
**PENGARUH KUAT ARUS DAN LUAS PENAMPANG
ELEKTRODA TERHADAP PENURUNAN KADAR COD DAN TSS
PADA LIMBAH CAIR BATIK MENGGUNAKAN METODE
ELEKTROKOAGULASI**

Ratna Kartika Dewayani¹, Haryanto¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Email: tikadewayani@gmail.com

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya industri batik di Indonesia, jumlah pengrajin batik pun semakin bertambah. Namun, masih banyak industri batik yang membuang limbahnya langsung ke sungai tanpa diolah terlebih dahulu. Limbah cair batik mengandung bahan organik seperti COD, BOD, TSS dan logam berat yang berbahaya jika dibuang langsung ke lingkungan. Metode yang digunakan untuk mengatasi pencemaran COD dan TSS pada limbah batik adalah metode elektrokoagulasi. Variasi yang digunakan adalah kuat arus listrik (1A, 3A, 5A, 7A, 10A) dan luas penampang elektroda (3x10 cm; 4x10 cm; 5x10 cm; 6x10 cm; 7x10 cm). Hasil dari penelitian ini diperoleh penurunan kadar COD tertinggi terdapat pada variabel kuat arus 10 Ampere dengan ukuran lempeng 7x10 cm dengan nilai COD sebesar 264,83 mg/L atau sebesar 62,12%. Sedangkan untuk TSS diperoleh hasil penurunan kadar TSS paling optimum adalah pada variabel kuat arus 7 Ampere dengan ukuran lempeng 7x10 cm yaitu sebesar 500 mg/L atau sebesar 86,21%.

Kata kunci : COD, TSS, Kuat Arus, Luas Penampang.

ABSTRACT

Along with the development of the batik industry in Indonesia, the number of batik craftsmen is also increasing. However, there are still many batik industries that dispose of their waste directly into the river without being processed first. Batik liquid waste contains organic materials such as COD, BOD, TSS and heavy metals which are dangerous if disposed of directly into the environment. The method used to overcome COD and TSS contamination in batik waste is the electrocoagulation method. The variations used were the electric current (1A, 3A, 5A, 7A, 10A) and the cross-sectional area of the electrode (3x10 cm; 4x10 cm; 5x10 cm; 6x10 cm; 7x10 cm). The results of this study showed that the highest reduction in COD levels was found in the 10 Ampere current strength variable with a plate size of 7x10 cm with a COD value of 264.83 Mg / L or 62.12%. Whereas for TSS, the optimum decrease in TSS levels was the 7 Ampere current strength variable with a plate size of 7x10 cm, namely 500 mg / L or 86.21%.

Key words: COD, TSS, current strength, cross-sectional area.

PENDAHULUAN

Salah satu industri yang potensial mencemari lingkungan adalah industri *textile*. Di Indonesia sendiri contohnya di kota Sokaraja terdapat banyak industri batik yang umumnya limbah cair dari industri tersebut tidak diolah terlebih dulu namun langsung dibuang ke sungai. Kandungan air limbah dari industri *textile* adalah bahan-bahan organik seperti COD, BOD, TSS dan logam berat (H et al., 2017).

COD (*Chemical Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik dalam air secara kimiawi. Nilai COD menggambarkan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi limbah organik melalui reaksi kimia (Rachman et al., 2018).

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah zat-zat padat atau partikel yang terkandung dalam air. Partikel-partikel ini biasanya berupa lumpur, pasir halus dan jasad renik yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. TSS terdiri dari zat terlarut dan zat tersuspensi (Praja, 2017). Kadar TSS yang tinggi dalam perairan juga menyebabkan kesediaan oksigen terlarut berkurang dan menyebabkan perairan menjadi anaerob, TSS juga dapat mengganggu biota perairan karena tersaring oleh insang (Rinawati et al., 2016).

Ambang batas kandungan COD menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha Dan/Kegiatan Industri *Textile* adalah 150 mg/L dan ambang batas untuk TSS adalah 50 mg/L.

Dampak yang timbul akibat kandungan COD dan TSS tinggi diantaranya adalah gangguan kesehatan pada manusia, mengancam biota air, menyebabkan air berbau tidak sedap dan keruh. Agar tidak membawa dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat, kandungan buruk pada limbah cair batik harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair batik adalah proses elektrokoagulasi. Melalui proses ini kandungan ion logam dan partikel didalam air akan mengalami koagulasi atau penggumpalan

karena ada listrik yang dialirkan melalui elektroda. (Wiyanto et al., 2014).

