

# STUDI LITERATUR PENGOLAHAN LIMBAH CAIR ELEKTROPLATING UNTUK MENGURANGI KADAR LOGAM NIKEL DAN TSS (*TOTAL SUSPENDED SOLID*) MENGGUNAKAN ELEKTROKOAGULATOR

Alifia Rian Pratika, Bambang Widiono

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia  
[alifia.ryan02@gmail.com](mailto:alifia.ryan02@gmail.com), [[widionomlg@gmail.com](mailto:widionomlg@gmail.com)]

## ABSTRAK

Limbah dari industri elektroplating memiliki beberapa kadar logam dan TSS yang sangat tinggi dengan kadar Nikel yang dihasilkan sebesar 20.62 mg/L, dan TSS sebesar 45.25 mg/L. Nilai baku mutu menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi kegiatan industri untuk kadar Nikel 1 mg/L untuk TSS 20 mg/L. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui metode pengolahan limbah cair elektroplating yang efisien menggunakan beberapa parameter yaitu studi aliran sistem pada elektrokoagulasi yaitu sistem *batch* dan sistem kontinyu, rangkaian elektroda dimana ada 3 rangkaian elektroda yang berbeda yaitu *monopolar paralel*, *monopolar seri* dan *bipolar paralel*, serta waktu kontak 60 menit serta 120 menit. Sehingga dengan hal tersebut diperoleh bahwa untuk aliran sistem kontinyu lebih efisien untuk volume limbah yang besar, rangkaian *monopolar paralel* adalah rangkaian yang paling efisien dengan menurunkan kadar logam dan TSS sebesar masing-masing sebesar 213 mg/L dan 2000 mg/L, sedangkan untuk waktu kontak lebih efisien pada menit ke-120 dengan jumlah 0,7 ppm.

**Kata kunci:** limbah cair, limbah cair elektroplating, elektrokoagulasi, kadar nikel, total suspended solid

## ABSTRACT

*The waste from the electroplating industry has some very high levels of metals and TSS with the resulting Nickel content of 20.62 mg / L, and TSS of 45.25 mg / L. The quality standard value according to the regulation of the Minister of Environment of the Republic of Indonesia Number 5 of 2014 concerning Wastewater Quality Standards for industrial activities for nickel content of 1 mg / L for TSS 20 mg / L. The purpose of this research was to determine the efficient electroplating wastewater treatment method using several parameters, namely the study of system flow in electrocoagulation, namely the batch system and continuous system, the electrode circuit where there are 3 different electrode series, namely parallel monopolar, series monopolar and parallel bipolar, and contact time is 60 minutes as well as 120 minutes. So with that it was obtained that for continuous system flow is more efficient for large volumes of waste, parallel monopolar circuits are the most efficient circuits by reducing metal content and TSS by 213 mg / L and 2000 mg / L respectively, whereas for time contact was more efficient in the 120th minute with 0.7 ppm.*

**Keywords:** liquid waste, electroplating liquid waste, electrocoagulation, nickel content, total suspended solid

## 1. PENDAHULUAN

Pada era berkembangnya perekonomian dunia khususnya Indonesia ditandai melalui perkembangan industri di Indonesia. Banyak industri-industri yang berkembang di Indonesia seperti industri pertambangan perminyakan dan salah satunya ialah industri pelapisan logam

atau biasa disebut dengan industri elektroplating. Industri elektroplating ini ialah industri pelapisan logam dimana prosesnya menggunakan teknik elektrokimia atau elektrolisa. Dari hal tersebut banyak industri-industri tersebut menghasilkan limbah dan membawa dampak yang negatif terhadap lingkungan seperti limbah yang mengandung logam berat nikel, tembaga, krom, dan lain-lain. Kandungan logam dalam limbah ini jika tidak di olah hingga mencapai standarnya akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh karena hal tersebut diperlukan pengolahan yang efektif untuk mengolah limbah cair agar kandungan di dalam limbah tersebut dapat berkurang sesuai dengan standar baku mutu yang telah di tetapkan pemerintah. Untuk pengolahan limbah banyak perlakuan yang telah dilakukan salah satunya elektrokoagulasi.

