

## Optimalisasi Prototipe Alat Pengolahan Limbah Cair Ikm Batik Menggunakan Elektrokoagulan

OCTIANNE DJAMALUDIN<sup>1</sup>, EKA OKTARIANI<sup>1</sup>,<sup>1</sup> LESTARI WARDANI<sup>1\*</sup>, WITRI AINI SALIS<sup>1</sup>, ANDRIAN WIJAYONO<sup>1</sup>, ASIYAH NURRAHMAJANTI<sup>1</sup>, ANDRI SAPUTRA<sup>1</sup>, RAFLI S BATUBARA<sup>1</sup>, AZKIA AULIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik STTT Bandung, Jl. Jakarta no 31 Bandung

\* alamat email korespondensi: lestari-w@kemenperin.com

Informasi Artikel	Abstrak/Abstract
Kata Kunci: COD; Elektrokoagulasi; IKM batik, Limbah batik cair; Penurunan warna.	IKM batik merupakan salah satu industri yang terus berkembang di Indonesia. Hal tersebut menguntungkan bagi perekonomian daerah. Namun potensi dampak lingkungan dari IKM batik ini masih belum ditangani dengan baik sehingga pencemaran air tidak dapat dihindari. Zat warna yang merupakan polutan dominan pada limbah cair batik umumnya bersifat nonbiodegradable sehingga sukar terurai secara alamiah di perairan. Salah satu cara yang dilakukan untuk mengolah limbah ialah dengan metode elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi adalah proses pengolahan air dimana arus listrik diterapkan di elektroda untuk menghilangkan berbagai kontaminan air. Keunggulan dari metode ini ialah pada proses pengolahannya tidak membutuhkan penambahan zat kimia, peralatannya sederhana, mudah dalam pengoperasian dan waktu reaksi singkat. Pada penelitian ini alat elektrokoagulasi diaplikasikan pada limbah IKM batik Jawa Barat. Limbah IKM batik ini diolah dengan alat elektrokoagulasi yang bersumber dari energi listrik menggunakan elektroda logam Aluminium. Dilakukan variasi tegangan 3, 6, 9 dan 12 volt pada generator alat elektrokoagulasi yang digunakan dengan variasi waktu kontak 10,15,20,25 dan 30 menit. Pada reaktor elektrokoagulasi, ditambahkan fitur <i>scraper</i> dengan tujuan membantu mengatasi busa produk samping yang diperoleh selama pengolahan limbah batik IKM Jawa Barat. Dari variasi tegangan yang diaplikasikan, 12 volt adalah tegangan optimum yang dapat menurunkan nilai COD sebesar 97,20% dan penurunan warna sebesar 80,14%.
<i>Keywords:</i> COD; Electrocoagulation; IKM batik, liquid batik waste; color degradation.	<i>IKM batik is one of the industries that continues to grow in Indonesia. This is beneficial for the regional economy. However, the potential environmental impact of this batik SME has not been handled properly, so water pollution cannot be avoided. Dyes, which are the dominant pollutants in batik wastewater, are generally non-biodegradable, so they are difficult to decompose naturally in water. One way to treat waste is by electrocoagulation. Electrocoagulation is a water treatment process in which an electric current is applied across electrodes to remove various water contaminants. The advantage of this method is that the processing does not require the addition of chemicals, the equipment is simple and easy to operate, and the reaction time is short. In this study, the electrocoagulation apparatus was applied to West Java batik IKM waste. The batik IKM waste is processed using an electrocoagulation device, which is sourced from electrical energy using aluminum metal electrodes. Voltage variations of 3, 6, 9, and 12 volts were carried out on the electrocoagulation generator used, with variations in contact time of 10, 15, 20, 25, and 30 minutes. In the electrocoagulation reactor, a scraper feature was added. It helps overcome the by-product foam obtained during the processing of IKM West Java batik waste. From the applied voltage variations, 12 volts is the optimum voltage, which can reduce the COD value by 97.20% and decrease the color by 80.14%</i>

### PENDAHULUAN

Batik adalah salah satu teknik pemberian motif kain yang menjadi kekayaan

budaya bangsa Indonesia. Industri ini menjadi industri kreatif yang terus berkembang dan berpotensi menjadi penopang ekonomi daerah sehingga menjadi solusi bagi persoalan sosial

yang terjadi pada masa pandemik yang lalu. Beberapa daerah sentra batik di Indonesia seperti Pekalongan, Surakarta, Yogyakarta, Cirebon yang relatif besar maupun di daerah lainnya seperti Bandung, Bekasi, Purwakarta juga terus memproduksi [1].

