

# Efektifitas Metode Elektrokoagulasi Dengan Penambahan Medan Magnet Dalam Menyisihkan TSS dan COD Air Limbah Industri Rumah Potong Hewan

Nurilita Amalia Cahyani, Firra Rosariawari

Jurusan Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya

\*Koresponden email: firra.tl@upn.jatim.ac.id

Diterima: 22 Oktober 2024

Disetujui: 29 November 2024

## Abstract

Slaughterhouse effluent is high in organic matter and suspended solids and requires treatment before direct discharge. We are combining electrocoagulation technology and magnetic fields as a treatment method to assess their impact on the effectiveness of TSS and COD removal. The aim of this study is to determine the effect of current strength and treatment contact time on the pH of the effluent and the efficiency of TSS and COD removal from slaughterhouse effluent. The variables in this study include current strengths of 1 ampere, 3 amperes and 5 amperes with treatment contact times of 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes and 120 minutes. From the results of electrocoagulation experiments with and without a magnetic field, it is known that the magnetic field has the ability to accelerate the sedimentation process and remove suspended solids more effectively. The pH of the effluent increased with each increase in current and contact time. The best removal results were obtained in the electrocoagulation process with a magnetic field, which had a TSS removal of 96.06% and a COD removal of 89.37% at a pH of 8.3, using a current of 3 amperes and a contact time of 120 minutes.

**Keywords:** *slaughterhouse, electrocoagulation, magnetic field, current strength, contact time*

## Abstrak

Air limbah rumah potong hewan perlu diolah sebelum dibuang langsung ke badan air sebab memiliki konsentrasi bahan organik dan padatan tersuspensi cukup tinggi. Sebagai metode pengolahan teknologi elektrokoagulasi dan medan magnet dikombinasikan guna mengetahui pengaruhnya terhadap efektivitas penyisihan TSS dan COD. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat arus dan waktu kontak pengolahan terhadap nilai pH air limbah serta terhadap efisiensi penyisihan TSS dan COD air limbah rumah potong hewan. Variabel pada penelitian ini diantaranya yakni kuat arus sebesar 1 Ampere, 3 Ampere, dan 5 Ampere dengan waktu kontak pengolahan selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Dari hasil percobaan elektrokoagulasi tanpa medan magnet dan dengan medan magnet diketahui bahwa medan magnet memiliki kemampuan untuk mempercepat proses pengendapan dan penyisihan padatan tersuspensi yang lebih efektif. Nilai pH air limbah mengalami peningkatan pada setiap kenaikan kuat arus dan lama waktu kontak yang diberikan. Hasil penyisihan paling optimal terjadi pada pengolahan elektrokoagulasi dengan medan magnet dimana memiliki persen penyisihan TSS sebesar 96,06% dan persen penyisihan COD sebesar 89,37% nilai pH 8,3 pada pengolahan kuat arus 3 Ampere waktu kontak 120 menit.

**Kata Kunci:** *rumah potong hewan, elektrokoagulasi, medan magnet, kuat arus, waktu kontak*

## 1. Pendahuluan

Kegiatan industri pemotongan hewan memerlukan perhatian khusus dengan melakukan pemantauan dan pengolahan air limbah yang efektif dalam menurunkan kontaminan yang terkandung dalam air limbah Rumah Potong Hewan (RPH). Air limbah dari kegiatan pemotongan hewan berasal dari kegiatan pemotongan, pencucian, dan pembersihan hewan yang mengandung bahan organik, darah, minyak lemak, dan padatan tersuspensi dalam konsentrasi tinggi yang berpotensi besar mencemari lingkungan ekosistem badan air [1]. Selain dapat mencemari ekosistem badan air, air limbah Rumah Potong Hewan (RPH) juga menimbulkan dampak bau yang tidak sedap dan beresiko membawa kontaminasi patogen yang beresiko bagi kesehatan makhluk hidup [2].

Air limbah kegiatan industri Rumah Potong Hewan (RPH) memiliki konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) diatas standar baku mutu sesuai jenis industrinya. Hal ini disebabkan karena saat proses pemotongan dan pencucian hewan potong menghasilkan sisa feces, isi rumen, lemak, sisa darah dan air bekas pencucian hewan. Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang

tinggi menggambarkan keberadaan kontaminan organik yang membutuhkan oksidasi kimiawi, serta tingginya kadar *Total Suspended Solid* (TSS) menggambarkan banyaknya jumlah padatan tersuspensi sehingga dapat mempengaruhi kualitas air lingkungan penerima. Maka dari itu, metode pengolahan yang optimal untuk menekan kontaminan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) air limbah diperlukan, salah satu metode yang dapat diaplikasikan yakni metode elektrokoagulasi [3].

Metode pengolahan elektrokoagulasi diketahui efektif dalam menurunkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) sebab proses elektrokoagulasi ini memanfaatkan arus listrik dalam menginduksi reaksi kimia dalam air sehingga menghasilkan ion logam dari plat elektroda yang berperan sebagai koagulan. Ion logam yang dihasilkan tersebut berinteraksi dengan koloid dan partikel terlarut dalam air yang membentuk flok lebih besar sehingga mudah dipisahkan [4]. Pengolahan air limbah menggunakan metode elektrokoagulasi terbukti efektif dalam menurunkan kontaminan air limbah pada berbagai kegiatan industri seperti pada industri kertas [5], industri elektroplating [6], industri tekstil [7], air lindi TPA [8], dan kegiatan industri lainnya. Pada dasarnya proses elektrokoagulasi melibatkan beberapa proses yakni elektrokimia, koagulasi, dan flokulasi dimana proses tidak memerlukan bahan kimia tambahan sehingga proses operasional cukup mudah [9]. Plat elektroda pada proses elektrokoagulasi memiliki peran masing-masing dimana pada plat anoda merupakan tempat terjadinya oksidasi logam di dalam air, sedangkan pada plat katoda merupakan tempat terjadinya proses reduksi air menghasilkan ion hidroksida [10].