Menurut (Verma, 2017) metode elektrokoagulasi memiliki efisiensi mencapai 90% dalam menurunkan kadar COD pada limbah *textile*. Reaksi redoks adalah dasar dari metode elektrokoagulasi. Arus listrik yang dialirkan pada elektroda menyebabkan reaksi oksidasi pada anoda dan reduksi pada katoda (Kurniati & Mujiburohman, 2020).

METODE PENELITIAN

Proses elektrokoagulasi pada penelitian ini dilakukan dengan variasi kuat arus listrik (1A, 3A, 5A, 7A, 10A) dan ukuran lempeng (3x10 cm ; 4x10 cm ; 5x10 cm ; 6x10 cm ; 7x10 cm) untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kadar COD dan TSS. Elektrokoagulasi dilakukan selama 15 menit pada masing-masing variabel.

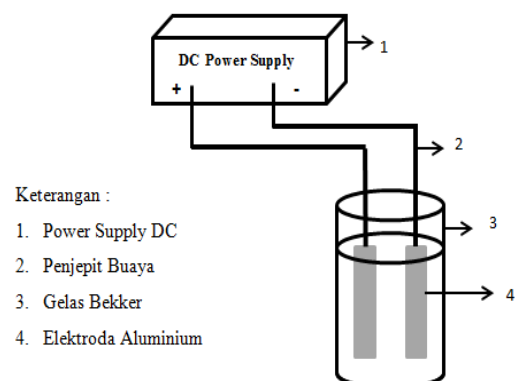
ALAT

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaca arloji, neraca digital, gelas becker, pengaduk, corong, labu ukur, gelas ukur, erlenmeyer, pipet tetes, buret, klem dan statif, kompor pemanas, cawan, kertas saring, oven, desikator, bak elektrokoagulasi, power supply, multimeter, elektroda aluminium.

BAHAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, KMnO_4 , KI, H_2SO_4 , indikator amilum, dan KIO_3 . Sedangkan sampel air limbah batik diambil dari daerah industri batik Sokaraja.

RANCANGAN ALAT



Gambar-1 : Rancangan Alat Elektrokoagulasi

CARA KERJA

1. Proses Pengolahan Air Limbah dengan Elektrokoagulasi

- Mengisi gelas becker dengan air limbah batik sebanyak 500 ml.
- Memasang elektroda Aluminium sebagai anoda dan katoda.
- Elektroda dimasukkan kedalam wadah elektrokoagulasi dengan jarak antar anoda dan katoda yaitu 2 cm.
- Menyalakan power supply dengan tegangan listrik 12 volt.
- Memvariasikan kuat arus yang digunakan yaitu 1A, 3A, 5A, 7A dan 10A.
- Waktu kontak yang digunakan adalah 15 menit.
- Ambil sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring lalu sampel dianalisa kandungan COD dan TSS nya.

2. Pengukuran kadar COD

- Standarisasi larutan baku natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dengan larutan baku kalium iodat (KIO_3).
- Sampel sebanyak 1 ml diencerkan dalam 50 ml aquades kemudian dituang ke erlenmeyer.
- Sampel ditambahkan 0,1 gram HgSO_4 dan 5 ml KMnO_4 .
- Erlenmeyer kemudian ditutup plastik hingga rapat.
- Pemanasan sampel selama 1 jam pada suhu 150°C .
- Pendinginan sampel sampai suhu ruang.
- Sampel yang sudah didinginkan kemudian ditambahkan dengan 5 ml larutan KI 10% dan 10 mL H_2SO_4 .
- Sampel dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga berwarna kuning pucat.
- Ditambahkan indikator amilum 1% sebanyak 3 tetes.
- Melakukan titrasi kembali menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga warna biru berubah menjadi bening.
- Catat kebutuhan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang diperlukan untuk titrasi.

3. Pengukuran kadar TSS

- Menimbang berat cawan kosong dan kertas saring.
- Pemanasan cawan dan kertas saring kosong pada suhu 105°C selama 1 jam.

- Cawan dan kertas saring kosong didinginkan selama 15 menit dalam desikator. Lalu menimbang kembali berat cawan.
- Menyaring 2ml limbah cair batik dengan kertas saring, kemudian letakkan kertas saring pada cawan lalu ditimbang beratnya.
- Pemanasan cawan dan kertas saring isi pada suhu 105°C selama 1 jam.
- Cawan dan kertas saring kosong didinginkan selama 15 menit dalam desikator. Lalu menimbang cawan sampai beratnya konstan.

