

# **PENGARUH JARAK ELEKTRODA PADA PROSES ELEKTROKOAGULASI TERHADAP PENURUNAN KADAR FOSFAT, COD DAN TSS LIMBAH CAIR LAUNDRY**

*THE EFFECT OF ELECTRODE DISTANCE ON THE ELECTROCOAGULATION PROCESS TO REDUCE THE LEVELS OF PHOSPATE, COD, AND TSS LAUNDRY LIQUID WASTE*

**Elok Fitri Mustikaayu<sup>1)</sup>, Rijali Noor<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat,

<sup>2)</sup>Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Jend. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia

E-mail: 1610815220008@mhs.ulm.ac.id

## **ABSTRAK**

Salah satu usaha laundry yang berada di Kota Banjarbaru tidak memiliki pengolahan limbah, sehingga limbah yang dihasilkan langsung dibuang begitu saja. Selain itu, limbah yang dihasilkan mengandung Fosfat sebesar 2,126 mg/L, COD sebesar 567,4 mg/L dan TSS sebesar 161 mg/L, nilai tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan. Metode yang direkomendasikan untuk mengolah limbah cair laundry yaitu Elektrokoagulasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi jarak elektroda 1 cm, 1,5 cm dan 2 cm terhadap konsentrasi Fosfat, COD dan TSS limbah cair laundry di effluent elektrokoagulasi. Penelitian ini menggunakan reaktor berbahan kaca dengan sistem batch berukuran 25 cm x 25 cm x 30 cm, 4 pasang elektroda aluminium berukuran 20 cm x 10 cm x 2 mm, tegangan 24 volt dan waktu kontak selama 60 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyisihan Fosfat, COD dan TSS di effluent elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda memiliki nilai konsentrasi Fosfat terendah sebesar 0,22 mg/L atau sebesar 89,65% pada jarak elektroda 1,5 cm. Nilai konsentrasi COD terendah sebesar 394,4 mg/L atau sebesar 79,71% pada jarak elektroda 1 cm. Nilai konsentrasi TSS terendah sebesar 96,7 mg/L atau sebesar 49,65% pada jarak elektroda 1 cm.

**Kata kunci:** COD, Elektrokoagulasi, Fosfat, Jarak elektroda, Limbah cair laundry, TSS

## **ABSTRACT**

One of the laundry businesses in Banjarbaru City does not have waste treatment, so the waste generated is immediately thrown away. In addition, the laundry liquid waste contains Phosphate of 2,126 mg/L, COD of 567,4 mg/L, and TSS of 161 mg/L, these value exceeds the specified quality standards. The recommended method for treating it is electrocoagulation. This study aims to analyze the effect of variations in the electrode distance of 1 cm, 1,5 cm, and 2 cm on the concentration of Phosphate, COD, and TSS of laundry wastewater in electrocoagulation effluent. This study uses a glass reactor with a batch system measuring 25 cm x 25 cm x 30 cm, four pairs of aluminum electrodes measuring 20 cm x 10 cm x 2 mm, a voltage of 24 volts, and a contact time of 60 minutes. The results showed that Phosphate, COD, and TSS removal in the electrocoagulation effluent with various electrode distances had the lowest phosphate concentration value of 0,22 mg/L or 89,65% at an electrode distance of 1,5 cm. The lowest COD concentration value was 394,4 mg/L or 79,71% at an electrode distance of 1 cm. The lowest TSS concentration value is 96,7 mg/L or 49,65% at the electrode distance of 1 cm.

**Keywords:** COD, Electrode distance, Electrocoagulation, Fosfat, Laundry liquid waste, TSS

## **1. PENDAHULUAN**

*Laundry* merupakan industri skala kecil dalam bidang jasa pencucian pakaian yang kini sangat berkembang pesat. Disisi lain berkembang pesatnya usaha *laundry* juga berdampak pada meningkatnya volume air limbah yang dihasilkan (P dkk., 2015). Selain itu, sebagian besar usaha *laundry* tidak memiliki suatu sistem pengolahan limbah sehingga limbah yang dihasilkan langsung dibuang begitu saja ke selokan atau badan air. Berdasarkan Uji pendahuluan yang telah dilakukan, sampel limbah cair *laundry* yang berasal dari salah satu usaha *laundry* yang ada di Kota Banjarbaru memiliki kadar Fosfat sebesar 2,126 mg/L, kadar COD sebesar 567,4 mg/L dan kadar TSS sebesar 161 mg/L, hasil tersebut melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik.

