

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TEKSTIL INDUSTRI LURIK MENGGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS

¹Sih Parmawati, ²Dedy Harianto, ³Irham Aribowo, ⁴Bambang Yulianto.

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Pembuatan Benang, Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia

Corresponding Author : sihparmawati@gmail.com.

ABSTRACT

Lurik cloth is a textile product that is very popular with the public. Its existence boosts the community's economy. However, on the other hand, the process of making lurik cloth produces liquid waste that can damage the environment, ecosystems and is harmful to human health. This study aims to reduce the color intensity in textile industry liquid waste using the electrolysis method to improve the quality of wastewater so that it is suitable for disposal. This study used textile waste from the Lurik industry; Klaten; Central Java as a sample material. The parameters observed were color intensity, pH, Total Dissolved Solids (TDS) and Total Suspended Solids (TSS). After the electrolysis process, the solution was analyzed qualitatively and quantitatively with a UV-Vis Spectrometer and TSS value analysis. The results showed that the electrolysis method was effective in reducing pollution parameters in liquid waste. At a voltage of 15 volts for 90 and 120 minutes, the pH value of the liquid waste decreased to 12.17%. In addition, there was a decrease in TDS and TSS levels. The highest TDS level decreased to 23.16% at a voltage of 15 volts and a contact time of 120 minutes, while TSS decreased by 7.36% under the same conditions. Based on these results, researchers provide practical recommendations to the textile industry in the management of lurik fabric dyeing liquid waste to apply the electrolysis method as a sustainable and environmentally friendly liquid waste processing strategy. Thus, this study is expected to provide a positive contribution in efforts to reduce liquid waste pollution and environmental preservation.

Keywords: lurik fabric, liquid waste, electrolysis

INTISARI

Kain lurik merupakan produk tekstil yang sangat digemari masyarakat. Keberadaannya mendokrak perekonomian Masyarakat. Namun disisi lain proses pembuatan kain lurik menghasilkan limbah cair yang dapat merusak lingkungan, ekosistem dan berbahaya bagi Kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi intensitas warna dalam limbah cair industri tekstil dengan metode elektrolisis guna memperbaiki kualitas air limbah agar layak untuk dibuang. Penelitian ini menggunakan limbah tekstil dari industri Lurik; Klaten; Jawa Tengah sebagai bahan sampel. Parameter yang diamati adalah intensitas warna, pH, Total Dissolved Solids (TDS) dan Total Suspended Solids (TSS). Setelah proses elektrolisis larutan di analisis secara kualitatif dan kuantitatif dengan Spektrometer UV-Vis dan analisis nilai TSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode elektrolisis efektif menurunkan parameter pencemaran pada limbah cair. Pada tegangan 15 volt selama 90 dan 120 menit, nilai pH limbah cair mengalami penurunan hingga mencapai 12,17%. Selain itu terjadi penurunan kadar TDS dan TSS. Kadar TDS tertinggi menurun hingga 23,16% pada tegangan 15 volt dan waktu kontak 120 menit, sedangkan TSS menurun 7,36% pada kondisi yang sama. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti memberikan rekomendasi praktis kepada industri tekstil dalam pengelolaan limbah cair pewarnaan kain lurik untuk menerapkan metode elektrolisis sebagai strategi pengolahan limbah cair yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam upaya pengurangan pencemaran limbah cair dan pelestarian lingkungan

Kata kunci : kain lurik, limbah cair, elektrolisis

1. PENDAHULUAN

Kain lurik merupakan produk tekstil tradisional yang populer di Indonesia, memiliki peran penting dalam mendongkrak ekonomi masyarakat, terutama pada daerah pedesaan yang merupakan sentra industri tekstil. Namun produksi kain lurik khususnya dalam proses pewarnaan benang, menghasilkan limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan. Pewarna sintetis yang banyak digunakan sebagai pewarna bahan kerajinan tekstil antara lain naphthol, remazol, dan indigosol celup supaya mendapatkan hasil warna yang diinginkan. Limbah cair yang dihasilkan memiliki sifat kuat berikatan dengan serat tekstil, sehingga sering kali sulit diurai secara alami. (Subagyo,2021). Air limbah merupakan sisa dari suatu kegiatan maupun hasil usaha yang membutuhkan

pengelolaan tertentu untuk menurunkan kualitas bahan pencemar di dalamnya agar tidak menimbulkan pencemaran dalam lingkungan ketika dibuang (Umroningsih,2022). Limbah ini berpotensi mencemari lingkungan karena mengandung senyawa organik yang sulit diurai serta logam berat. Menurut penelitian sebelumnya, limbah cair tekstil mengandung karakteristik fisik, kimia, dan biologi yang khas, seperti pH tinggi, kekeruhan, dan bau yang khas. Limbah ini apabila dibuang tanpa pengolahan akan mencemari sumber air dan menurunkan kualitas air di lingkungan sekitar.