ANALISA DATA

1. Analisa COD

Kadar COD dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{COD (mg/L O}_2\text{)} = (A-B) \times M \times 8000 \quad (1)$$

Keterangan :

A = Kebutuhan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi blanko (ml)

B = Kebutuhan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk titrasi sampel (ml)

M = Molaritas larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

2. Analisa TSS

Kadar TSS dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{TSS} = \frac{(a - b) \times 1000}{c} \quad (2)$$

Keterangan :

a = Berat cawan + residu (mg)

b = Berat cawan kosong (mg)

c = Volume sampel (ml)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik awal limbah cair batik

Analisis awal dilakukan untuk mengetahui kandungan COD dan TSS dalam limbah batik. Dari analisis tersebut diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel-1: Kandungan Awal COD dan TSS Limbah Cair Batik Sebelum Elektrokoagulasi

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji
COD	mg/L	150	699,15
TSS	mg/L	50	3626

Hasil dari analisis awal yang dilakukan memperlihatkan nilai COD dan TSS melebihi batas yang telah ditentukan. Sehingga sebelum dibuang ke lingkungan limbah harus diolah terlebih dahulu. Pada penelitian ini pengolahan limbah dilakukan dengan menggunakan metode elektrokoagulasi.

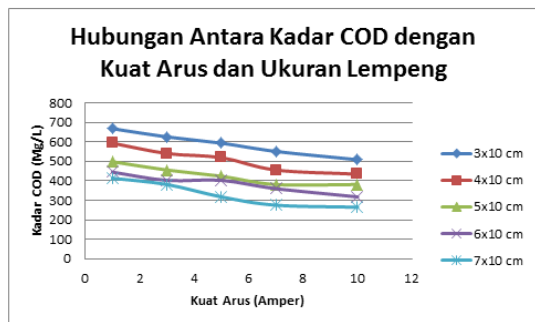
Uji Kadar COD

Sebelum proses elektrokoagulasi kadar COD yang diperoleh dari limbah cair batik adalah sebesar 699,5 mg/L. Nilai ini sangat jauh dari standar maksimum yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Sehingga, limbah harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Tabel-2 : Nilai COD Limbah Cair Batik

Kuat Arus (A)	Efisiensi Penurunan Kadar COD (%)				
	3x10	4x10	5x10	6x10	7x10
1	4,54	15,15	24,24	33,33	40,9
3	10,6	27,72	28,78	36,36	45,5
5	15,15	25,75	34,84	42,42	54,5
7	21,21	34,84	39,39	48,48	60,6
10	27,27	37,87	45,45	54,54	62,12

Setelah dilakukan proses elektrokoagulasi dapat dilihat bahwa kadar COD limbah cair batik semakin mengalami penurunan. Ion positif dan ion negatif pada larutan elektrolit akan terdekomposisi akibat adanya arus listrik yang dialirkan ke elektroda. Kation (ion positif) akan bergerak ke katoda dan mengalami reduksi, sedangkan anion (ion negatif) akan bergerak ke anoda dan mengalami oksidasi. Akibat dari proses tersebut, pada anoda terbentuk gas, buih dan flok. Unsur-unsur dalam limbah akan terikat dengan flok lalu membentuk endapan.



Grafik-1: Grafik Hubungan Kuat Arus Dan Ukuran Lempeng Terhadap Kadar COD

Grafik diatas menggambarkan nilai COD terendah terdapat pada variabel kuat arus 1 Ampere dengan ukuran lempeng 3x10 cm dengan nilai COD sebesar 667,37 mg/L atau sebesar 4,54%. Penurunan kadar COD tertinggi terdapat pada variabel kuat arus 10 Ampere dengan ukuran lempeng 7x10 cm dengan nilai COD sebesar 264,83 mg/L atau sebesar 62,12%. Dari grafik dapat dilihat bahwa penurunan nilai COD dipengaruhi oleh kuat

arus dan ukuran lempeng elektroda. Pembentukan ion bermuatan akan semakin cepat seiring dengan kenaikan kuat arus listrik. Sedangkan semakin luas permukaan lempeng elektroda maka semakin luas pula permukaan yang dialiri arus listrik. Sehingga, semakin besar kuat arus dan semakin luas ukuran lempeng kadar COD semakin berkurang nilainya.