Elektrokoagulasi ialah suatu proses pengolahan dari pengaplikasian arus listrik untuk mengolah kontaminan tanpa penambahan koagulan. Elektrokoagulasi terdiri dari lempengan logam dari pasangan lektroda anoda dan katoda yang menggunakan prinsip elektrokimia anoda teroksidasi, sedangkan air tereduksi, hal tersebut yang membuat air limbah terolah [1]. Menurut Akbal dan Camci pengolahan limbah elektroplating menggunakan elektrokoagulasi mampu menurunkan konsentrasi Cu, Ni, dan Cr pada konsentrasi paling rendah. Tujuan penelitian ini ialah mengetahui pengaruh daripada waktu kontak dan rangkaian elektroda terhadap penurunan kadar logam berat Ni dan TSS (*Total Suspended Solid*) [2].

## 2. Macam-Macam Metode Pengolahan Limbah Elektroplating

Macam-macam pengolahan air limbah sangat banyak variasinya. Untuk limbah elektroplating ada beberapa yaitu pengolahan limbah elektroplating menggunakan metode flokulasi-koagulasi yang telah dilakukan oleh Nurhasani [3], menggunakan metode absorpsi dengan batu bara yang dilakukan oleh Pandia [4], serta elektrokoagulasi yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti yang lain. Elektrokoagulasi ini adalah satu dari beberapa pengolahan metode pengolahan limbah cair yang digunakan untuk menurunkan parameter-parameter limbah cair yang didalamnya seperti COD, BOD, TSS dan kandungan logam berat yang dapat merusak lingkungan. Keunggulan daripada proses elektrokoagulasi ini ialah proses ini memiliki peralatan lebih sederhana dan mudah dioperasikannya, tidak memerlukan penggunaan bahan kimia sehingga tidak bermasalah dengan netralisasi, flok yang dihasilkan pada elektrokoagulasi memiliki kesamaan pada flok yang dihasilkan pada metode koagulasi kimia, namun perbedaannya ialah flok dari elektrokoagulasi ini lebih besar dengan kandungan air yang sedikit sehingga lebih stabil dan mudah dipisahkan dengan cepat menggunakan filtrasi, pemeliharaan yang lebih mudah karena menggunakan sel elektrolisis yang tidak bergerak [3]. Artinya metode elektrokoagulasi lebih efektif dikarenakan tidak ada penambahan bahan kimia sebagai koagulan dan flokulan, namun koagulan tersebut dibangkitkan melalui elektrolisis yang terjadi

### 2.1. Prinsip Eelektrokoagulasi

Elektrokoagulasi memiliki sebuah plat, plat tersebut biasanya disebut dengan elektroda yang nanti akan diletakkan disuatu wadah yang berisi limbah lalu elektroda tersebut akan dialiri listrik. Elektroda terdiri dari 2 macam yaitu katoda dan juga anoda. Elektroda dapat berupa plat atau lempengan logam seperti besi, alumunium serta *stainless steel*. Lempeng elektroda dimasukkan kedalam sebuah bejana yang berisi air limbah elektroplating, lalu elektroda akan dialiri listrik searah sehingga terjadilah sebuah proses elektrokimia dimana kation akan menuju katoda dan anion menuju anoda, sehingga hal tersebut akan membentuk

suatu flokulan. Flokulan tersebut akan mengikat kontaminan-kontaminan atau partikel-partikel yang terdapat pada limbah elektroplating tersebut.

Secara umum reaksi yang terjadi pada katoda dan anoda dijelaskan sebagai berikut : pada katoda terjadi reduksi ion H<sup>+</sup> dari suatu asam menjadi gas hidrogen yang akan bebas sebagai gelembug-gelembung gas seperti persamaan berikut :



Sedangkan untuk larutan yang mengalami reduksi adalah pelarut (limbah/air) dan terbentuk gas hidrogen (H<sub>2</sub>) pada katoda seperti persamaan berikut :