Di sisi lain, industri ini merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair yang sangat melimpah, berwarna dan tidak mudah terurai secara alamiah di alam. Hal ini diperburuk dengan pengelolaan proses pembatikan yang masih bersifat tradisional sehingga tidak memperhatikan penggunaan air, kurang memperhitungkan penggunaan zat warna dan zat pembantu serta pengelolaan limbahnya. Akhirnya, limbah cair yang terbentuk memiliki kandungan polutan yang pekat dengan volume yang besar. Hal ini menyebabkan masalah lingkungan ketika dibuang ke perairan. IKM Batik di Jawa Barat terutama di Kota Bandung lokasinya tidak terpusat, sehingga akan sulit operasionalnya jika dibuat pengolahan limbah skala komunal agar limbah yang dibuang ke lingkungan memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan [2] [3].

Saat ini, metoda pengolahan limbah cair tekstil sangat beragam, baik jenis baik tekniknya yang mencakup metoda fisika, kimia maupun biologi serta gabungannya. Beberapa penelitian pengolahan limbah cair tekstil menggunakan metoda koagulasi-flokulasi, adsorpsi dan biologi telah mampu mengolah limbah dengan efisiensi yang tinggi diatas 70% [2] [4] [5]. Metoda tersebut atau gabungannya mampu menurunkan kadar BOD dan COD sampai 99%. Namun, penerapannya di IKM batik masih cukup sulit dilakukan karena luas lahan yang kecil, teknis operasional yang sulit karena perlu penambahan kimia atau jasad renik, biaya pengolahan yang tinggi serta timbulan limbah padat yang harus dikelola kembali. Oleh karena itu, untuk penerapan di IKM Batik harus dipilih metoda pengolahan limbah cair yang secara teknis mudah dilakukan, tidak perlu menambahkan zat kimia atau zat renik, dan menghasilkan efisiensi penyisihan polutan yang tinggi [6] [7].

Metoda pengolahan menggunakan elektrokoagulan merupakan salah satu metoda yang berpotensi menjadi alternatif untuk mengolah limbah cair IKM Batik. Metode ini telah banyak digunakan untuk mengolah

limbah cair [8-15]. Beberapa penelitian menggunakan metoda ini juga telah mampu mengolah limbah cair tekstil maupun limbah cair batik dengan sangat baik [3] [4] [16] [17].

Prinsip dari metode elektrokoagulasi adalah proses sel elektrolisis. Setiap sel elektrolisis mempunyai dua elektroda, katoda dan anoda. Salah satu elektroda yang dapat digunakan dalam proses elektrolisis adalah logam Aluminium. Logam aluminium berperan sebagai sumber ion  $Al^{3+}$  di anoda dan berfungsi sebagai koagulan-flokulasi yang terjadi di dalam sel tersebut. Sedangkan di katoda terjadi reaksi katodik dengan membentuk gelembung-gelembung gas hidrogen yang berfungsi untuk menaikkan flok tersuspensi yang tidak dapat mengendap di dalam sel [9].

Pada penelitian ini digunakan metode elektrokoagulasi untuk mengolah limbah cair batik. Reaktor yang digunakan adalah reaktor yang dimodifikasi dari reaktor sebelumnya [8]. Diharapkan penggunaan modifikasi pada reaktor elektrokoagulan dapat meningkatkan efektifitas pengolahan limbah cair batik.