Pengendalian dampak dari limbah yang ditimbulkan oleh usaha *laundry* dapat dilakukan dengan menggunakan metode Elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi direkomendasikan karena metode ini merupakan pengolahan yang dalam prosesnya tidak menggunakan bahan kimia, melainkan menggunakan dua lempeng elektroda yang dialirkan arus listrik searah (DC), sehingga memecah kestabilan zat terlarut di dalam air dan terjadi proses penggumpalan (Vaujiah, 2018). Komponen penentu kinerja elektrokoagulasi salah satunya ialah jarak elektroda (Rachmawati dkk., 2014). Berdasarkan penelitian Sinaga (2019) membuktikan jarak antar elektroda berpengaruh pada penurunan konsentrasi parameter, penyisihan optimum COD, BOD, TSS pada variasi jarak elektroda 2 cm sebesar 76,36%, 72,83% dan 85,16%. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian untuk menganalisis penyisihan Fosfat, COD dan TSS pada limbah cair *laundry* di *effluent* elektrokoagulasi serta menganalisis pengaruh jarak elektroda pada proses elektrokoagulasi terhadap penyisihan Fosfat, COD dan TSS pada limbah cair *laundry*.

## **2. METODE PENELITIAN**

Sampel air limbah laundry yang digunakan berasal dari salah satu usaha laundry Jl. Guntung Manggis, Kecamatan Landasan Ulin, Banjarbaru. Penelitian ini dilakukan dengan percobaan skala laboratorium. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu variasi jarak elektroda 1 cm, 1,5 cm dan 2 cm. Variabel terikatnya adalah parameter Fosfat, COD dan TSS. Penelitian ini menggunakan reaktor dengan sistem batch berbahan kaca berukuran 25 cm x 25 cm x 30 cm, elektroda yang digunakan yaitu plat aluminium dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 2 mm, sebanyak 4 pasang yang disusun dengan konfigurasi monopolar paralel dan semua elektroda dihubungkan dengan arus listrik yang berasal dari sumber arus DC bertegangan 24 volt (Juherah & Ansar, 2018).

Pengolahan limbah cair laundry dilakukan dengan menggunakan 3 variasi jarak elektroda aluminium pada reaktor elektrokoagulasi dengan 3 pengulangan setiap variasinya dan waktu kontak selama 60 menit. Kemudian diambil sampel sebelum dan sesudah pengolahan dan selanjutnya ditempatkan dalam botol plastik untuk pengujian parameter Fosfat, COD dan TSS. Pengujian parameter dilakukan di BBTLKPP Banjarbaru. Analisis data konsentrasi Fosfat, COD dan TSS disajikan dalam bentuk grafik serta analisis deskriptif yaitu dengan membandingkan data hasil analisis pada air limbah *laundry* sebelum dan sesudah perlakuan pada reaktor, kemudian dilanjutkan analisis statistik menggunakan aplikasi SPSS dengan metode uji yang digunakan yaitu metode *One Way Anova*.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1 Karakteristik Awal Limbah *Laundry***

Analisis karakteristik awal limbah *laundry* dilakukan untuk mengetahui besarnya konsentrasi parameter pencemar yang ada pada limbah cair *laundry* sebelum dilakukan pengolahan. Hasil uji