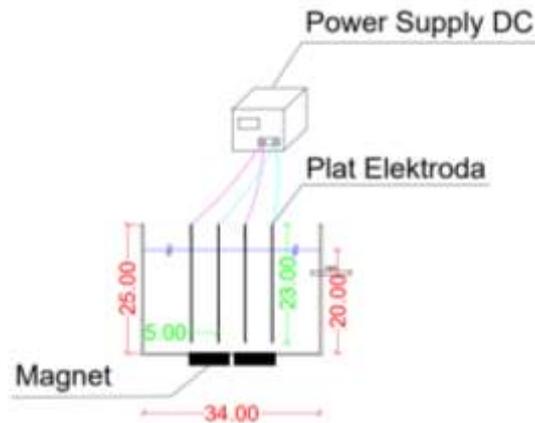
Pengolahan air limbah dengan proses elektrokoagulasi yang dikombinasikan dengan proses secara magnetis menggunakan medan magnet menarik perhatian khusus guna mengembangkan metode elektrokoagulasi lebih lanjut. Aliran listrik yang menghantarkan elektroda mempengaruhi hasil penyisihan TSS dan COD air limbah [11]. Medan magnet dapat mengubah sifat fisik kimia air, seperti viskositas dan struktur molekul dengan meningkatkan laju penggabungan partikel sehingga mempercepat proses pembentukan flok dan berpotensi meningkatkan efektivitas proses koagulasi dan flokulasi pada pengolahan elektrokoagulasi dengan medan magnet [12].

Pada penelitian terdahulu telah diteliti terkait pengaruh elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet batangan, tetapi masih sedikit peneliti yang melanjutkan penemuan terbaru terkait kombinasi elektrokoagulasi dengan medan magnet batangan. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan hasil penyisihan kontaminan air limbah sintesis dengan hasil penurunan penyisihan TSS lebih dari 85%, kekeruhan lebih dari 95%, dan COD lebih dari 75%. Hasil tersebut diperoleh berdasarkan penelitian elektrokoagulasi dengan kombinasi medan magnet pada sistem pengolahan *batch* menggunakan plat besi (Fe) dan magnet permanen AlNiCo yang dipasang dibawah bagian luar reaktor tepatnya dibawah letak elektroda dipasangkan [13]. Penelitian ini dilakukan guna mengetahui pengaruh kombinasi metode elektrokoagulasi dengan medan magnet berdasarkan variasi kuat arus dan waktu kontak pengolahan terhadap pengaruh penyisihan TSS dan COD air limbah Rumah Potong Hewan (RPH) yang efektif dan optimal dari beberapa percobaan yang dilakukan.

## 2. Metode Penelitian

Kombinasi antara metode elektrokoagulasi dengan metode magnetis menarik minat khusus untuk melakukan penelitian secara eksperimental terhadap pengolahan air limbah. Proses pengolahan kombinasi dua metode ini dilakukan secara sistem *batch* dengan menggunakan reaktor elektrokoagulasi ditambahkan medan magnet permanen yang diletakkan pada bagian bawah reaktor. Air limbah yang diolah diambil dari bak penampung awal air limbah pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) salah satu industri rumahan Rumah Potong Hewan (RPH) yang terletak di Desa Sidokeprung, Kabupaten Sidoarjo. Sebelum air limbah diolah menggunakan reaktor elektrokoagulasi dilakukan uji awal guna mengetahui kadar awal air limbah guna memperoleh hasil besarnya penyisihan kontaminan yang terjadi melalui hasil persen penyisihan parameter kontaminan air limbah, sehingga dapat dipantau apakah air limbah tersebut telah memenuhi standar baku mutu yang berlaku. Pemantauan dilakukan dengan melihat hasil uji kadar awal air limbah dan kadar akhir setelah pengolahan air limbah terhadap parameter *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) air limbah Rumah Potong Hewan (RPH).

Pengolahan elektrokoagulasi dilakukan dengan menggunakan rangkaian reaktor berbentuk bak persegi panjang ukuran bak sebesar 34 cm × 17 cm × 25 cm berbahan kaca dengan ketinggian air maksimal pada reaktor 20 cm. Medan magnet permanen yang digunakan sebagai kombinasi pada reaktor elektrokoagulasi ini berbentuk persegi panjang yang memiliki ukuran 7,5 cm × 3 cm dengan kekuatan magnet 0,15 T sebanyak dua pasang dari dua buah medan magnet permanen berjenis AlNiCo. Plat Aluminium (Al) digunakan sebagai elektroda pada reaktor elektrokoagulasi dengan jumlah plat sebanyak 2 pasang plat elektroda Al yang disusun dengan jarak 5 cm antar plat secara monopolar paralel.



**Gambar 1.** Rangkaian Reaktor Elektrokoagulasi Sistem *Batch*  
Sumber : Peneliti, 2024

Proses pengolahan dilakukan dengan sistem *batch* dimana pengolahan dilakukan dari beberapa percobaan sesuai variasi kuat arus (1 Ampere, 3 Ampere, dan 5 Ampere) dengan masing-masing waktu kontak pengolahan selama (30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit). Air limbah diambil setelah melalui proses pengolahan pada reaktor elektrokoagulasi sesuai dengan variasi pengolahan yang dilakukan dengan menggunakan reaktor tanpa medan magnet dan reaktor dengan medan magnet.

Pemantauan kadar pH air limbah dilakukan guna mengetahui pH optimal pada tiap variasi pengolahan air limbah. Masing-masing air limbah yang telah diolah pada reaktor elektrokoagulasi kemudian diendapkan selama 1 jam pada botol sampel yang selanjutnya akan dianalisis kadar *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang terkandung sehingga dapat dianalisa terkait efektifitas pengolahan air limbah dari kombinasi metode elektrokoagulasi dan metode magnetis medan magnet.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Karakteristik Air Limbah

Air limbah rumah potong hewan (RPH) yang diambil pada inlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) salah satu industri rumah potong hewan (RPH) yang berada di Desa Sidokeping Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur memiliki karakteristik awal air limbah yang mengandung kadar TSS diatas 100 mg/L dan kadar COD diatas 200 mg/L dimana nilai ini telah melampaui ambang batas baku mutu kegiatan industri rumah potong hewan (RPH) sesuai pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Sedangkan hasil karakteristik awal kadar pH air limbah yang terkandung telah memenuhi ambang batas baku mutu air limbah RPH yakni sebesar 6-9. Kandungan TSS dan COD air limbah yang terkandung berdasarkan hasil pengujian karakteristik awal air limbah yang belum memenuhi standar baku mutu perlu diolah menggunakan pengolahan yang efektif, sehingga Ketika air limbah hendak dibuang ke lingkungan badan air tidak akan mencemari lingkungan.