Karakteristik limbah cair tekstil, khususnya pewarnaan pada benang lurik dapat diamati melalui ciri fisik dan kimiawi yang khas, seperti warna keruh, berbusa, pH tinggi serta tingginya nilai BOD, COD, TSS. Seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Dampak pencemaran limbah cair menjadi nyata ketika limbah dibuang langsung ke lingkungan tanpa pengolahan, yang dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem air, terganggunya kehidupan akuatik, dan membahayakan kesehatan manusia di sekitarnya. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengatasi permasalahan limbah cair ini.



Gambar 1 Limbah Cair Lurik

Salah satu metode pengolahan limbah cair yang memiliki potensi mengatasi permasalahan tersebut adalah metode elektrolisis. Menurut Wahyono, Y., Sutanto, H., & Hidayanto, E. (2017) Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi gas gas hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Demikian pula dengan Afandi dkk (2017), Semakin tinggi tegangan listrik dalam proses elektrolisis limbah cair rumah tangga maka semakin cepat penurunan BOD ataupun TSS. Proses elektrolisis menggunakan arus listrik untuk memicu reaksi kimia yang mampu mengoksidasi senyawa pewarna. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa elektrolisis efektif dalam mengurangi kadar polutan dalam air limbah, namun efektifitasnya sangat tergantung pada parameter operasional seperti tegangan arus, pH, jenis elektroda, dan waktu reaksi. Penelitian ini berusaha melanjutkan penelitian sebelumnya dengan fokus pada industri lurik, dimana elektrolisis diharapkan mampu menjadi solusi yang aplikatif dan ramah lingkungan bagi industri kecil dan menengah di Indonesia. Penelitian yang focus pada efektifitas elektrolisis, yang menggunakan reaksi elektro kimia untuk mengoksidasi dan menghilangkan zat pewarna benang lurik secara optimal masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah limbah cair pewarnaan benang lurik dengan menggunakan metode elektrolisis. Dengan memahami dan mengoptimalkan proses elektrolisis, diharapkan dapat dihasilkan suatu metode pengolahan yang efektif, ramah lingkungan, dan dapat mengurangi dampak negatif limbah cair terhadap lingkungan perairan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada Industri Lurik di Klaten, Jawa Tengah dari bulan Juli sampai November 2023.

2.2 Uji Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan pengujian untuk mengetahui kandungan limbah cair tekstil berdasarkan parameter yang sesuai dengan standar baku mutu limbah cair tekstil berdasarkan peraturan Menteri lingkungan hidup nomor P.16 tahun 2019. Parameter yang diujikan adalah BOD, COD, TSS, pH, Fenol Total, Krom Total, Amonia Total, Sulfida, Minyak dan Lemak.

2.3 Pelaksanaan Penelitian

1. Menentukan Tujuan dan Hipotesis Penelitian.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu elektrolisis terhadap parameter TSS (Total Suspended Solid), TDS dan PH limbah cair tekstil. Hipotesis : semakin tinggi tegangan listrik dan semakin lama waktu elektrolisis, semakin besar penurunan konsentrasi TSS ,TDS dan PH. Variabel bebas adalah tegangan listrik dan waktu elektrolisis, sedangkan variabel terikat adalah konsentrasi TSS, TDS dan PH.

2. Menyiapkan bahan dan alat yang dibutuhkan untuk penelitian.

Menyiapkan sampel limbah cair tekstil. Menyiapkan elektroda karbon sebagai anode dan katode, sumber tegangan listrik yang dapat diatur, sel elektrolisis yang dilengkapi dengan pengaduk magnetik, termometer, pH meter, spektrofotometer, dan alat analisis TSS dan TDS