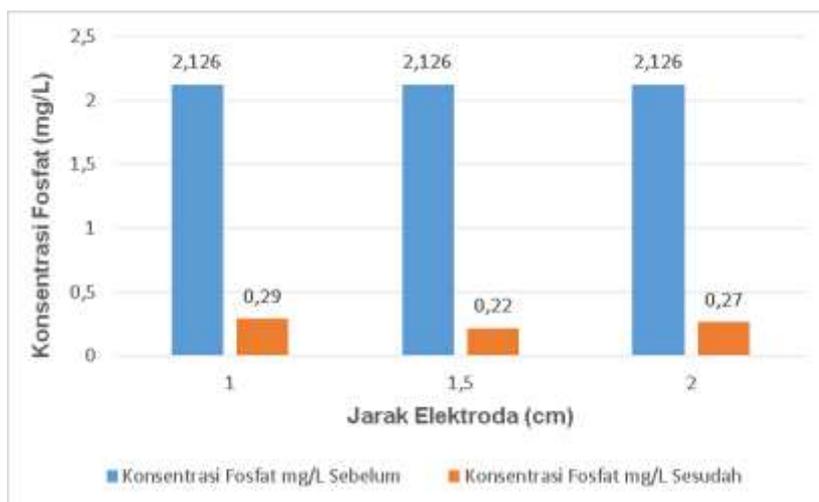
karakteristik limbah laundry sebelum diolah dengan elektrokoagulasi disajikan dalam **Tabel 1** sebagai berikut.

**Tabel 1.** Hasil Uji Karakteristik Limbah Laundry sebelum diolah dengan Elektrokoagulasi

Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
COD	mg/L	1943,7	100
TSS	mg/L	192	30
Fosfat	mg/L	2,126	-

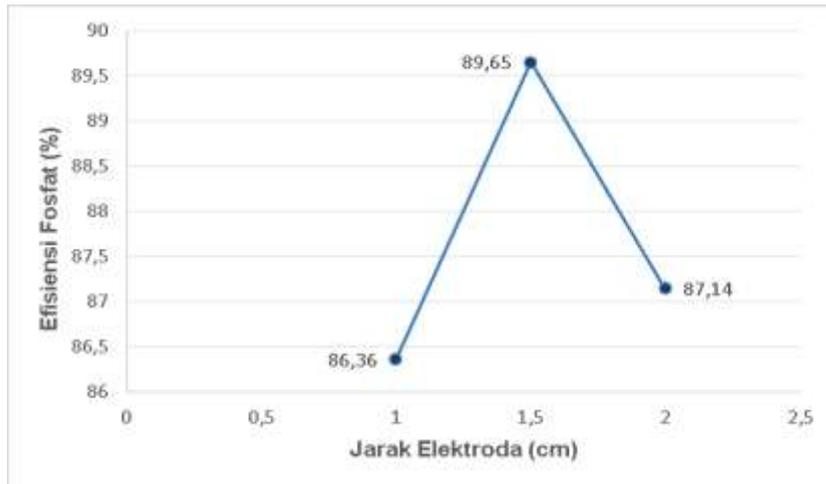
Berdasarkan hasil analisis karakteristik parameter awal, didapatkan bahwa nilai fosfat sebesar 2,126 mg/L, untuk parameter fosfat belum ada batas baku mutu. Nilai COD sebesar 1943,7 mg/L dan TSS sebesar 192 mg/L. Nilai ini melebihi baku mutu air limbah domestik berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016, sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.

### 3.2 Penyisihan Fosfat pada *Effluent* Elektrokoagulasi



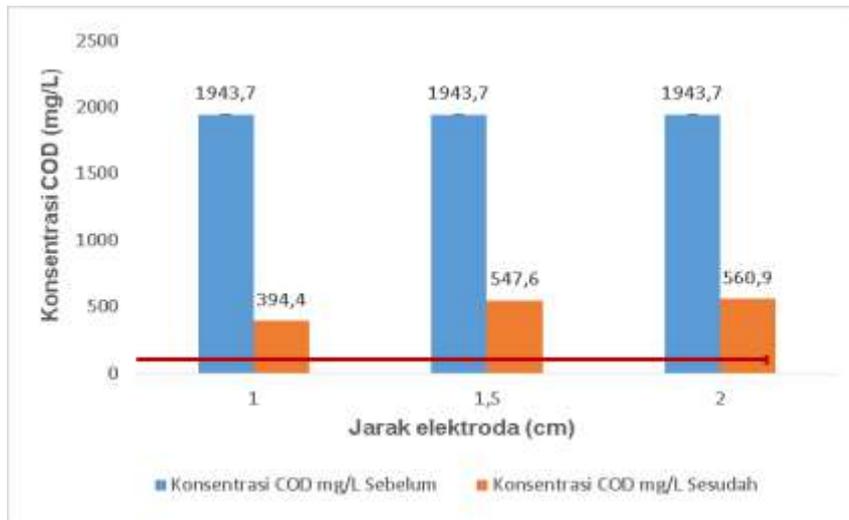
**Gambar 1.** Grafik Konsentrasi Fosfat Setelah Proses Elektrokoagulasi dengan Variasi Jarak Elektroda