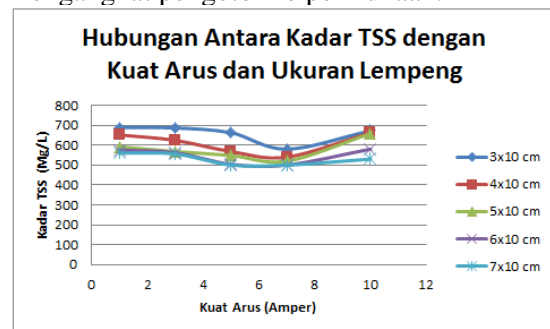
Uji Kadar TSS

Sebelum proses elektrokoagulasi kadar TSS yang diperoleh dari limbah cair batik adalah sebesar 3626 mg/L. Nilai ini sangat jauh dari standar maksimum yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Sehingga, limbah harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

Tabel-3: Nilai TSS Limbah Cair Batik

Kuat Arus (A)	Efisiensi Penurunan Kadar TSS (%)				
	3x10	4x10	5x10	6x10	7x10
1	81,04	82,04	83,69	84,14	84,55
3	81,08	82,79	84,33	84,5	84,666
5	81,74	84,33	84,88	86,1	86,21
7	84	85,1	85,65	86,2	86,2
10	81,46	81,74	81,53	84	85,38

Partikel-partikel yang terkandung dalam limbah cair batik umumnya bermuatan negatif, ketika proses elektrokoagulasi arus listrik yang dialirkan ke elektroda menyebabkan terbentuknya gas, buih dan flok pada anoda. Pada anoda terbentuk senyawa $Al(OH)_3$ akibat reaksi oksidasi pada ion negatif membentuk Al^{3+} yang kemudian berikatan dengan OH^- . Senyawa $Al(OH)_3$ mampu mengikat polutan dalam limbah membentuk flok. Flok yang terbentuk kemudian akan mengendap. Gas hidrogen (H_2) yang terbentuk pada katoda akan mengangkat pengotor ke permukaan.



Grafik-2: Grafik Hubungan Kuat Arus Dan Ukuran Lempeng Terhadap Kadar TSS

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa penurunan kadar TSS paling optimum adalah pada variabel kuat arus 7 Ampere dengan ukuran lempeng 7x10 cm yaitu sebesar 500 mg/L atau sebesar 86,21%. Pada variabel kuat arus 10 Ampere kadar TSS mengalami kenaikan, hal tersebut dapat terjadi karena lempeng yang mulai jenuh dan sudah tidak maksimal dalam mengikat ion-ion negatif untuk membentuk flok.

Hubungan antara arus listrik dan luas lempeng elektroda dalam menurunkan kandungan TSS limbah cair batik dimungkinkan karena semakin banyak arus yang dialirkan ke lempeng dan semakin luas permukaan lempeng menyebabkan semakin cepat senyawa $Al(OH)_3$ terbentuk untuk mengikat polutan dan gas hidrogen (H_2) yang terbentuk untuk mengangkat pengotor ke permukaan sehingga menurunkan nilai TSS.

KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang telah dilaksanakan :

1. Metode elektrokoagulasi dengan variasi kuat arus listrik dan luas lempeng mampu menurunkan kadar COD limbah cair batik sampai 62,12 %.
2. Metode elektrokoagulasi dengan variasi kuat arus listrik dan luas lempeng mampu menurunkan kadar TSS limbah cair batik sampai 86,21 %.
3. Kuat arus listrik dan luas lempeng yang optimum untuk menurunkan kadar COD pada penelitian ini adalah 10 Ampere dengan luas lempeng 7x10 cm.
4. Kuat arus listrik dan luas lempeng yang optimum untuk menurunkan kadar TSS pada penelitian ini adalah 7 Ampere dengan luas lempeng 7x10 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhtiar, A. H., Wijaya, A. P., & Sukmono, A. (2016). *Jurnal Geodesi Undip Oktober 2016 ANALISIS KESUBURAN DAN PENCEMARAN AIR Jurnal Geodesi Undip Oktober 2016*. 5, 263–276. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/13984/13520>
- Fidiastuti, R., & Lathifah, A. S. (2018). *UJI KARAKTERISTIK LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK TULUNGAGUNG: PENELITIAN PENDAHULUAN*. 296–300.