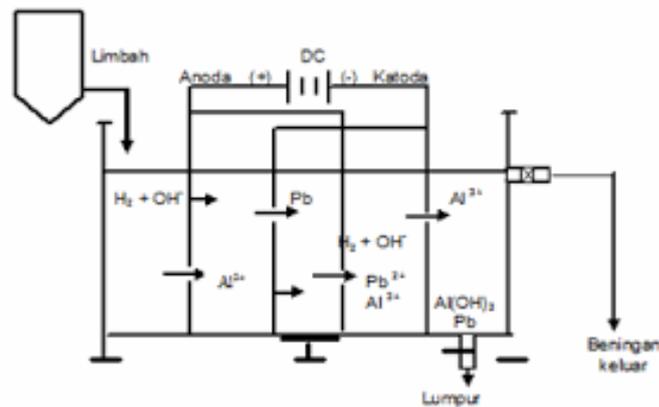
Untuk anoda, anoda terbuat dari logam sehingga logam tersebut akan teroksidasi seperti persamaan berikut :



Sedangkan untuk ion OH<sup>-</sup> dari basa akan mengalami oksidasi membentuk gas oksigen (O<sub>2</sub>) yang ditunjukkan pada persamaan dibawah ini :



Dari persamaan reaksi tersebut, anoda akan menghasilkan gas H<sub>2</sub> buih dan flok logam hidroksida [5].



**Gambar 1.** Gambar proses elektrokoagulasi

**Tabel 1.** Tabel standar baku mutu limbah cair elektroplating [6]

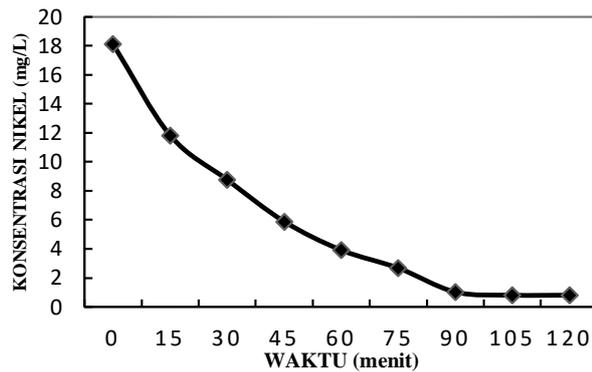
No	Parameter	Kadar Paling Tinggi Pelapisan Logam (mg/L)	Beban Paling tinggi Pelapisan Logam (gr/m <sup>2</sup> )
1	TSS	20	0,4
2	Ni <sup>2+</sup>	1,0	00,2
3	pH		6 - 9
4	Kuantitas air limbah paling tinggi	20 L per m <sup>2</sup> produk pelapisan logam	

### 3. STUDI SISTEM ALIRAN ELEKTROKOAGULASI

Pada proses elektrokoagulasi menerapkan 2 sistem reaktor yaitu sistem reaktor *batch* dan reaktor kontinyu. Reaktor *batch* ialah sebuah reaktor kimia yang tidak ada penambahan umpan atau produk keluar selama proses berlangsung, sedangkan reaktor

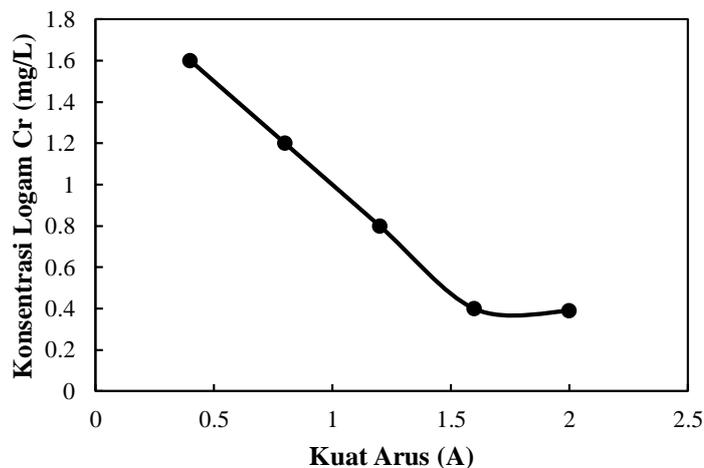
kontinyu adalah selama proses berlangsung proses umpan dan produk mengalir secara terus-menerus.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nofitasari [7] yang dilakukan pada tahun 2012, melakukan penelitian penurunan kadar logam Nikel pada limbah elektroplating menggunakan metode elektrokoagulasi sistem *batch* menyebutkan bahwa konsentrasi logam nikel mengalami penurunan yang signifikan sebesar 18,1 mg/L menjadi 0,8 mg/L pada menit ke-105 menit [7]. Dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