3. Merancang prosedur penelitian.

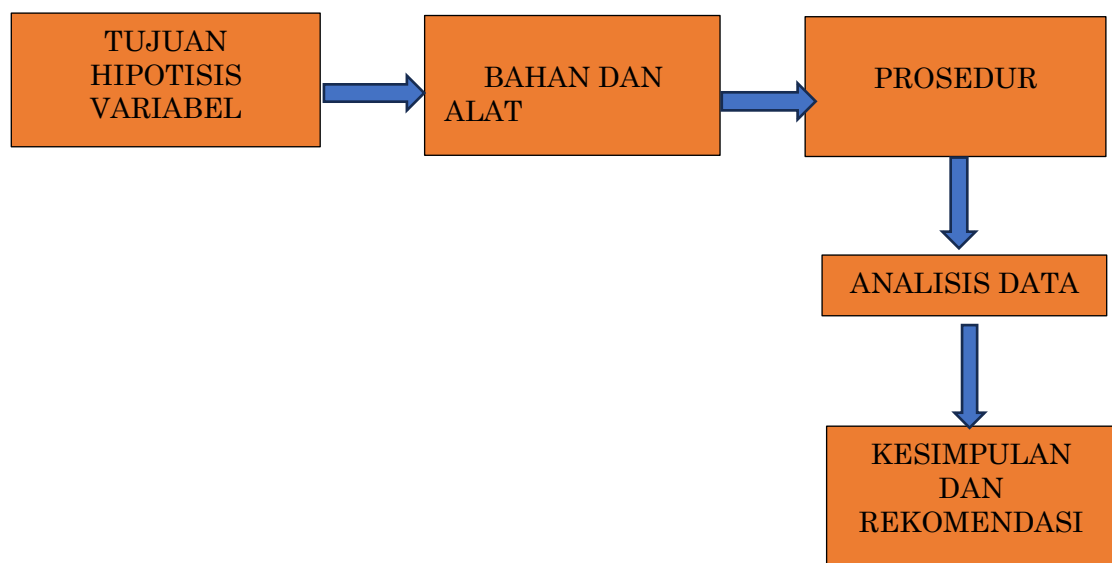
- Identifikasi Sampel dan Pengumpulan Data: Sampel limbah dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui sifat fisik dan kimia awal seperti pH dan kandungan logam berat.
- Persiapan Sampel: Limbah cair disaring untuk memisahkan partikel padat, kemudian dilakukan penyesuaian pH dan suhu sesuai syarat elektrolisis.
- Proses Elektrolisis: Sampel elektrolisis dengan parameter tegangan dan durasi waktu elektrolisis diatur untuk memastikan efisiensi penurunan konsentrasi polutan, pengambilan sampel dilakukan secara periodic selama proses berlangsung.

4. Analisis Data:

- Hasil analisis parameter limbah termasuk konsentrasi zat pewarnaan dan logam berat dianalisis menggunakan spektrofotometri untuk membandingkan hasil sebelum dan setelah proses elektrolisis.
- Evaluasi Efektivitas Metode dilakukan dengan menghitung pengurangan kandungan polutan
- Evaluasi Keberlanjutan:
Untuk menilai potensi keberlanjutan metode elektrolisis, evaluasi dampak lingkungan dengan mengamati pengurangan resiko pencemaran dan potensi penggunaan sumberdaya berkelanjutan.

5. Diagram alir Metode Penelitian.

Untuk memperjelas proses pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang diuraikan di atas mencakup langkah-langkah yang detil dan komprehensif untuk melakukan penelitian pengolahan limbah cair pewarnaan benang lurik menggunakan metode elektrolisis. Namun, penting untuk diingat bahwa metode penelitian dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian yang spesifik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis penurunan kadar Total Dissolved Solid (TDS), Total Suspended Solid (TSS), dan perubahan pH limbah cair dengan variasi tegangan 10 volt dan 15 volt, serta waktu kontak 60, 90 dan 120 menit. Berdasarkan PP Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup baku mutu pH air limbah 6-9, TSS limbah domestik maksimal 30 mg/liter, TDS dibawah 200mg/liter.