**Tabel 1.** Hasil Karakteristik Uji Awal Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH)

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
Pengolahan Elektrokoagulasi Tanpa Medan Magnet				
1.	pH	-	6,8	6-9
2.	COD	mg/L	403,7	200
3.	TSS	mg/L	130	100
Pengolahan Elektrokoagulasi Dengan Medan Magnet				
1.	pH	-	6,9	6-9
2.	COD	mg/L	639,2	200
3.	TSS	mg/L	508	100

Sumber : Hasil Analisa, 2024

#### 3.2 Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak terhadap pH Air Limbah

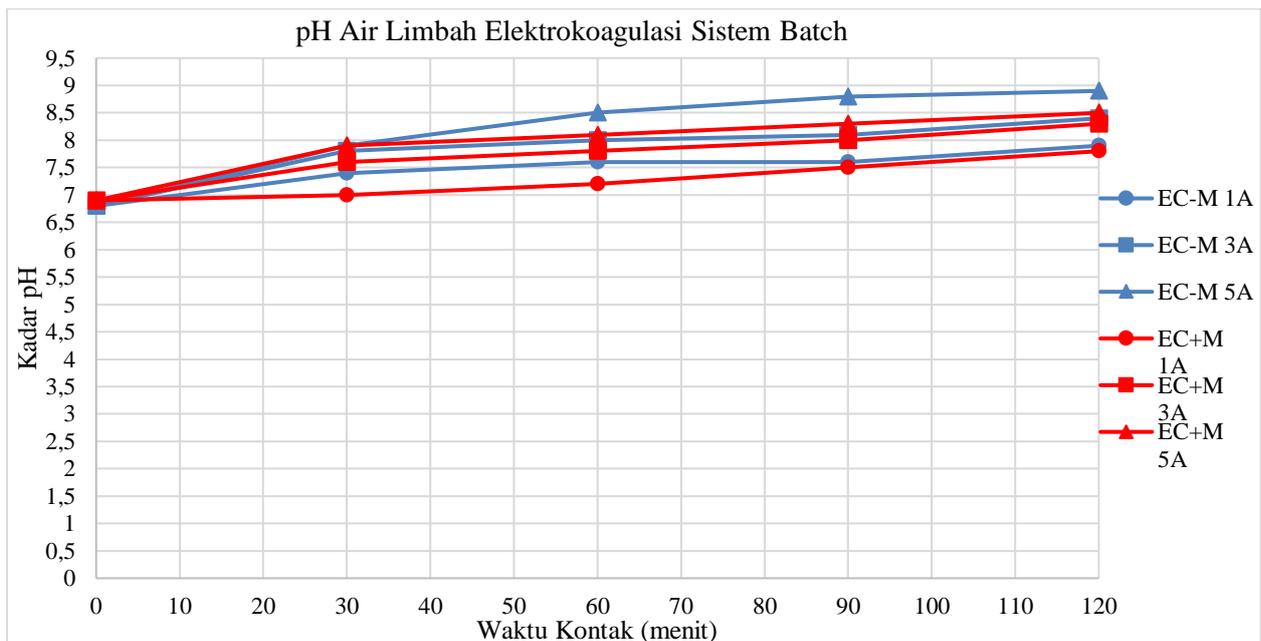
Pemantauan kadar pH air limbah perlu dilakukan secara berkala pada saat sebelum proses dimulai dan pada masing-masing waktu kontak pengolahan tiap variasi kuat arus. Waktu kontak yang terlalu lama

dapat menyebabkan pembentukan ion  $H^+$  atau  $OH^-$  berlebih, yang dapat menurunkan atau meningkatkan pH secara signifikan. Kuat arus yang lebih tinggi dapat mempercepat laju reaksi elektrokimia di dalam larutan air limbah. Ini dapat meningkatkan laju pembentukan ion-ion tertentu seperti  $H^+$  atau  $OH^-$ , yang secara langsung dapat mempengaruhi pH [14].

**Tabel 2.** Hasil pH Air Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) Proses Elektrokoagulasi

Variasi Kuat Arus (A)	Waktu Kontak (menit)	EC tanpa Medan Magnet		EC dengan Medan Magnet	
		pH Awal	pH Akhir	pH Awal	pH Akhir
1	0	6,8	6,8	6,9	6,9
	30	6,8	7,4	6,9	7,0
	60	6,8	7,6	6,9	7,2
	90	6,8	7,6	6,9	7,5
	120	6,8	7,9	6,9	7,8
3	0	6,8	6,8	6,9	6,9
	30	6,8	7,8	6,9	7,6
	60	6,8	8,0	6,9	7,8
	90	6,8	8,1	6,9	8,0
	120	6,8	8,4	6,9	8,3
5	0	6,8	6,8	6,9	6,9
	30	6,8	7,9	6,9	7,9
	60	6,8	8,5	6,9	8,1
	90	6,8	8,8	6,9	8,3
	120	6,8	8,9	6,9	8,5

Sumber : Hasil Analisa, 2024



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Kuat Arus dan Waktu Kontak terhadap pH Air Limbah

Sumber : Hasil Analisa, 2024

Karakteristik awal pH air limbah RPH memiliki nilai yang berada dibawah ambang batas baku mutu yakni 6-9. Kemudian dilakukan pengecekan pH air limbah secara berkala pada saat proses pengolahan elektrokoagulasi sistem *batch* berlangsung baik dengan adanya variasi penambahan medan magnet pada reaktor elektrokoagulasi maupun tanpa penambahan medan magnet terhadap air limbah yang akan diolah. Kadar pH air limbah dinilai mengalami peningkatan yang cukup signifikan pada tiap peningkatan kuat arus dan waktu kontak pengolahan. Akan tetapi, nilai pH air limbah masih berada pada angka ambang batas baku mutu kegiatan industri RPH yakni berkisar di nilai 6-9. pH air limbah tertinggi terjadi pada kuat arus dan waktu kontak pengolahan yang sama yakni pada saat proses pengolahan dengan kuat arus 5 Ampere dan waktu kontak 120 menit dengan nilai pH 8,9 saat pengolahan elektrokoagulasi tanpa medan magnet dan nilai pH 8,5 saat pengolahan elektrokoagulasi dengan medan magnet.