**Gambar 2.** Grafik Penurunan Kadar Nikel Sistem Batch [7].

Pada penelitian lainnya disebutkan bahwa kandungan logam Cr, kandungan TSS pada limbah elektroplating dapat diturunkan dan menetralkan pH menggunakan sistem kontinyu. Pada proses tersebut didapatkan kondisi terbaiknya pada kuat arus 2A dan laju alir 0,78 L/menit dengan penurunan TSS dari 3,2 mg/L menjadi 1,2 mg/L, kenaikan pH dari 4,5 menjadi 6,6 dan penurunan konsentrasi logam Cr dengan efisiensinya sebesar 82,4%, dari 1,5 mg/L menjadi 0,263 mg/L, dengan hasil yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh Permen LH No. 5 Tahun 2014 [8].

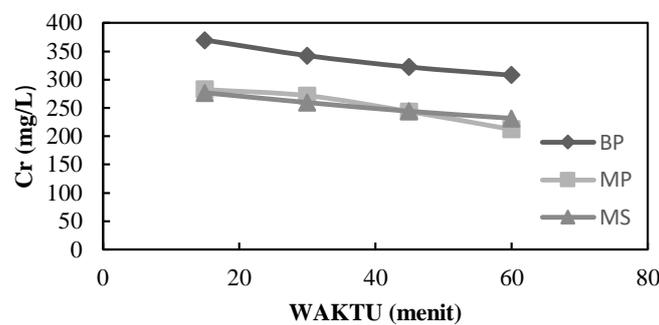


**Gambar 3.** Penurunan Kadar Logam Cr pada Limbah Elektroplating pada Sistem Kontinyu [8]

Pada sistem *batch* digunakan dengan kapasitas reaktora sebesar 1 Liter sehingga volume limbah yang diolah hanya 1 liter, namun untuk sistem kontinyu volume sampel penelitian yang dilakukan sebesar 5 Liter. Sehingga sistem yang lebih efektif untuk pengolahan limbah elektroplating dengan skala yang volumenya banyak dapat menggunakan sistem aliran kontinyu namun jika pengolahan limbah tersebut menggunakan skala volume kapasitas kecil atau skala laboratorium dapat menggunakan sistem aliran batch.

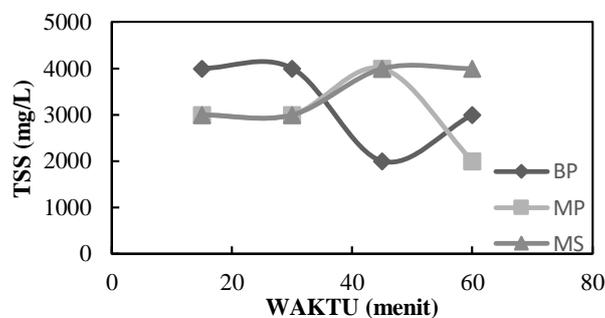
#### 4. STUDI PENGARUH RANGKAIAN ELEKTRODA ELEKTROKOAGULASI

Hasil daripada penelitian yang telah dilakukan meliputi hasil daripada percobaan pada penelitian sebelumnya menggunakan metode elektrokoagulasi.



**Gambar 4.** Grafik penurunan kadar logam Cr terhadap perbedaan rangkaian elektroda dengan tegangan 6V [9].

Dari penelitian yang telah dilakukan, dengan kondisi dimana konsentrasi kadar logam berat awal sebesar 2158 mg/L pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa terjadi pengurangan atau penurunan logam berat Cr. Sehingga dapat dilakukan menggunakan metode elektrokoagulasi untuk menurunkan kadar logam berat lain seperti Cu, Ni dan Zn. Namun, pada grafik tersebut kepada rangkaian elektroda bipolar (BP) turun menjadi 307 mg/L, pada rangkaian monopolar paralel turun hingga 212,3 mg/L sedangkan untuk rangkaian monopolar seri kadar logam Cr turun hingga 213 mg/L. Sehingga dapat dilihat bahwa pada rangkaian elektroda monopolar paralel dapat menurunkan kadar logam hingga mencapai efisiensi sebesar 90%, namun walau begitu kadar logam Cr di dalam limbah tersebut belum turun sesuai dengan baku mutu yang telah di tetapkan oleh pemerintah.