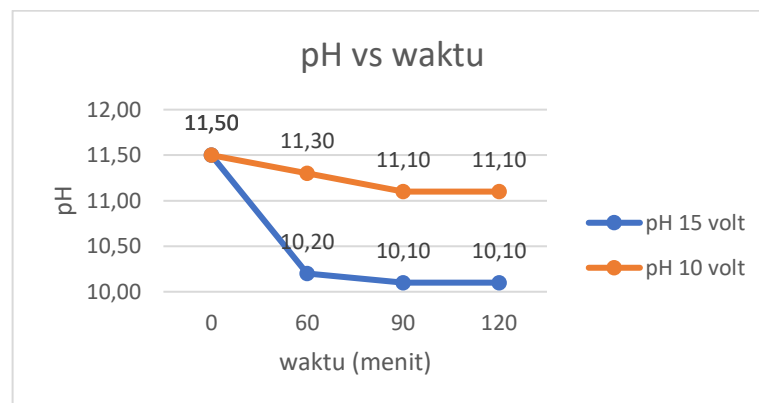
Berdasarkan pengukuran limbah cair pada Industri Lurik di Klaten, Jawa Tengah didapatkan data seperti terlihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Pengukuran Limbah Cair Pada Industri Lurik Di Klaten, Jawa Tengah

SAMPEL	Tegangan (volt)	waktu (menit)	PARAMETER								
			pH			TDS (mg/L)			TSS (mg/L)		
			1	2	rata-rata	1	2	rata-rata	1	2	rata-rata
sampel awal	-	-	11.5	11.5	11.50	18.74	18.43	18.59	20.86	20.60	20.73
Voltase 10 Volt	10	60	11.3	11.3	11.30	17.23	17.41	17.32	20.11	20.08	20.10
	10	90	11.1	11.1	11.10	15.78	15.84	15.81	19.73	19.86	19.80
	10	120	11.1	11.1	11.10	15.16	15.37	15.27	19.54	19.77	19.66
Voltase 15 Volt	15	60	10.2	10.2	10.20	16.78	16.84	16.81	19.83	19.91	19.87
	15	90	10.1	10.1	10.10	14.89	14.63	14.76	19.49	19.41	19.45
	15	120	10.1	10.1	10.10	14.32	14.24	14.28	19.22	19.19	19.21

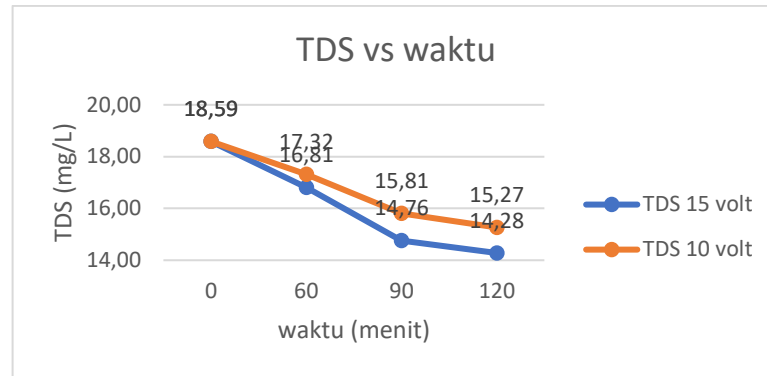
Sumber: Data Hasil Pengujian Laboratorium “Wahana Scientific Lab.”

Pada tabel 1 diatas dilakukan pengambilan data sebanyak dua kali untuk setiap parameter. Dari hasil pengukuran awal, limbah cair memiliki nilai pH 11,5, TDS 18,59 mg/L, dan TSS 20,73 mg/L. Proses elektrolisis menunjukkan kadar TDS dan TSS dengan efisiensi berbeda tergantung dengan tegangan dan durasi waktu. Hasil dari pengujian yang dilakukan kemudian dirata-rata. Perbandingan hasil pengujian dengan elektroda karbon yang dialiri listrik DC dengan tegangan 10 volt dan 15 volt dapat dilihat pada gambar 3.1, gambar 3.2 dan gambar 3.3 dibawah ini.



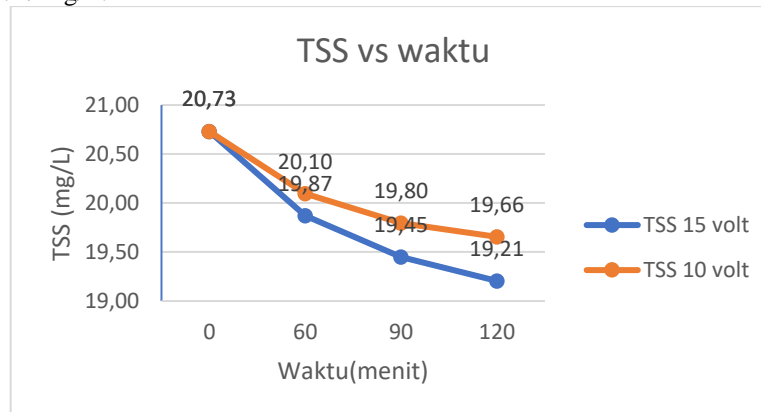
Gambar 3 Perbandingan nilai pH terhadap waktu pada tegangan 10 volt dan 15 volt