Berdasarkan **Gambar 1** dan **Gambar 2** konsentrasi fosfat terendah terjadi pada proses elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda 1,5 cm yaitu 0,22 mg/L atau sebesar 89,65% Sementara konsentrasi fosfat pada variasi jarak elektroda 1 cm sebesar 0,29 mg/L atau 86,36% dan pada variasi jarak elektroda 2 cm sebesar 0,27 mg/L atau 87,14%. Pada penelitian ini efisiensi penyisihan fosfat menurun ketika jarak elektroda terlalu dekat maupun terlalu jauh. Hal ini berbanding terbalik dengan teori yang menyatakan semakin dekat jarak elektroda maka semakin kecil hambatan dan rapat arus yang mengalir semakin meningkat sehingga menyebabkan meningkatnya proses penyisihan parameter pencemar. Ketidaksiesuaian ini dapat terjadi dikarenakan ketika jarak antara elektroda terlalu dekat, jumlah koagulan yang terbentuk meningkat namun sistem pengolahan akan terganggu akibat hubungan singkat antar elektroda. Sedangkan ketika jarak antara elektroda diperbesar melampaui jarak optimum, menyebabkan adanya hambatan arus yang besar sehingga konduktivitas menurun (Saputra, 2016).

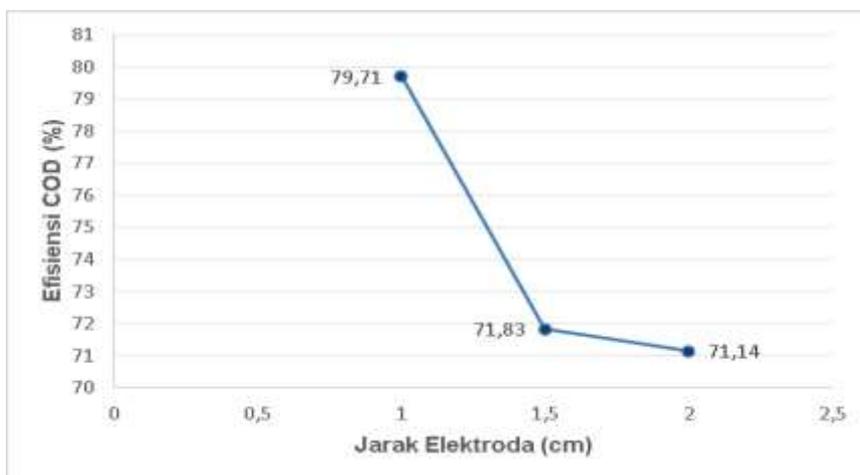


Gambar 2. Grafik Efisiensi Penyisihan Fosfat Pada Proses Elektrokoagulasi

### 3.3 Penyisihan COD pada *Effluent* Elektrokoagulasi



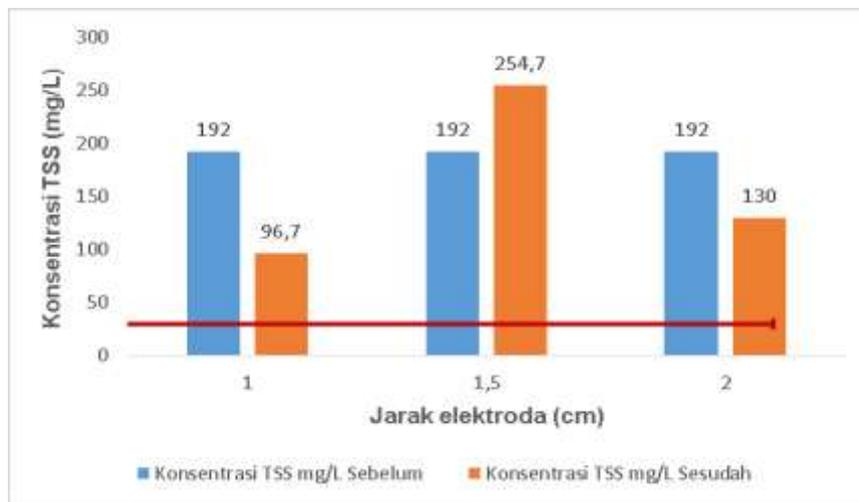
Gambar 3. Grafik Konsentrasi COD Setelah Proses Elektrokoagulasi dengan Variasi Jarak Elektroda