**Gambar 5.** Grafik penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) menggunakan berbagai rangkaian elektroda dengan tegangan 6V [9].

Pada uji analisa selanjutnya yaitu TSS (*Total Suspended Solid*) ialah total padatan yang tersuspensi dimana pada uji analisa awal untuk kadar TSS sebanyak 5117 mg/L. Untuk pemasangan pada rangkaian elektroda *bipolar paralel* turun hingga 3000 mg/L, untuk rangkaian elektroda *monopolar paralel* turun hingga 2000 mg/L sedangkan untuk rangkaian elektroda *monopolar seri* hanya turun hingga 4000 mg/L. Untuk penurunan kadar daripada total padatan yang tersuspensi ini yang paling turun banyak ialah pada rangkaian *Monopolar Paralel* turun dari 5117 mg/L hingga menjadi 2000 mg/L sehingga didapatkan efisien sebesar 60,91%. Namun hal tersebut masih belum termasuk baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah.

Dapat dilihat dari penelitian diatas untuk variabel rangkaian elektroda dengan rangkaian *Bipolar paralel*, *Monopolar paralel* dan *Monopolar seri*, bahwa rangkaian dengan rangkaian *monopolar paralel* lebih efisien menurunkan kadar logam dengan kadar TSS. Karena elektroda dengan rangkaian *monopolar paralel* anoda dan katoda dihubungkan secara paralel dimana dihubungkan secara paralel ini kuat arus dibagi kepada seluruh elektroda yang bertolakan satu sama lain sehingga beda potensial yang dibutuhkan lebih rendah daripada yang lain [10]

## 5. STUDI PENGARUH WAKTU KONTAK PADA ELEKTROKOAGULASI

**Tabel 2.** Hasil penyisihan konsentrasi nikel (Ni) [1]

No	Waktu (menit)	Konsentrasi Nikel (Ni) (ppm)
1	0	18,11
2	15	12,09
3	30	7,19
4	45	5,55
5	60	1,73
6	75	0,69
7	90	0,73
8	105	0,77
9	120	0,70

Terlihat pada penelitian diatas yaitu waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi logam berat nikel terjadi penurunan dari konsentrasi awal yaitu 18,11 ppm menjadi 0,7 pmm pada menit ke-120, hal tersebut sudah menunjukkan bahwa menggunakan metode elektrokoagulasi dengan menggunakan variabel waktu kontak dapat mempengaruhi penurunan daripada logam berat nikel. Pada penelitian yang sama yaitu pengukuran penurunan kadar TSS daripada pengolahan limbah cair elektroplating dilakukan dengan waktu kontak selama 120 menit dengan penggunaan plat alumunium dari 80 mg/L turun hingga mencapai 51 mg/L [7]. Namun pada penelitian lain menurut [9] penurunan kadar TSS dapat menurun dengan waktu hanya 60 menit dari 3000 mg/L hingga 2000 mg/L. Tetapi pada penelitian ini pengurangan kadar TSS memang berhasil namun belum sesuai dengan baku mutu yang ada yang telah ditetapkan oleh pemerintah.

**Tabel 3.** Kadar TSS pada kontak waktu selama 60 menit dengan rangkaian elektroda *monopolar paralel* dan tegangan 6V [8]

No	Tegangan (V)	Waktu (menit)	Kadar TSS (mg/L)
1	6	15	3000
2		30	3000
3		45	4000
4		60	2000