Pada gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan pH pada material uji. Jika dibandingkan dengan sampel awal, saat diberikan tegangan 15 volt selama 60 menit terjadi penurunan nilai pH dari 11.5 menjadi 10.2. Dengan pengujian yang sama menggunakan tegangan 15 volt setelah 90 menit pH turun menjadi 10.1. Pengujian pH selama 120 menit didapatkan nilai pH 10.1. Saat diberikan tegangan 10 volt selama 60 menit terjadi penurunan nilai pH dari 11.5 menjadi 11.3. Dengan pengujian yang sama menggunakan tegangan 10 volt setelah 90 menit pH turun menjadi 11.1. Pengujian pH selama 120 menit didapatkan nilai pH 10.1.



Gambar 4 Perbandingan nilai TDS terhadap waktu pada tegangan 10 volt dan 15 volt

Pada gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan TDS pada material uji. Jika dibandingkan dengan sampel awal, saat diberikan tegangan 15 volt selama 60 menit terjadi penurunan nilai TDS dari 18.59 mg/L menjadi 16.81 mg/L. Dengan pengujian yang sama menggunakan tegangan 15 volt setelah 90 menit TDS turun menjadi 14.76 mg/L. Pengujian TDS selama 120 menit didapatkan nilai TDS 14.28 mg/L. Saat diberikan tegangan 10 volt selama 60 menit terjadi penurunan nilai TDS dari 18.59 mg/L menjadi 17.32 mg/L. Dengan pengujian yang sama menggunakan tegangan 10 volt setelah 90 menit TDS turun menjadi 15.81 mg/L. Pengujian TDS selama 120 menit didapatkan nilai TDS 15.27 mg/L.



Gambar 5 Perbandingan nilai TSS terhadap waktu pada tegangan 10 volt dan 15 volt

Pada gambar 5 diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan TSS pada material uji. Jika dibandingkan dengan sampel awal, saat diberikan tegangan 15 volt selama 60 menit terjadi penurunan nilai TSS dari 20.73 mg/L menjadi 19.87 mg/L. Dengan pengujian yang sama menggunakan tegangan 15 volt setelah 90 menit TSS turun menjadi 19.45 mg/L. Pengujian TSS selama 120 menit didapatkan nilai TSS 19.21 mg/L. Saat diberikan tegangan 10 volt selama 60 menit terjadi penurunan nilai TSS dari 20.73 mg/L menjadi 20.10 mg/L. Dengan pengujian yang sama menggunakan tegangan 10 volt setelah 90 menit TSS turun menjadi 19.8 mg/L. Pengujian TSS selama 120 menit didapatkan nilai TSS 19.66 mg/L.

Dari Gambaran diatas menunjukkan hasil adanya penurunan kadar pH, TDS dan TSS pada berbagai tegangan dan waktu kontak. Secara umum, semakin tinggi tegangan dan durasi waktu kontak, semakin signifikan penurunan TDS dan TSS. Penurunan tertinggi TDS adalah 23,16% saat tegangan 15volt dan waktu kontak 120 menit, sedangkan penurunan tertinggi pada TSS adalah 7,36% pada kondisi yang sama.

3.2 Pembahasan

3.2.1. Penurunan nilai pH.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya penurunan nilai pH pada limbah cair, terutama pada tegangan 15volt selama 90 dan 120 menit, dengan presentase penurunan mencapai 12,17%. Penurunan pH ini terjadi karena reaksi elektrolisis air H₂O, yang menghasilkan ion hydrogen (H⁺) dan ion hidroksida (OH⁻). Jika produksi ion H⁺ lebih dominan dibanding OH⁻, maka PH limbah akan turun, hal ini menunjukkan karakteristik asam. Selain itu senyawa-senyawa dalam limbah dapat mengalami oksidasi atau reduksi selama elektrolisis, yang berkontribusi pada penurunan pH.

3.2.2. Penurunan kadar TDS dan kadar TSS.

Proses elektrolisis menyebabkan penurunan kadar TDS dan TSS. Kadar TDS tertinggi meurun hingga 23,16% pada tegangan 15volt dan waktu kontak 120 menit, sedangkan TSS menurun 7,36% pada kondisi yang sama. TDS

merujuk pada terlarut total pada larutan seperti mineral dan garam, sedangkan TSS merujuk pada padatan tersuspensi yang tidak larut.