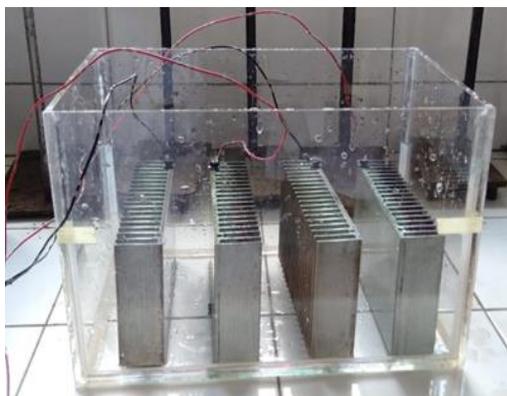
## EKSPERIMEN

Pada penelitian ini, dilakukan pengolahan limbah IKM batik dengan menggunakan prototype elektrokoagulasi. Limbah IKM batik diolah dengan memvariasikan tegangan dan waktu kontak. Hasil pengolahan kemudian diuji COD dan perubahan warna.

### Material

Elektroda yang digunakan berbahan aluminium. Limbah yang digunakan adalah limbah yang berasal dari salah satu limbah batik dari IKM batik di Bandung. Limbah tersebut berjenis zat warna indigo.

Bahan kimia yang digunakan untuk pengujian COD adalah FAS (pa Merck), Kalium dikromat (pa merck),  $H_2SO_4$  ( pa merck), Indikator feroin,  $Na_2S_2O_3$ , Aquades,  $HgSO_4$ ( pa merck). Elektroda yang digunakan berbahan aluminium. Elektroda dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1** Elektroda berbahan aluminium

### *Instrumentasi*

Instrumen yang digunakan adalah reaktor elektrokoagulan yang telah dimodifikasi dari reaktor elektrokoagulan sebelumnya [3], generator yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut regulator arus 24 volt 50 ampere, *switching power supply* 12 volt 10 ampere untuk sumber listrik sekunder/referensi, *DC Voltage Converter* (1.3 volt - 24 volt) (1 ampere - 15 ampere), monitoring display arus, tegangan dan daya, resistor untuk pendeteksi arus, DC power outlet, Fan 12 volt, *multiturn potentiometer* 1 kiloohm & 100 kilo ohm untuk pengaturan ampere dan volt, sikring 2 ampere (220 volt AC 2 ampere), AC power plug. COD reaktor Hanna HI-839800, alat titrasi, spektrofotometer Minolta seri CM-3600.

### *Prosedur*

Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari penelitian sebelumnya mengenai elektrokoagulasi pada limbah batik IKM.[3] Penelitian ini menggunakan reaktor elektrokoagulasi dengan tambahan *scraper* pada reaktor. Penelitian diawali dengan pengujian limbah awal berupa nilai COD dan nilai warna. Kemudian memvariasikan tegangan dan waktu kontak antara limbah dengan alat elektrokoagulan.[18] Hasil elektrokoagulasi kemudian diuji COD kembali dan penurunan warna.

### *Penggunaan reaktor elektrokoagulan*

Elektrokoagulan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *scraper* untuk meningkatkan performa kerja alat. *Scraper* dapat mempermudah pemisahan busa yang dihasilkan alat elektrokoagulan. *Scraper* dipasang dengan bantuan alat arduino sehingga dapat bergerak secara otomatis. Ketika alat elektrokoagulan digunakan, *scraper* ditempatkan di ujung chamber dan akan bergerak otomatis pada saat proses elektrokoagulasi.

6 liter limbah IKM batik dimasukkan ke dalam reaktor elektrokoagulan. Generator dinyalakan dan diatur pada tegangan dan waktu tertentu. Hasil elektrokoagulasi kemudian diuji nilai COD dan penurunan warnanya.

Gambar reaktor elektrokoagulan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2** Reaktor elektrokoagulan dengan *scraper*

### *Elektrokoagulasi dengan Variasi Tegangan*

Reaktor elektrokoagulan dilengkapi dengan generator yang dapat memvariasikan tegangan listrik saat penggunaan. Pada penelitian ini, dilakukan variasi tegangan sebesar 3, 6, 9 dan 12 volt untuk mendapatkan nilai tegangan yang optimal untuk limbah IKM batik yang digunakan.