Lamanya proses elektrokoagulasi juga dapat mempengaruhi peningkatan nilai pH pada air limbah dengan dapat dilihat dari hasil proses elektrokoagulasi. Nilai pH pada proses elektrokoagulasi mengalami peningkatan dibandingkan sebelum dilakukan proses elektrokoagulasi. Elektroda dari logam aluminium (Al) pada anoda terjadi reaksi oksidasi dari logam Al dengan reaksi  $Al^{3+} + 3H_2O \rightarrow Al(OH)_3 + 3H^+ + 3e$  [15]. Sedangkan pada katoda akan terjadi reaksi reduksi air yang menghasilkan ion  $OH^-$  dan gas  $H_2$  dengan reaksi  $2H_2O + 2e \rightarrow 2OH^- + H_2$  [16].

Peningkatan nilai pH ini disebabkan karena adanya peningkatan ion hidroksida ( $OH^-$ ) dalam air limbah akibat proses elektrolisis pada elektroda yang digunakan [17]. Meningkatnya kuat arus dalam proses elektrokoagulasi memicu peningkatan jumlah ion  $H^+$  dan  $OH^-$  yang dihasilkan di katoda. Hal ini terjadi karena kuat arus yang lebih tinggi mempercepat laju reaksi elektrolisis air, sehingga lebih banyak molekul air yang terurai menjadi ion-ion tersebut.  $H^+$  terbentuk sebagai hasil reaksi pada katoda, sementara  $OH^-$  terbentuk pada anoda, dan keduanya memainkan peran penting dalam proses pengendapan dan koagulasi partikel-partikel tersuspensi dalam air limbah [18].

### 3.3 Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak terhadap Penyisihan Kadar TSS

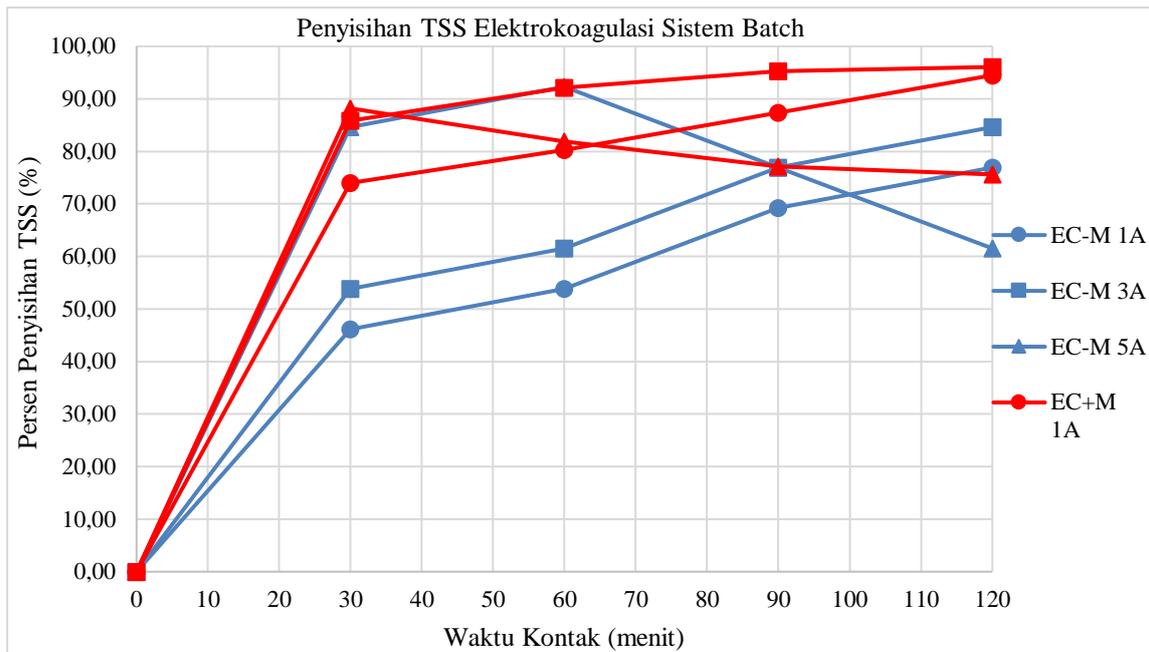
Pengolahan elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet dilakukan guna mengetahui efektifitas pengolahan yang dihasilkan terhadap penyisihan kadar TSS pada air limbah rumah potong hewan (RPH). Proses elektrokoagulasi memanfaatkan arus listrik searah yang dialirkan pada plat elektroda dalam reaktor sehingga dapat menghilangkan kontaminan air limbah salah satunya yakni *Total Suspended Solid* (TSS) [19].

**Tabel 3.** Hasil Penyisihan Total Suspended Solid (TSS) Proses Elektrokoagulasi

Waktu Kontak (Menit)	EC Tanpa Medan Magnet			EC Dengan Medan Magnet		
	Co (mg/L)	Ct (mg/L)	% Penyisihan	Co (mg/L)	Ct (mg/L)	% Penyisihan
<b>1 Ampere</b>						
0	130	130	0%	508	508	0%
30	130	70	46,15%	508	132	74,02%
60	130	60	53,85%	508	100	80,31%
90	130	40	69,23%	508	64	87,40%
120	130	30	76,92%	508	28	94,49%
<b>3 Ampere</b>						
0	130	130	0%	508	508	0%
30	130	60	53,85%	508	72	85,83%
60	130	50	61,54%	508	40	92,13%
90	130	30	76,92%	508	24	95,28%
120	130	20	84,62%	508	20	96,06%
<b>5 Ampere</b>						
0	130	130	0%	508	508	0%
30	130	20	84,62%	508	60	88,19%
60	130	10	92,31%	508	92	81,89%
90	130	30	76,92%	508	116	77,17%
120	130	50	61,54%	508	124	75,59%

Sumber : Hasil Analisis, 2024

Hasil persen penyisihan TSS dari reaktor elektrokoagulasi tanpa medan magnet diketahui memperoleh nilai efektif 92,31% pada pengolahan kuat arus 3 Ampere dan waktu kontak pengolahan 120 menit yang mampu menyisihkan kadar TSS dari kadar awal 130 mg/L menjadi sebesar 10 mg/L dimana hasil ini menunjukkan bahwa telah memenuhi standar baku mutu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Akan tetapi, dari seluruh variasi percobaan terhadap pengolahan elektrokoagulasi tanpa medan magnet diketahui bahwa terdapat kejenuhan proses pengolahan yang ditandai dengan adanya penurunan persen penyisihan TSS pada saat pengolahan. Hal ini dapat dilihat seperti yang terjadi saat pengolahan dengan kuat arus 5 Ampere yang mulai terjadi pada waktu kontak pengolahan 90 menit hingga 120 menit dimana nilai penyisihan menurun menjadi sebesar 46,15% hingga 30,77%.