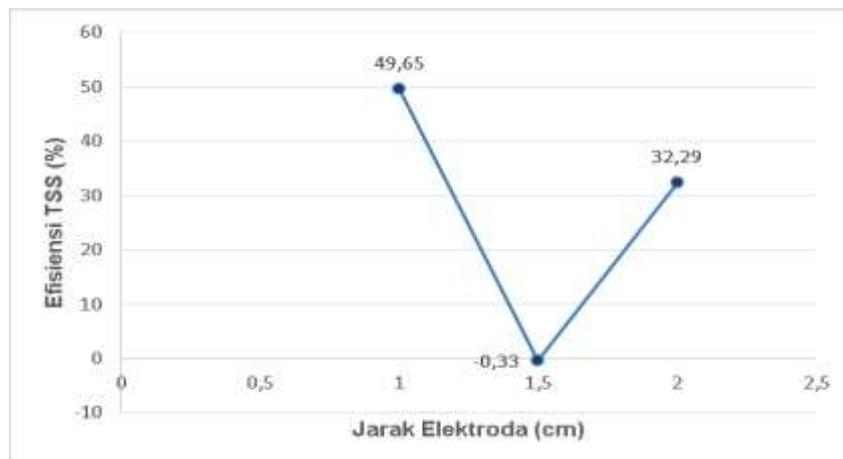
Gambar 4. Grafik Efisiensi Penyisihan COD Pada Proses Elektrokoagulasi

**Gambar 3** dan **Gambar 4** menunjukkan penurunan dan efisiensi penyisihan konsentrasi COD pada setiap variasi jarak elektroda. Konsentrasi COD terendah terdapat pada variasi jarak elektroda 1 cm yaitu sebesar 394,4 mg/L atau 79,71%. Pada variasi jarak elektroda 1,5 cm konsentrasi COD sebesar 547,6 mg/L atau 71,83% dan pada variasi jarak elektroda 2 cm konsentasi COD sebesar 560,9 mg/L atau 71,14%. Pada penelitian ini efisiensi penyisihan konsentrasi COD mengalami penurunan seiring jarak elektroda diperbesar. Hal ini berkaitan dengan jarak lintasan arus listrik, bahwa jarak elektroda semakin jauh atau diperbesar, nilai hambatan listriknya pun semakin besar sehingga arus listrik yang mengalir semakin kecil dan menyebabkan pembentukan koagulan juga berkurang (Rahmayanti & Mujiburohman, 2020). Konsentrasi COD pada penelitian ini dapat diturunkan, namun penurunannya belum sampai menyebabkan kadarnya di bawah baku mutu air limbah domestik. Perlu elektrokoagulasi bertingkat atau dikombinasikan dengan pengolahan lanjutan untuk memenuhi kadar COD yang ditetapkan.