Sehingga dapat dilihat dari penelitian-penelitian diatas bahwa TSS dapat diturunkan kadarnya menggunakan metode elektrokoagulasi. Dikarenakan waktu kontak termasuk faktor pengaruh daripada metode elektrokoagulasi ini, penghilangan TSS semakin rendah apabila waktu kontak proses ini semakin kecil namun sebaliknya jika penghilangan TSS semakin tinggi maka waktu kontak yang diperlukan selama proses semakin banyak. Dan hal tersebut sudah sesuai dengan teori yang telah dipaparkan oleh Indah Muji Mulyani (2017), bahwa semakin lama waktu proses maka semakin banyak pula pembentukan gas  $H_2$  dan  $OH^-$  sehingga jumlah kompleks yang mengikat polutan dan gas hidrogen akan semakin banyak [10].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada penelitian metode elektrokoagulasi dapat dilakukan secara *batch* dan kontinyu, namun akan lebih efisien jika menggunakan yang kontinyu dikarenakan dapat digunakan skala volume yang lebih besar. Dan Metode Elektrokoagulasi ini dapat menurunkan kadar logam berat seperti Nikel serta dapat menurunkan Kadar TSS (*Total Suspended Solid*). Untuk rangkaian elektroda yang efisien untuk penurunan kadar nikel dan TSS masing-masing sama yaitu rangkaian elektroda secara *monopolar paralel*. Untuk waktu kontak juga berpengaruh dalam penurunan kadar logam Ni dan TSS, semakin lama waktu kontak yang dibutuhkan semakin besar penurunan yang terjadi dan rentan waktu kontak yang efisien untuk menurunkan kadar nikel dan juga tss rentan dari 60 menit hingga 120 menit.

Saran untuk penelitian yang selanjutnya diharapkan untuk melakukan pengkajian dan penelitian ulang mengenai metode kontinyu, rangkaian elektroda dengan waktu kontak. Dikarenakan referensi untuk perbedaan antara 3 rangkaian elektroda yang berbeda sangat terbatas diharapkan banyak yang melakukan studi atau penelitian tentang 3 rangkaian elektroda tersebut.

#### REFERENSI

- [1] Dwi, W., and Prihartanti, R., 2013, *Studi Penurunan Kromium dan Nikel dalam Pengolahan Limbah Cair Elektroplating dengan Metode Elektrokoagulasi*, Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 2, No. 2, 1–7.
- [2] Akbal, F., and Camcidotless, S., 2011, *Copper, chromium and nickel removal from metal plating wastewater by electrocoagulation*, Desalination, Vol. 269, No. (1–3), 214–222.
- [3] Nurhasni, N., Salimin, Z., and Nurfitriyani, I., 2013, *Pengolahan Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Koagulasi Flokulasi*, Jurnal Kimia VALENSI, Vol. 3, No.1, 41–48.
- [4] Pandia, S., and Warman, B., 2017, *Pemanfaatan Kulit Jengkol sebagai Adsorben dalam Penyerapan Logam Cd (II) pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*, Jurnal Teknik

- Kimia USU, Vol. 5, No. 4, 57–63.
- [5] Prayitno, P., Ridantami, V., and Mulyani, I.M., 2018, *Pengaruh pH Terhadap Penurunan Konsentrasi Thorium dalam Limbah Menggunakan Proses*, Urania, Vol. 24, No. 3, 187–198.
- [6] Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2014, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*, Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 1–83.
- [7] Nofitasari, R., and Samudro, G., 2012, *Studi Penurunan Konsentrasi Nikel dan Tembaga pada Limbah Cair Elektroplating dengan Metode Elektrokoagulasi*, Jurnal Presipitasi, Vol. 9, No. 2, 96–106.
- [8] Amri, I., and Awalsya, F., 2020, *Pengolahan Limbah Cair Industri Pelapisan Logam dengan Proses Elektrokoagulasi Secara Kontinyu*, Chempublish Journal, Vol.5, No.1, 15–26.
- [9] Primadinata, S.S., 2019, *Pengolahan Limbah Cair Penyamakan Kulit untuk Menurunkan Kadar Cr, COD, dan TSS dengan Menggunakan Elektrokoagulator Kontinyu*, Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Malang.
- [10] Mulyani, I.M., 2017, *Pengaruh Jenis Plat Elektroda pada Proses Elektrokoagulasi untuk Menurunkan Kadar Thorium dalam Limbah Hasil Pengolahan Logam Tanah Jarang*, Laporan Akhir Jurusan Teknik Kimia, Universitas Negeri Semarang, Semarang.