### *Elektrokoagulasi dengan Variasi Waktu*

Pada penelitian ini dilakukan proses elektrokoagulasi dengan variasi waktu. Variasi waktu yang digunakan ialah 10, 15, 20, 25 dan 30 menit. Proses variasi waktu dilakukan pada kondisi tegangan optimum.

### Uji kadar COD (Chemical Oxygen Demand)

Limbah awal dan limbah hasil elektrokoagulasi diuji COD untuk membandingkan efektifitas dari penggunaan reaktor elektrokoagulan. Sebanyak 2,5 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaktor COD dengan tambahan  $H_2SO_4$  untuk COD sebanyak 3,5 ml dan  $K_2Cr_2O_7$  0,25 N sebanyak 1,5 ml. Dipanaskan di dalam reaktor COD pada suhu  $180^\circ C$  selama 2 jam. Hasil kemudian dititrasi dengan larutan FAS 0,05 M dengan indikator feroin hingga didapatkan titik akhir berwarna merah bata. Nilai COD kemudian dihitung persentase penurunan nilai COD-nya untuk mengetahui efektifitas dari penggunaan reaktor elektrokoagulan.

### Penentuan persentase dekolorisasi pewarna

Limbah awal dan limbah hasil elektrokoagulasi diuji nilai absorbansinya pada panjang gelombang 285 nm. Nilai absorbansi kemudian dihitung persentase dekolorisasi warnanya untuk mengetahui efektifitas dari penggunaan reaktor elektrokoagulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Desain pengembangan alat elektrokoagulasi

Bak untuk reaktor yang digunakan adalah bak yang digunakan pada reaktor sebelumnya.[8] Kapasitas maksimal reaktor yang dibuat adalah 6 liter. Elektroda yang digunakan adalah elektroda aluminium. Logam aluminium menyebabkan terjadinya peristiwa oksidasi di elektroda positif (anoda) dan reduksi di elektroda negatif (katoda) ketika dialiri listrik, sehingga terjadi proses elektrokimia yang disebut elektrokoagulasi. Nilai konduktivitas aluminium cukup tinggi sehingga dianggap baik untuk menghantarkan muatan-muatan listrik dalam proses elektrokoagulasi dengan cara melepaskan elektron dan menjadi reduktor yang kuat. Aluminium dalam proses elektrokoagulasi berperan sebagai sumber ion  $Al^{+3}$  di anoda dan berfungsi sebagai koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi yang terjadi di dalam sel tersebut.[4]

### Karakteristik limbah awal

Limbah yang diolah adalah limbah sisa pencelupan batik dengan zat warna indigosol. Kondisi awal air limbah industri tekstil dilakukan pengujian untuk mengetahui kondisi limbah sesuai dengan parameter baku mutu limbah.[2] Dilakukan pengujian parameter COD, pH dan warna. Kondisi awal proses dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Karakteristik limbah awal

Parameter	Nilai
COD	1641,6
pH	7,39
Absorbansi warna	0,432

### Optimalisasi alat elektrokoagulasi

Optimalisasi alat elektrokoagulasi dilakukan dengan menambahkan *scrapper* pada alat elektrokoagulasi. Variasi penelitian dilakukan pada tegangan listrik dan waktu sebagai faktor yang mempengaruhi proses elektrokoagulasi.

Penggunaan alat *scrapper* pada reaktor dapat mempermudah pemisahan busa yang terbentuk dari proses elektrokoagulasi. Busa terbentuk dari gelembung-gelembung gas hidrogen yang menaikan flok tersuspensi yang tidak mengendap di dalam sel.[9] Alat *scrapper* tersebut dapat menyisihkan flok yang teremulsi dalam gas, sehingga pengotor limbah dapat dipisahkan dalam wadah pengendap. *Scrapper* dibuat otomatis, sehingga pada waktu tertentu akan mendorong pengotor ke bak penampung busa yang ada di alat elektrokoagulasi. Berikut adalah gambar dari busa hasil pemisahan oleh alat *scrapper*.