### 3.4 Penyisihan TSS pada *Effluent* Elektrokoagulasi



**Gambar 5.** Grafik Konsentrasi TSS Setelah Proses Elektrokoagulasi dengan Variasi Jarak Elektroda



**Gambar 6.** Grafik Efisiensi Penyisihan TSS Pada Proses Elektrokoagulasi

Dari **Gambar 5** dan **Gambar 6** dapat dilihat konsentrasi TSS pada variasi jarak elektroda 1 cm mengalami penurunan menjadi 96,7 mg/L atau sebesar 49,65%. Namun pada variasi jarak elektroda 1,5 cm konsentrasi TSS meningkat melebihi konsentrasi awal menjadi 254,7 mg/L sehingga presentase penyisihannya bernilai negatif. Pada variasi jarak elektroda 2 cm konsentrasi TSS kembali mengalami penurunan dari konsentrasi awal menjadi 130 mg/L atau sebesar 32,29%. Pada penelitian ini efisiensi penyisihan konsentrasi TSS mengalami penurunan seiring dengan semakin jauhnya jarak elektroda. Penurunan efisiensi disebabkan jarak elektroda mempengaruhi besarnya hambatan elektrolit. Semakin besar jarak antar elektroda maka akan semakin besar hambatan dan semakin kecil arus yang mengalir sehingga menyebabkan berkurangnya koagulan yang terbentuk (Febriana & Azmi, 2017). Pada penelitian ini juga Terjadi peningkatan konsentrasi TSS pada jarak elektroda 1,5 cm sehingga presentase penyisihan konsentrasi TSS bernilai negatif. Hal ini disebabkan elektroda aluminium yang digunakan mengalami kejenuhan. Selain itu tidak bersihnya dalam membersihkan reaktor elektrokoagulasi dan plat elektroda dapat mempengaruhi reaksi reduksi dan oksidasi selama proses elektrokoagulasi, sehingga mengurangi reaksi pengikatan TSS di dalam limbah *laundry* (Lestari et al., 2017). Konsentrasi TSS pada penelitian ini mengalami penurunan namun nilainya masih diatas baku mutu air limbah domestik. Sampel limbah hasil elektrokoagulasi perlu diendapkan dengan waktu yang lama untuk memisahkan padatan tersuspensi dengan air.

### **3.5 Pengaruh Jarak Elektroda Pada Proses Elektrokoagulasi Terhadap Parameter Fosfat, COD dan TSS**

Nilai konsentrasi Fosfat, COD dan TSS yang sudah didapatkan akan dilakukan uji statistik *One Way Anova* dengan persyaratan data harus terdistribusi normal dan homogen. Pada penelitian ini data parameter Fosfat dan TSS terdistribusi normal dan homogen sehingga dapat dilanjutkan menggunakan *One Way Anova* sedangkan untuk parameter COD data tidak terdistribusi normal sehingga tidak dapat dilanjutkan menggunakan metode *One Way Anova* dan diganti dengan metode alternatif Kruskal Wallis (Jamco & Batami, 2020).

**Tabel 2.** Uji *One Way Anova* Parameter Fosfat

	ANOVA				
	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Between Groups</i>	0,008	2	0,004	0,646	0,557
<i>Within Groups</i>	0,037	6	0,006		
Total	0,045	8			

Berdasarkan data pada **Tabel 2** dapat diketahui hasil uji *One Way Anova* memiliki nilai Sig lebih besar dari 0,05, maka diperoleh kesimpulan H0 diterima yang berarti variasi perlakuan memiliki pengaruh yang sama terhadap penyisihan konsentrasi fosfat atau menginformasikan tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik.

Berdasarkan **Tabel 3** hasil uji Kruskal Wallis dapat diketahui nilai Asymp. Sig > 0,05 yang berarti variasi perlakuan memiliki pengaruh yang sama terhadap penyisihan konsentrasi COD atau menginformasikan tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik.

**Tabel 3.** Uji Kruskal Wallis Parameter COD

Test Statistics <sup>a,b</sup>	
Konsentrasi COD	
Kruskal-Wallis H	3.854
df	2
Asymp. Sig.	.146

a. Kruskal Wallis Test  
b. Grouping Variable: Jarak elektroda

**Tabel 4.** Uji One Way ANOVA Parameter TSS

ANOVA					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	41616,889	2	20808,444	11,708	0,008
Within Groups	10663,333	6	1777,222		
Total	52280,222	8			

Berdasarkan **Tabel 4** hasil Uji One Way ANOVA Parameter TSS dapat diketahui nilai Sig lebih kecil dari 0,05, maka diperoleh kesimpulan H0 ditolak dan terima H1 yang berarti variasi perlakuan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap penyisihan konsentrasi TSS atau adanya perbedaan yang signifikan secara statistik minimal satu perlakuan. Untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda maka harus dilakukan uji lanjut (*Post Hoc Test*) dengan uji LSD atau BNT.