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Kuat Arus dan Waktu Kontak terhadap Penyisihan TSS  
Sumber : Hasil Analisa, 2024

Pada proses pengolahan air limbah rumah potong hewan (RPH) proses elektrokoagulasi tanpa penambahan medan magnet pada variasi kuat arus 1 Ampere memiliki efisiensi penyisihan TSS (*Total Suspended Solid*) optimal adalah pada waktu kontak 120 menit dengan hasil TSS sebesar 20 mg/L dan nilai efisiensi penyisihan TSS sebesar 84,62%. Sedangkan pada variasi kuat arus 5 Ampere memiliki efisiensi penyisihan parameter TSS (*Total Suspended Solid*) tertinggi pada waktu kontak 60 menit dengan hasil nilai TSS sebesar 50 mg/L dan persen efisiensi removal TSS sebesar 61,54%.

Pengolahan pada reaktor elektrokoagulasi dengan medan magnet memperoleh efektifitas persen penyisihan TSS paling optimal dimana memperoleh hasil sebesar 96,06% pada proses dengan kuat arus 1 Ampere dan waktu kontak 120 menit yang mampu menyisihkan kadar TSS air limbah dari kadar awal 508 mfg/L menjadi sebesar 20 mg/L sehingga hasil ini dinilai telah terolah dengan optimal dan telah memenuhi standar baku mutu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Hal ini membuktikan bahwa pengolahan elektrokoagulasi dengan menggunakan medan magnet mampu menyisihkan kontaminan padatan tersuspensi yang cukup tinggi. Meskipun medan magnet dapat meningkatkan efisiensi dengan mempercepat penggumpalan partikel, kejenuhan proses pengolahan juga dapat terjadi hal ini terlihat dari hasil penurunan efisiensi penyisihan pada kuat arus 5 Ampere waktu kontak 60 menit hingga 120 menit dimana terjadi penurunan nilai efisiensi penyisihan menjadi sebesar 81,89% hingga 75,59%. Kejenuhan proses tetap dapat terjadi pada metode pengolahan kombinasi elektrokoagulasi dan medan magnet karena pengolahan memungkinkan pencapaian kejenuhan proses pada tingkat penyisihan TSS dalam waktu yang lebih singkat. Optimalisasi kombinasi dari kuat arus dan waktu kontak diperlukan pada pengolahan elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet guna mencapai hasil pengolahan yang terbaik [20].

Pada pengolahan limbah rumah potong hewan (RPH) dengan proses elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet menunjukkan hasil bahwa semakin tinggi variasi kuat arus listrik yang dialirkan dan semakin lama waktu proses pengolahan elektrokoagulasi dapat mempengaruhi hasil penyisihan TSS (*Total Suspended Solid*) dimana untuk variasi kuat arus 3 Ampere memiliki waktu pengolahan optimal 120 menit dengan hasil penyisihan TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 28 mg/L dengan persentase efisiensi penyisihan 94,49%. Sedangkan pada pengolahan elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet pada variasi kuat arus 5 Ampere terjadi fluktuasi nilai TSS setelah waktu pengolahan terbaik dimana hasil paling terbaik pada variasi kuat arus 5 Ampere adalah pada waktu kontak 30 menit dengan hasil TSS sebesar 80 mg/L dengan persen efisiensi penyisihan 84,25%.

Kuat arus yang optimal dengan waktu kontak yang cukup akan menghasilkan efisiensi maksimal tanpa menyebabkan pemborosan energi atau penurunan kinerja akibat kejenuhan sistem. Jika salah satu dari kedua faktor ini tidak diatur dengan tepat, maka sistem proses pengolahan dapat mencapai kejenuhan lebih cepat, sehingga dapat mengurangi efisiensi proses penyisihan parameter TSS (*Total Suspended Solid*) [21]. Kuat arus yang lebih tinggi meningkatkan laju pelepasan ion logam dari elektroda dimana medan

magnet dapat mempengaruhi pergerakan ion logam dan partikel TSS, serta membantu memfokuskan dan mempercepat penggumpalan partikel melalui pengaruh magnetik pada ion logam dan partikel yang bermuatan [22].

Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi variasi kuat arus listrik yang dialirkan dan semakin lama waktu proses pengolahan elektrokoagulasi belum dapat dikatakan menjadi opsi variasi pengolahan yang paling optimal dalam menurunkan kadar TSS air limbah. Kuat arus yang lebih tinggi meningkatkan laju oksidasi pada anoda, menghasilkan lebih banyak ion logam seperti  $Al^{3+}$  yang berfungsi sebagai pembentuk koagulan [23]. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan reaksi elektrokimia untuk berlangsung lebih sempurna, tetapi setelah waktu tertentu, laju reaksi melambat dan sistem mencapai keadaan keseimbangan di mana penyisihan TSS (*Total Suspended Solid*) tidak lagi meningkat secara signifikan [24].

### 3.4 Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Kontak terhadap Penyisihan Kadar COD

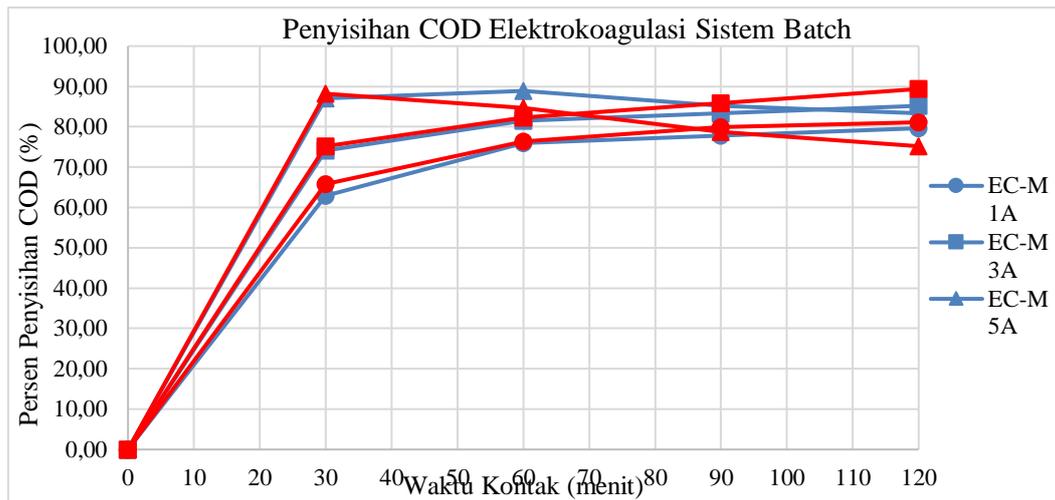
Proses elektrokoagulasi juga mampu menyisihkan kontaminan organik yang terlarut maupun tersuspensi dalam air limbah, karena senyawa organik tersebut mampu terikat dengan koagulan yang terbentuk selama proses yang kemudian mengendap dan terpisahkan dari air limbah yang diolah [25]. Kombinasi pengolahan antara metode elektrokoagulasi dengan metode magnetis dilakukan guna mengetahui efektifitas penyisihan kontaminan organik air limbah rumah potong hewan (RPH).