**Gambar 3** Busa hasil pemisahan oleh alat *scrapper*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan optimal didapat pada tegangan 12 V.

Tegangan merupakan faktor fundamental yang dapat mempengaruhi elektrokoagulasi dimana kenaikan tegangan menyebabkan kenaikan efisiensi penyisihan pewarna.[18] Tegangan elektrokoagulasi memiliki pengaruh yang kuat pada densitas arus.[19] Densitas arus akan mempengaruhi proses yang terjadi di elektroda. Tegangan optimal kemudian digunakan untuk variasi waktu yang dilakukan. Waktu adalah faktor yang berpengaruh dalam proses elektrolisis.[20], sehingga akan berpengaruh pula pada proses elektrokoagulasi.

Variasi waktu yang dilakukan menunjukkan bahwa waktu optimal yang didapatkan pada penelitian ini adalah 30 menit. Tabel 2 menunjukkan karakteristik limbah akhir pada tegangan 12 volt dan waktu 30 menit.

**Tabel 2.** Karakteristik limbah akhir

Parameter	Nilai
COD	45,92
pH	8,52
Absorbansi warna	0,084

Efisiensi proses ditunjukkan pada tabel 3.

Tegangan dan waktu adalah factor yang menentukan pada proses elektrokoagulasi. Semakin besar tegangan, semakin cepat reaksi elektolisis untuk membentuk gumpalan-gumpalan (flok) [21].

**Tabel 3.** Efisiensi proses pengolahan limbah

Parameter	Efisiensi proses
COD	97,41%
pH	-
Absorbansi warna	80,14%

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan alat yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi pengolahan limbah batik dengan zat warna indigo optimal pada tegangan listrik 12 volt dengan waktu 30 menit. Pada kondisi tersebut, alat elektrokoagulasi tersebut mampu menyisihkan COD hingga 97,2% dan warna hingga 80,17%.

Alat elektrokoagulasi dikembangkan dengan menambahkan *scraper* otomatis yang mampu berfungsi menyisihkan busa hasil pengolahan limbah yang mengapung.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan untuk UP2M Politeknik STTT Bandung yang telah mendukung dan membiayai penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] A. Irwan, D. Wacano, And S. Rahmawati, "Estimasi Loading Rate Dengan Parameter Kadmium (Cd), Kromium (Cr) Dan Tembaga (Cu) Di Industri Batik Kabupaten Bantul," Tek. Lingkungan., No. Cd, 2019.
- [2] M. Moelyo, "Pengkajian Eektivitas Proses Koagulasi Dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Industri Penyamakan Kulit-Sukaregang, Garut," J. Tek. Hidraul., Vol. 3, No. 2, Pp. 169–182, 2012.
- [3] D. Marganingrum And L. M. Estiaty, "Evaluasi Kebijakan Baku Mutu Air Limbah (Studi Kasus: Limbah Cair Industri Tekstil Di Bandung)," J. Lingkung. Dan Bencana Geol., Vol. 7, No. 1, Pp. 9–17, 2016.
- [4] H. P. Bambang, M. Harsanti, J. Teknik, K.-U. Jenderal, And A. Yani, "Elektrokoagulasi Dengan Sel Al-Al," Pp. 1–7, 2010.
- [5] L. M. Arief, "Pengolahan Limbah Cair Dengan Metode Biologis," J. Keselam. Dan Kesehat. Kerja Univ Esa Unggul, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–4, 2018.
- [6] T. Hernaningsih, "Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Dengan Proses Elektrokoagulasi," Jrl, Vol. 9, No. 1, Pp. 31–46, 2016.
- [7] H. Finistyanto, F. Rosariawari, And K. Kunci, "Kombinasi Elektrokoagulasi Dan Adsorpsi Dalam Mengolah Air Limbah Industri Batik," Environmental Sci. Eng. Conf., Vol. 3, No. 1, Pp. 101–106, 2022, [Online]. Available: [Http://Esec.Upnvjt.Com/](http://Esec.Upnvjt.Com/)

