bagian, yaitu reaktor elektrokogulasi, cell elektrokoagulasi dan sumber arus DC, sebagaimana disajikan pada Gambar



Gambar 4. Sel Elektrokoagulasi

Hasil Pengujian Air Baku

Pengujian awal dilakukan terhadap air baku, dengan mengamati parameter kekeruhan, TSS dan pH. hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengamatan Air Baku

No	Item Pengamatan	Data Pengamatan
1	Kekeruhan	63,8 NTU
2	TSS	64 ppm
3	pH	6,8

(Sumber: Hasil Pengamatan, 2019)

Hasil Pengujian Parameter Kekeruhan

Pengukuran nilai parameter kekeruhan dilakukan dengan alat Spektrofotometer. Sampel yang diuji adalah sampel air baku, air hasil olahan dengan elktrokoagulasi dengan waktu kontak 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Adapun data hasil pengujian tingkat kekeruhan (turbidity) masing-masing sampel seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Pengujian Nilai Kekeruhan

No	Data Sampel	Nilai Kekeruhan (NTU)
1	Data #0 (Air baku)	63,8
2	Data #1 (waktu kontak 10 menit)	3,4
3	Data #2 (waktu kontak 15 menit)	2,8
4	Data #3 (waktu kontak 20 menit)	2.6

(Sumber: Pengukuran, 2019)

Berdasarkan tabel diatas, kinerja alat elektrokoagulasi mampu menurunkan nilai kekeruhan untuk masing-masing waktu kontak. Pada waktu kontak 10 menit nilai kekeruhan menurun sebesar 94,7%, sedangkan untuk waktu kontak selama 15 menit nilai kekeruhan menurun sebesar 95,6% dan untuk waktu kontak 20 menit, nilai kekeruhan menurun sebesar 95,9%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Puspita, R (2018) pengolahan air baku dengan metode elektrokoagulasi mampu menyisihkan kekeruhan sebesar 99,15%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Pradiko, H, dkk, (2018) menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak akan menghasilkan proses penyisihan kekeruhan yang lebih baik. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa kinerja elektrokoagulasi sangat baik dalam menyisihkan kekeruhan dalam proses pengolahan air baku.

Hasil Pengujian Parameter Total Suspended Solid (TSS)

Hasil pengamatan terhadap parameter TSS untuk waktu kontak 10 menit, 15 menit dan 20 menit disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengujian Nilai TSS Air Baku dan Air Hasil Filtrasi

No	Data Sampel	Nilai TSS (ppm)
1	Data #0 (Air baku)	64
2	Data #1 (waktu kontak 10 menit)	8,50
3	Data #2 (waktu kontak 15 menit)	6,25
4	Data #3 (waktu kontak 210 menit)	4,43

(Sumber: Pengukuran, 2019)

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat disimpulkan terjadi penurunan Nilai TSS untuk masing-masing waktu kontak. Untuk waktu kontak 10 menit perbaikan nilai TSS sebesar 88,7%, untuk waktu kontak 15 menit perbaikan nilai TSS sebesar 90,2% dan untuk waktu kontak 20 menit perbaikan nilai TSS sebesar sebesar 93,1%. Jika merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Yunitasari. Y. dkk., (2017), yang menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak maka efisiensi penyisihan TSS semakin baik. Oleh karenanya pada penelitian ini terlihat bahwa ketika waktu kontak semakin lama maka proses penyisihan nilai TSS semakin baik.

Hasil Pengujian Parameter pH

Hasil pengamatan terhadap parameter pH dengan kondisi perlakuan waktu kontak 10 menit, 15 menit dan 20 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data Pengujian Nilai pH

No	Data Sampel	Nilai pH
1	Data #0 (Air baku)	6,8
2	Data #1 (waktu kontak 10 menit)	7,13
3	Data #2 (waktu kontak 15 menit)	7,39
4	Data #3 (waktu kontak 20 menit)	7,42

(Sumber: Pengukuran, 2019)

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pH air hasil olahan dengan metode elektrokoagulasi menunjukkan peningkatan dari 6,8 menjadi 7,13 sampai 7,42 setelah kontak dengan cell elektorkoagulasi. Jika melihat pola kenaikan nilai pH, maka pengaruh waktu kontak akan memperbaiki kualitas pH air mendekati nilai air yang syaratkan dalam baku mutu air minum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap unjuk kerja alat elektrokoagulasi dengan sumber arus DC dari panael surya dalam proses pengolahan air baku, maka kesimpulan yang didapat adalah:

1. Rancangan sistem solar power elektrokoagulasi dalam pengolahan air baku terdiri dari tiga bagian alat yaitu bagian reaktor, cell elektrokoagulasi dan Sumber arus DC.
2. Hasil penelitian menunjukkan perbaikan kualitas air olahan dengan elektrokoagulasi untuk parameter kekeruhan (*turbidity*) yang menurun dari 63,8 NTU menjadi 3,4 NTU (waktu kontak 10 menit), 2,8 NTU (waktu kontak 15 menit) dan 2,6 NTU (waktu kontak 20 menit).
3. Hasil penelitian menunjukkan perbaikan kualitas air olahan dengan elektrokoagulasi untuk parameter TSS yang menurun dari 64 ppm menjadi 8,5 ppm (waktu kontak 10 menit), 6,25 ppm (waktu kontak 15 menit) dan 4,43 ppm (waktu kontak 20 menit).
4. Hasil penelitian menunjukkan perbaikan kualitas air olahan dengan elektrokoagulasi untuk parameter pH menunjukkan perbaikan nilai pH dari 6,8 menjadi 7,13 (waktu kontak 10 menit), 7,39 (waktu kontak 15 menit) dan 7,42 ppm (waktu kontak 20 menit).

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan hal-hal yang disarankan untuk dilakukan lebih lanjut adalah:

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk peninjauan kinerja alat dengan jarak antar elektroda aluminium pada kondisi 3 mm.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap kadar kandungan kadar fe pada air air olahan dengan variasi waktu kontak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeline. L., Iswanto. B & Lindu. M., (2015). Studi Kinerja Elektrokoagulasi Menggunakan Reaktor Kontinu Dan Batch Terhadap Air Limbah Domestik Perkantoran Gedung Syarif Thajeb (M) Universitas Trisakti. *Jurnal Teknik Lingkungan* 7 (2), pp. 67 – 74.
- Harera. J, C., (2013). *Electrocoagulation 101 (Basic principles of Electrocoagulation)*. http://www.youtube.com/watch?v=QL_5cN9PWFm. [19 Februari 2019].
- Lestari, P., Amri, C., Sudaryanto, S., (2017)., ” Efektifitas Jumlah Pasangan Elektroda Aluminium pada Proses Elektrokoagulasi terhadap Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Laundry”., *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9 (1): pp.38-50
- Mahmad, M.K.N., Rozainy, M.R., Abustan, I., and Baharun, N., *Electrocoagulation Process by Using Aluminium and Stainless Steel Electrodes to Treat Total Chromium, Colour and Turbidity.*, 5th International Conference on Recent Advances in Materials, Minerals and Environment (RAMM) & 2nd International Postgraduate Conference on Materials, Mineral and Polymer., (MAMIP), 4-6 August 2015., *Procedia Chemistry* 19 (2016) 681 – 686.
- Pradiko, H & Afiatun, Evi & Fabian, Evan., (2018). *Influence of Mixing and Detention Time in Electro Coagulation Process to Treat Raw Water at Badak Singa Water Treatment Plant.*, *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology.*, 1. 137. 10.25105/urbanenvirotech.v1i2.2823.

Puspita, R., (2018)., Penurunan Kekeruhan Pada Air Baku Dengan Metode Elektrokoagulasi Pada Reaktor Kontinyu., Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pasundan., Bandung.

Ramadhan, D. (2016). Peran Koagulasi dalam Meningkatkan Efisiensi Pemrosesan dan Efektivitas Biaya dalam Proses Pengolahan Air dan Air Limbah.https://www.researchgate.net/profile/Diondy_Ramadhan/publication/312160091_Peran_Koagulasi_dalam_Meningkatkan_Efisiensi_Pemrosesan_dan_Efektivitas_Biaya_dalam_Proses_Pengolahan_Air_dan_Air_Limbah/links/5873592108ae329d621bcb63/Peran-Koagulasi-dalam-Meningkatkan-Efisiensi-Pemrosesan-dan-Efektivitas-Biaya-dalam-Proses-Pengolahan-Air-dan-Air-Limbah.pdf?origin=publication_detail. [16 Februari 2019].

Yunitasari, Y., Elystia, S. & Andesgur, I., (2017). Metode Elektrokoagulasi untuk Mengolah Limbah Cair Batik di Unit Kegiatan Masyarakat Rumah Batik Andalan PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP)., Jurnal Jom F TEKNIK, 4(1), pp. 1–9.