**Tabel 5.** Uji Lanjut LSD (BNT)

Multiple Comparisons			
Dependent Variable: Konsentrasi TSS			
LSD			
(I) Variasi Jarak Elektroda	(J) Variasi Jarak Elektroda	Mean Difference (I-J)	Sig.
Jarak Elektroda 1 cm	Jarak Elektroda 1.5 cm	-158,00000*	0,004
	Jarak Elektroda 2 cm	-33,33333	0,370
Jarak Elektroda 1.5 cm	Jarak Elektroda 1 cm	158,00000*	0,004
	Jarak Elektroda 2 cm	124,66667*	0,011
Jarak Elektroda 2 cm	Jarak Elektroda 1 cm	33,33333	0,370
	Jarak Elektroda 1.5 cm	-124,66667*	0,011

Berdasarkan uraian nilai Sig. pasangan masing-masing perlakuan dapat disimpulkan bahwa variasi jarak elektroda 1,5 cm pada proses elektrokoagulasi memiliki pengaruh yang berbeda dalam menurunkan parameter TSS dibandingkan dengan jarak elektroda 1 cm dan 2 cm.

#### **4. KESIMPULAN**

Kesimpulan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penyisihan Fosfat, COD dan TSS limbah cair laundry di effluent elektrokoagulasi dengan variasi jarak elektroda, memiliki nilai konsentrasi Fosfat terendah sebesar 0,22 mg/L atau sebesar 89,65% pada jarak elektroda 1,5 cm. Nilai konsentrasi COD terendah sebesar 394,4 mg/L atau sebesar 79,71% pada jarak elektroda 1 cm. Nilai konsentrasi TSS terendah sebesar 96,7 mg/L atau sebesar 49,65% pada jarak elektroda 1 cm.
2. Variasi jarak elektroda 1 cm, 1,5 cm dan 2 cm memiliki pengaruh yang sama dalam menurunkan konsentrasi Fosfat dan COD. Sementara pada variasi jarak elektroda 1 cm, 1,5 cm dan 2 cm memiliki pengaruh yang berbeda dalam menurunkan konsentrasi TSS jika dibandingkan dengan jarak elektroda 1,5 cm.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Febriana, D. A., & Azmi, M. A. (2017). *Kajian Besar Tegangan Listrik dan Jenis Elektroda Pada Elektrokoagulasi Untuk Penyisihan Ion Kalsium*. Universitas Brawijaya Malang.
- Jamco, J. C. S., & Batami, A. M. (2020). Analisis Kruskal-Wallis Untuk Mengetahui Konsentrasi Belajar Mahasiswa Berdasarkan Bidang Minat Program Studi Statistika Fmipa Unpatti. *Jurnal Riset Matematika Statistika Dan Terapannya*, 1(1), 39–44.
- Juherah, & Ansar, M. (2018). Pengolahan Limbah Cair Dengan Elektrokoagulasi Dalam Menurunkan Kadar Fosfat(Po<sub>4</sub>) Pada Limbah Laundry. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 18(2).
- Lestari, P., Amri, C., & Sudaryanto, S. (2017). Efektifitas Jumlah Pasangan Elektroda Aluminium pada Proses Elektrokoagulasi terhadap Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(1), 38–50.
- P, B. H., Nurdini, L., Amrializzia, D., & U, A. F. (2015). Pengolahan Limbah Laundry dengan Memanfaatkan Limbah Logam Berbentuk Spiral Sebagai Elektroda Secara Elektrokoagulasi. *Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Jenderal Ahmad Yani*, 367–370.
- Rachmawati, B., P, Y. S., & Mirwan, M. (2014). Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(1).
- Rahmayanti, S., & Mujiburohman, M. (2020). Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Jarak Elektroda Terhadap Penurunan Kadar TSS dan COD pada Limbah Cair Laundry. *The 11th University Research Colloquium 2020 Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 309–313.
- Saputra, E. (2016). Pengaruh Jarak Antara Elektroda Pada Reaktor Elektrokoagulasi Terhadap Pengolahan Effluent Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(4), 33–38.
- Sinaga, H., Amri, I., & HS, I. (2019). Pemanfaatan Teknologi Elektrokoagulasi Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektroda AI-AI Dengan Variabel Jarak Elektroda Dan Kuat Arus. *Jom FTEKNIK*, 6(1), 1–6.
- Vaujiah, H. (2018). Perbandingan Efisiensi Penurunan Kesadahan Air Menggunakan Elektroda Aluminium ( A1 ) dengan Konfigurasi Monopolar dan Bipolar pada Proses Elektrokoagulasi. Universitas Sumatera Utara.