- [8] O. A. Djamaludin, "Penyisihan Cod (Chemical Oxygen Demand) Dan Warna Pada Pengolahan Limbah Cair Ikm Batik Menggunakan Alat Elektrokoagulasi," *Texere*, Vol. 20, No. 1, Pp. 36–44, 2022, Doi: 10.53298/Texere.V20i1.04.
- [9] F. Hanum Et Al., "Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit," Vol. 4, No. 4, Pp. 13–17, 2015.
- [10] P. Lestari, C. Amri, And S. Sudaryanto, "Efektifitas Jumlah Pasangan Elektroda Aluminium Pada Proses Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Laundry," *Sanitasi J. Kesehat. Lingkung.*, Vol. 9, No. 1, P. 38, 2017, Doi: 10.29238/Sanitasi.V9i1.36.
- [11] H. Sinaga, I. Amri, And I. Hs, "Pemanfaatan Teknologi Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektroda Al-Al Dengan Variabel Jarak Elektroda Dan Kuat Arus," *Jom Fteknik*, Vol. 6, No. 1, Pp. 1–6, 2019.
- [12] A. Mukimin, "Pengolahan Limbah Industri Berbasis Logam Dengan Teknologi Elektrokoagulasi Flotasi," Universitas Diponegoro, 2006.
- [13] T. B. Dicky Ari Wijaya, Bambang Suwerda, "Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Dengan Model Triple Seri Elektrolisis Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Di Ipal Rs Grhasia, Yogyakarta \_." Perpustakaan Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Yogyakarta, Pp. 51–58, 2013.
- [14] D. Sutanto; Widjajanto, "Perbandingan Efisiensi Bak Proses Dua Sel Dan Tiga Sel Dalam Menurunkan Kandungan Besi (Fe) Dalam Air Limbah Secara Elektrokoagulasi Dengan Katoda Dari Karbon Bekas Baterai," *Poli-Teknologi*, Vol. 14, No. 2, 2014.
- [15] G. H. & P. Prabowo, A., Basrori, "Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Minyak Dengan Proses Elektrokoagulasi Dengan Elektroda Besi," *J. Teknol. Kim. Dan Ind.*, Vol. 1, No. 1, Pp. 352–355, 2012, [Online]. Available: [Http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jtki](http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jtki)
- [16] Y. Tonapa, N. Agustinus, And M. Gozali, "Kaji Analisis Pengaruh Jumlah Pasangan Elektroda Dan Waktu Proses," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, Vol. 1, No. 022, Pp. 5–6, 2010.
- [17] F. Fauzi, Nabila; Udyani, Kartika; Daril Ridho Zuchrillah, Daril Ridlo; Hasanah, "Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Aluminium Dan Besi Pada Pengolahan Air Limbah Batik," *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Di Ind.* 2019, 2019.
- [18] A. Hidayanti, U. Ihda Afifa, And D. Juliananda, "Pengaruh Tegangan Elektrokoagulasi Dan Konsentrasi Awal Pewarna Terhadap Persentase Penyisihan Remazol Red Rb," *J. Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*, Vol. 5, No. 2, Pp. 1–9, 2021.
- [19] G. Chen, "Electrochemical Technologies In Wastewater Treatment," *Sep. Purif. Technol.*, Vol. 38, No. 1, Pp. 11–41, 2004, Doi: 10.1016/J.Seppur.2003.10.006.
- [20] H. B. Siregar, Supriadi; Hafizah, Mas Ayu; Wibowo, "Kajian Pengaruh Waktu Elektrolisis Dan Arus Listrik Terhadap Pembentukan Endapan Massa Ag Pada Katoda Pada Aplikasi Pelapisan Logam Senjata1," *Nusant. J. Ilmu Pengetah. Sos.*, Vol. 9, No. 4, Pp. 1483–1490, 2022.
- [21] A. M. Afandi, I. Rijal, And T. Aziz, "Pengaruh Waktu Dan Tegangan Listrik Terhadap Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Metode Elektrolisis," *J. Tek. Kim.*, vol. 23, no. 2, pp. 114–119, 2017.