Pengolahan elektrokoagulasi mampu menyisihkan kontaminan organik air limbah yang terkandung pada parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) air limbah, hal ini dapat terjadi sebab ion koagulan akan berinteraksi dengan ion yang terkandung di dalam senyawa organik sehingga akan membentuk flok yang lebih besar. Senyawa organik yang terlarut dalam air limbah akan berikatan dengan koagulan yang terbentuk, serta keberadaan oksidator kuat  $O_2$  hasil dari proses elektrolisa pada plat elektroda akan mempengaruhi senyawa organik yang terkandung sehingga akan mengalami proses oksidasi [26].

**Tabel 4.** Hasil Penyisihan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Proses Elektrokoagulasi

Waktu Kontak (Menit)	EC Tanpa Medan Magnet			EC Dengan Medan Magnet		
	Co (mg/L)	Ct (mg/L)	% Penyisihan	Co (mg/L)	Ct (mg/L)	% Penyisihan
<b>1 Ampere</b>						
0	403,7	403,7	0%	639,2	639,2	0%
30	403,7	149,5	62,96%	639,2	218,3	65,76%
60	403,7	97,2	75,93%	639,2	150,9	76,39%
90	403,7	89,7	77,78%	639,2	128,3	79,93%
120	403,7	82,2	79,63%	639,2	120,8	81,11%
<b>3 Ampere</b>						
0	403,7	403,7	0%	639,2	639,2	0%
30	403,7	104,7	74,07%	639,2	158,5	75,20%
60	403,7	74,8	81,48%	639,2	113,2	82,29%
90	403,7	67,3	83,33%	639,2	90,6	85,83%
120	403,7	59,8	85,19%	639,2	67,9	89,37%
<b>5 Ampere</b>						
0	403,7	403,7	0%	639,2	639,2	0%
30	403,7	52,3	87,04%	639,2	75,5	88,19%
60	403,7	44,9	88,89%	639,2	98,1	84,65%
90	403,7	59,8	85,19%	639,2	135,8	78,75%
120	403,7	67,3	83,33%	639,2	158,5	75,20%

Sumber : Hasil Analisis, 2024



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Kuat Arus dan Waktu Kontak terhadap Penyisihan COD  
Sumber : Hasil Analisa, 2024

Berdasarkan hasil pengolahan dengan proses elektrokoagulasi tanpa medan magnet diketahui memiliki efisiensi penyisihan COD sebesar 88,89% pada kuat arus 5 Ampere saat waktu kontak 60 menit. Penyisihan ini menunjukkan hasil penurunan kadar dari hasil awal sebesar 403,7 mg/L menjadi sebesar 44,9 mg/L, nilai ini menunjukkan bahwa parameter COD untuk standar air limbah industri RPH telah memenuhi standar baku mutu pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Meskipun hasil dari seluruh percobaan penyisihan COD dengan pengolahan elektrokoagulasi tanpa medan magnet telah memenuhi standar baku mutu, akan tetapi terdapat penurunan efisiensi penyisihan pada pengolahan dengan kuat arus 5 Ampere ketika waktu kontak pengolahan telah mencapai pada waktu 90 menit hingga 120 menit. Penurunan efisiensi ini terlihat dari hasil persen penyisihan yang menurun menjadi senilai 85,19% hingga 83,33%.

Pengolahan air limbah rumah potong hewan (RPH) dengan elektrokoagulasi tanpa medan magnet secara *batch* pada variasi kuat arus 1 Ampere dan waktu pengolahan 120 menit memiliki efisiensi penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) tertinggi sebesar 81,11% dengan mampu menyisihkan parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada uji awal 403,7 mg/L menjadi 82,2 mg/L. Sedangkan hasil efisiensi penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada variasi kuat arus 3 Ampere dan waktu pengolahan 120 menit memperoleh hasil efisiensi penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) tertinggi sebesar 85,19% dengan mampu menyisihkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada uji awal 403,7 mg/L menjadi 59,8 mg/L.

Pada pengolahan dengan proses elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet memiliki hasil efisiensi penyisihan COD yang paling optimal dari seluruh percobaan yang diperoleh, yakni pada kuat arus 3 Ampere dengan waktu kontak 120 menit memiliki nilai efisiensi sebesar 89,37%. Penyisihan yang terjadi yakni mampu menurunkan kadar COD dari kadar awal 639,2 mg/L menurun menjadi sebesar 67,9 mg/L, nilai ini telah memenuhi standar baku mutu air limbah industri RPH pada Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Walaupun pada pengolahan ini merupakan pengolahan yang paling efektif dan optimal, tetapi penurunan efisiensi penyisihan tetap dapat terjadi yakni terlihat pada saat pengolahan dengan kuat arus 5 Ampere dimulai dari waktu kontak pengolahan 60 menit hingga 120 menit, penurunan efisiensi penyisihan yang terjadi sebesar 84,65% hingga 75,20% yang menurun secara signifikan.

Pengolahan air limbah rumah potong hewan (RPH) dengan elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet secara *batch* pada variasi kuat arus 1 Ampere dan waktu pengolahan 120 menit memiliki efisiensi penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) tertinggi sebesar 79,93% dengan mampu menyisihkan parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada uji awal 639,2 mg/L menjadi 79,93 mg/L. Sedangkan hasil efisiensi penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) terbaik pada variasi kuat arus 5 Ampere dan waktu pengolahan 30 menit memperoleh hasil efisiensi penyisihan COD (*Chemical Oxygen Demand*) tertinggi sebesar 88,19% dengan mampu menyisihkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada uji awal 403,7 mg/L menjadi 75,7 mg/L.