- <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/10504/p.296-300/fullpaper-Hasminar-Rachman-Fidiastuti%3B-Anis-Samrotul-Lathifah.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ghernaout, D. (2019). Electrocoagulation Process: A Mechanistic Review at the Dawn of its Modeling. *Journal of Environmental Science and Allied Research*, 2(1), 22–38. <https://doi.org/10.29199/2637-7063/esar-201019>
- H, Z. H., Rezagama, A., & Nur, M. (2017). Pengolahan Limbah Cair Zat Warna Jenis Indigosol Blue (C.I Vat Blue 4) Sebagai Hasil Produksi Kain Batik Menggunakan Metode Ozonasi Dan Adsorpsi Arang Aktif Batok Kelapa Terhadap Parameter Cod Dan Warna. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–10. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/17396>
- Indrayani, L. (2018). *PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK SEBAGAI SALAH SATU PERCONTOHAN IPAL BATIK DI*. 12(2), 173–184. <https://doi.org/10.24843/EJES.2018.v12.i02.p07>
- Indrayani, L. (2019). Teknologi Pengolahan Limbah Cair Batik dengan IPAL BBKB Sebagai Salah Satu Alternatif Percontohan bagi Industri Batik. *Jurusan Teknik Kimia, April*, 1–9.
- Islamawati, D., Darundiati, Y. H., & Dewanti, N. A. (2019). STUDI PENURUNAN KADAR COD (CHEMICAL OXYGEN DEMAND) MENGGUNAKAN FERRI KLORIDA ($FeCl_3$) PADA LIMBAH CAIR TAPIOKA DI DESA NGEMPLAK MARGOYOSO PATI. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/22158>
- Kurniati, T. R., & Mujiburohman, M. (2020). Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Cair Laundry. 309–313. <http://repository.urecol.org/index.php/proceeding/article/view/1043>
- Masnesia, A. (2017). Pengolahan Limbah Cair Batik Menggunakan Metode Presipitasi Dan Fitoremediasi. *Skripsi*, 1–18. <http://eprints.ums.ac.id/58066/3/NASKA>

- H PUBLIKASI PENELITIAN ANDANA.pdf
Mualifah, A. (2016). *TOKSISITAS LIMBAH CAIR PABRIK BATIK TERHADAP KELANGSUNGAN*. 5(4), 70–78. <http://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/biologi/article/view/5856>
- Nilasari, N. I., & Wulandari, S. N. (2020). *REDUCTION OF COD , TDS , TSS , COLORS IN BATIK WASTE WITH A*. September, 1–8. <http://snsb.upnjatim.ac.id/index.php/snsb/article/download/26/20>
- Praja, Y. H. (2017). *Analisa Kadar Chemical Oxygen Demand (Cod) dan Total Suspended Solid (Tss) pada Limbah Cair dan Air Laut Dengan Menggunakan Alat Spektrofotometri Uv-Visible*. <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/3329>
- Priambodo, A. N., Wijayanto, A. A., Udyani, K., Kimia, J. T., & Industri, F. T. (2019). Pengolahan Limbah Industri Batik Tulis Dengan Metode Gabungan Adsorpsi Dan Elektrokoagulasi. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII*, 2685–6875, 519–524. <https://ejournal.itats.ac.id/sntekpan/article/view/587>
- Puspo, B. D. A., Sulistiyani, & Budiyono. (2019). IDENTIFIKASI FAKTOR RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PADA PEKERJA INDUSTRI BATIK RUMAHAN DI KOTA SEMARANG. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Putra, V. G. V., Mohamad, J. N., & Yusuf, Y. (2020). Penerapan Gelombang Plasma dalam Mengurangi Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Batik Melalui Corona Plasma dan Elektrokoagulasi dengan Metode Variasi. *Jurnal Ilmu Fisika | Universitas Andalas*, 12(2), 60–69. <https://doi.org/10.25077/jif.12.2.60-69.2020>
- Rachman, H. A., Lisa, R., & Primanadini, A. (2018). Penentuan Chemical Oxygen Demand (Cod) Pada Air Sungai Martapura Akibat Limbah Industri (Cod) in Martapura River Due To the Sasirangan. *Jurnal Stikes Borneo Lestari*, 82, 32–38.
- Ridantami, V., Wasito, B., & Prayitno. (2016). Limbah Radioaktif Uranium Dan Torium Dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, 10(2), 102–107. <http://dx.doi.org/10.17146/jfn.2016.10.2.3494>
- Rinawati, Hidayat, D., Suprianto, R., & Dewi, P. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung. *Analytical and Environmental Chemistry*, 1(01), 36–45. http://repository.lppm.unila.ac.id/2831/1/Volume_1_Hal_36-45-Rina.pdf
- Saputra, A. I. (2019). PENURUNAN TSS AIR LIMBAH LABORATORIUM RUMAH SAKIT MENGGUNAKAN METODE ELEKTROKOAGULASI. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.37676/jnph.v6i2.638>
- Verma, A. K. (2017). Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation employing Fe-Al composite electrode. *Journal of Water Process Engineering*, 20(May), 168–172. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2017.11.001>
- Wiyanto, E., Harsono, B., Makmur, A., Pangputra, R., & Stefanus Kurniawan, M. (2014). Penerapan Elektrokoagulasi Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair. *Jurnal Tadris Kimiya*, 12(1), 19–36. <http://dx.doi.org/10.25105/jetri.v12i1.1449>