Medan magnet dapat mempercepat reaksi dengan mengarahkan ion-ion ke area dengan konsentrasi kontaminan yang lebih tinggi, sehingga waktu kontak yang diperlukan untuk menurunkan COD menjadi lebih singkat [27]. Namun, setelah waktu pengolahan tertentu, penambahan durasi tidak lagi efektif dalam mengurangi COD secara signifikan, karena sistem sudah mencapai titik keseimbangan di mana sebagian

besar kontaminan telah dihilangkan. Jika waktu pengolahan diperpanjang terlalu lama, flok yang telah terbentuk dapat terdispersi kembali, yang mengakibatkan penurunan efisiensi pengolahan elektrokoagulasi [28]. Pada proses pengolahan elektrokoagulasi dengan penambahan medan magnet, peningkatan kuat arus tidak hanya meningkatkan jumlah ion logam yang dilepaskan, tetapi juga dapat meningkatkan efektivitas penangkapan kontaminan oleh ion tersebut karena medan magnet membantu mengarahkan mereka [29].

Pada proses elektrokoagulasi untuk mengurangi COD (Chemical Oxygen Demand), reaksi oksidasi pada anoda menghasilkan ion  $Al^{3+}$ . Sementara itu, di katoda terjadi reaksi reduksi air yang memproduksi ion  $OH^-$  dan gas  $H_2$ . Ion  $Al^{3+}$  kemudian berinteraksi dengan ion  $OH^-$ , membentuk  $Al(OH)_3$  [30]. Senyawa ini bertindak sebagai koagulan yang kemudian membentuk flok-flok dalam air limbah. Flok-flok tersebut menangkap partikel tersuspensi dan bahan organik, membantu pengendapan dan menurunkan kadar COD dalam air limbah [31]. Dalam proses elektrokoagulasi, flok-flok yang terbentuk berfungsi untuk menangkap partikel koloid serta senyawa organik bermuatan negatif, sehingga partikel-partikel ini perlahan-lahan mengendap di dasar reaktor. Selain itu, gas hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) yang dihasilkan selama proses membantu mengangkat koloid pengotor ke permukaan air limbah, yang ditandai dengan munculnya gelembung selama reaksi berlangsung. Penurunan nilai COD terjadi karena senyawa organik yang terlarut dalam air limbah terikat oleh flok dan mengalami oksidasi akibat keberadaan oksigen ( $O_2$ ) yang berperan sebagai oksidator kuat yang dihasilkan dari proses elektrolisis pada elektroda [32].

#### 4. Kesimpulan

Air limbah memiliki nilai pH yang mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kuat arus dan lamanya waktu kontak pengolahan. Pengolahan elektrokoagulasi sistem batch dengan penambahan medan magnet terbukti memberikan hasil efektifitas penyisihan TSS dan COD yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengolahan elektrokoagulasi tanpa penambahan medan magnet. Pada pengolahan elektrokoagulasi tanpa medan magnet penyisihan TSS terbaik terjadi sebesar 92,31%, serta penyisihan COD terbaik terjadi sebesar 88,89% pada kuat arus 5 Ampere dengan waktu kontak 60 menit. Sedangkan, penyisihan TSS terbaik pada pengolahan elektrokoagulasi dengan medan magnet memiliki hasil paling optimal yakni sebesar 96,06%, serta penyisihan COD terbaik juga terjadi pada pengolahan elektrokoagulasi dengan medan magnet yakni sebesar 89,37% di kuat arus 3 Ampere dan waktu kontak 120 menit.

#### 5. Referensi

- [1] Sari, E. D. A., Moelyaningrum, A. D., & Ningrum, P. T. (2018). Kandungan Limbah Cair Berdasarkan Parameter Kimia di Inlet dan Outlet Rumah Potong Hewan (Studi di Rumah Potong Hewan X Kabupaten Jember). *Journal of Health Science and Prevention*, 2(2), 88–94.
- [2] Apriyanti, E. (2018). Efek Sentra Potongan Ayam Terhadap Kesehatan Lingkungan Masyarakat Pemukiman. *Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan*, 7(1), 35–50. <https://doi.org/10.21009/jgg.071.03>
- [3] Subuharni, N., Masthura, & Ety Jumiaty. (2023). Penurunan Kadar TSS Dan BOD Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Redoks*, 8(2), 41–47. <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i2.13096>
- [4] Legawa, F., Eka, G. C., Galih, V., & Putra, V. (2024). Metode Pengolahan Limbah Cair Puskesmas Menggunakan Tahapan Elektrokoagulasi Filtrasi dan Plasma. *Jurnal Riset Farmasi*, 53–60.
- [5] Safitri, H. A., Muliandari, A., Asfarina, A., & Riyanto. (2020). Elektrokoagulasi Limbah Cair Industri Karet Menggunakan Elektroda Al-Al. *Jurnal Mahasiswa*, 11(1), 1–8.
- [6] Prasetyaningrum, A., & Dharmawan, Y. (2018). Aplikasi Teknologi Elektrokoagulasi Pada Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Sebagai Upaya Menghasilkan Produksi Kerajinan Logam Berbasis Green Technology. *Jurnal Riptek*, 12(1), 37–44.
- [7] Fitria, N., Wulan, N., Anandita, L. D., Prajitna, J., & Vitasari, D. (2024). The Effect of Current Strength, Electrode Distance, and Coagulation Time on the Efficiency of Electrocoagulation of Batik Waste. *The 19th University Research Colloquium 2024 Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- [8] Vatra, R. P. R., & Arifin. (2023). Pengolahan Air Lindi TPA Batu Layang Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Filtrasi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(2), 737–744. <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i2.2467>
- [9] Sutanto, S., Iryani, A., & Sarahwati. (2018). Efficiency and effectiveness as well as electrocoagulation kinetics of palm sago waste treatment (in Indonesian). *Ekologia*, 18(1), 10–16.
- [10] Ramadhan, A. F., Amri, I., & Drastinawati, D. (2021). Pengaruh Jarak Elektroda Dan Kuat Arus Pada Pengolahan Air Gambut Dengan Proses Elektrokoagulasi Secara Kontinu. *Journal of Bioprocess, Chemical and Environmental Engineering Science*, 2(1), 46–55.

- [11] Wahyuni, N. L. E., Nurcahyo, Leoangraini, U., Sudarman, R., Soeswanto, B., Muhari, E. H., Ngatin, A., & Sihombing, R. P. (2023). Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Adsorpsi Secara Kontinyu [ Tofu Wastewater Treatment Using Continuous Electrocoagulation and. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(2), 140–150. <https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/kovalen>
- [12] Hardika, & Sururi, M. R. (2023). Penyisihan Kekeuhan Menggunakan Unit Koagulasi-Flokulasi Instalasi Pengolahan Air Minum : Review. *FTSP Series : Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir 2023*, 1995–2000.
- [13] Ni'am, M. F., & Othman, F. (2014). Experimental Design of Electrocoagulation and Magnetic Technology for Enhancing Suspended Solids Removal from Synthetic Wastewater. *International Journal of Science and Engineering*, 7(2), 178–192. <https://doi.org/10.12777/ijse.7.2.178-192>
- [14] Rusdi, H., Wonorahardjo, S., Utomo, Y., & Wijaya, A. (2020). Optimasi pH dan Konsentrasi Elektrolit dalam Elektrokoagulasi Limbah Surfaktan. *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 4(1), 21–28. <https://doi.org/10.17977/um0260v4i12020p021>
- [15] Trisnaawati, & Purnama, H. (2021). Pengaruh waktu dan jarak elektroda pada pengolahan lindi dengan metode elektrokoagulasi-adsorpsi zeolit Effect of time and inter-electrode distance of leachate treatment using electrocoagulation-zeolite adsorption method. *Jurnal Teknik Kimia*, 27(2), 2721–4885. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/jtk>
- [16] Loukanov, A., El Allaoui, N., Omor, A., Elmadani, F. Z., Bouayad, K., & Nakabayashi, S. (2020). Large-scale removal of colloidal contaminants from artisanal wastewater by bipolar electrocoagulation with aluminum sacrificial electrodes. *Results in Chemistry*, <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2020.100038>
- [17] Syaichurrozi, I., Sarto, S., Sediawan, W. B., Hidayat, M. 2021. Effect of Current and Initial pH on Electrocoagulation in Treating the Distillery Spent Wash with Very High Pollutant Content. *Water*, 13(1), 1-20.
- [18] Ramadhan, M. L., Islam, U., Muhammad, K., Al-Banjari, A., Nur, N., Ali, A., Jl, A. :, No, A., Miai, S., Utara, K. B., Banjarmasin, K., Selatan, K., & Penulis:, K. (2024). *Elektrolisis*. 2(4), 105–112. <https://doi.org/10.62383/polygon.v2i4.129>
- [19] N. Lintang et al., “Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Metode Elektrokoagulasi dan Adsorpsi Secara Kontinyu,” vol. 9, no. 2, pp. 140–150, 2023.
- [20] Masrullita, M., Hakim, L., Nurlaila, R., & Azila, N. (2021). Pengaruh Waktu Dan Kuat Arus Pada Pengolahan Air Payau Menjadi Air Bersih Dengan Proses Elektrokoagulasi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 111. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i1.4184>
- [21] Takwanto, A., Mustain, A., & Sudarminto, H. P. (2018). Penurunan Kandungan Polutan pada Lindi dengan Metode Elektrokoagulasi-Adsorpsi Karbon Aktif untuk Memenuhi Standar Baku Mutu Lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 2(1), 11.
- [22] Sihombing, R. P., & Sarungu, Y. T. (2022). Pengolahan Air Limbah Industri Tekstil dengan Metoda Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Besi (Fe) dan Aluminium (Al). *JC-T (Journal Cis-Trans): Jurnal Kimia Dan Terapannya*, 6(2), 11–18. <https://doi.org/10.17977/um0260v6i22022p011>
- [23] Temperatur, A. P., Kuat, D. A. N., Proses, A., Terhadap, E., Tarik, K., & Dan, K. T. (2018). *Analisis pengaruh temperatur, waktu, dan kuat arus proses elektroplating terhadap kuat tarik, kuat tekuk dan kekerasan pada baja karbon rendah*. 9(3), 173–182.
- [24] Anugrah, M. (2024). The Effect of Voltage Variation, Plate Area and Electrocoagulation Time on TSS Reduction of Laundry Wastewater Using Aluminum Electrode. *CHEMVIRO: Jurnal Kimia Dan Ilmu Lingkungan (JKIL)*, 2(1), 113–122.
- [25] Legawa, F., Eka, G. C., Galih, V., & Putra, V. (2024). Metode Pengolahan Limbah Cair Puskesmas Menggunakan Tahapan Elektrokoagulasi Filtrasi dan Plasma. *Jurnal Riset Farmasi*, 53–60.
- [26] I. Amri, Pratiwi Destinefa, and Zultiniar, “Pengolahan limbah cair tahu menjadi air bersih dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu,” *Chempublish J.*, vol. 5, no. 1, pp. 57–67, 2020, doi: 10.22437/chp.v5i1.7651.
- [27] Ngatin, A., Nugraha, A. R., Gozali, M., Priyambudi, A., Hariyadi, T., Sihombing, R. P., Yusuf, Y., Jayanti, R. D., & Indarti, R. (2022). Pengaruh Laju Alir Terhadap Penurunan Pengotor Limbah Laundry Metode Elektrokoagulasi Kontinyu Berpengaduk. *Fluida*, 15(2), 89–96.
- [28] Nasional, S., Kimia, T., & Brotohardjono, S. (2023). *Pengolahan Limbah Cair Laundry Dengan The Effect Of Voltage And Contact Time On Laundry*. 72–77.
- [29] Kurniawan, H. F. (2021). Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Jarak Elektroda terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Batik Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *Syntax Idea*, 3(11), 2386–2394.

- [30] Gulo, A., & Silitonga, P. M. (2021). Indonesian Journal of Chemical State University of Medan. *Indonesian Journal of Chemical Science and Techonology*, 04(2), 88–95.
- [31] Afina Radityani, F., Hariyadi, S., Heri Yuli Yanto, D., & Heris Anita, S. (2020). Penerapan Teknik Elektrokoagulasi dalam Pengurangan Bahan Organik Air Limbah Kegiatan Perikanan (The Application of Electro-Coagulation Technique in Reducing Organic Materials in Waste Water of Fish Culture). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 25(2), 283–290. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.2.283>
- [32] Wiyanto, E., Harsono, B., Makmur, A., Pangputra, R., Julita, J., & Kurniawan, M. S. (2017). Penerapan Elektrokoagulasi Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair. *Jetri : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 12, 19–36. <https://doi.org/10.25105/jetri.v12i1.1449>