Penurunan ini disebabkan oleh beberapa factor, diantaranya:

1. Pengendapan elektrokimia: Ion-ion tertentu tertarik ke elektroda selama proses elektrolisis, menghasilkan reaksi yang menyebabkan pengendapan padatan dan penurunan kadar zat terlarut.
2. Reaksi senyawa terlarut: Beberapa senyawa terlarut dalam limbah mengalami reduksi, yang mengubah menjadi padatan atau gas, sehingga kadar TDS dan TSS menurun.
3. Pemisahan ion-ion terlarut: Elektrolisis dapat memisahkan ion – ion tertentu, mengurangi konsentrasi zat terlarut di dalam limbah. Adsorpsi zat terlarut pada elektroda mengurangi konsentrasi TDS dan TSS, mengindikasikan bahwa elektrolisis dengan elektroda karbon efektif dalam menurunkan kandungan TDS dan TSS pada limbah cair.

3.2.3 Analisa Statistik

Dilakukan analisa statistik menggunakan Anova,

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa parameter TDS (Total Dissolved Solids) dan TSS (Total Suspended Solids) memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai p- value masing-masing sebesar 0.004523 dan 0.000616. Hal ini mengindikasikan bahwa variabel-variabel yang diteliti mempengaruhi TDS dan TSS secara statistik signifikan. Sebaliknya, untuk parameter pH, dengan nilai p-value 0.080880, tidak terdapat bukti yang cukup untuk menyatakan adanya perbedaan yang signifikan. Temuan ini memberikan wawasan penting mengenai karakteristik sampel yang diteliti dan membantu dalam menginterpretasikan data secara keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Pengolahan limbah cair tekstil industri lurik menggunakan metode elektrolisis menggunakan elektroda grafit/karbon efektif dalam menurunkan nilai pH, TDS, dan TSS dalam limbah. Terjadi penurunan kadar TDS yang tertinggi adalah sebesar 23.16% saat spesimen uji diberikan tegangan 15volt selama 120 menit, sementara penurunan kadar TSS tertinggi adalah 7.36% pada kondisi yang sama. Berdasarkan analisis statistik dengan menggunakan metode uji ANOVA menunjukkan bahwa parameter TDS (Total Dissolved Solids) dan TSS (Total Suspended Solids) memiliki perbedaan yang signifikan dengan nilai p-value masing-masing sebesar 0.004523 dan 0.000616 Hal ini menunjukkan bahwa proses elektrolisis memiliki potensi dalam menghasilkan perbaikan kualitas limbah cair tekstil industri lurik. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa elektrolisis dapat memengaruhi penurunan nilai pH pada limbah, yang berpotensi menghasilkan karakteristik asam atau basa. Dengan demikian, metode elektrolisis dapat dianggap sebagai solusi yang menjanjikan untuk pengolahan limbah cair tekstil industri lurik guna memenuhi standar lingkungan yang ditetapkan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa metode elektrolisis efektif digunakan untuk menurunkan pH, TDS dan TSS pada limbah cair lurik tekstil. Variasi tegangan dan durasi waktu kontak mempengaruhi efektifitas, Dimana tegangan yang lebih tinggi dan durasi waktu yang lebih lama menghasilkan penurunan yang signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Akademi Komunitas Industri Tekstil dan Produk Tekstil Surakarta yang telah memfasilitasi sehingga terselesainya penelitian ini.

Sentra Industri Tekstil Lurik Klaten, Jawa Tengah yang telah memberikan kesempatan untuk mengadakan penelitian

Semua pihak yang telah membantu terwujudnya laporan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, R., Eliza, R., Manggala, A., & Ningsih, A. S. (2021). Produksi Gas Hidrogen Berdasarkan Pengaruh Luas Penampang Terhadap Konsentrasi Larutan Elektrolit Dan Suplai Arus Dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 1(11), 447-451.
- Afandi, A. M., Rijal, I., & Aziz, T. (2017). Pengaruh waktu dan tegangan listrik terhadap limbah cair rumah tangga dengan metode elektrolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(2), 114-119.
- Budikania, T. S., Suminar, D. R., Karamah, E. F., & Saksono, N. (2019). Efek Suhu Dan Injeksi Udara Pada Penyisihan Limbah Pewarna Tekstil Remazol Red Dengan Metode Elektrolisis Plasma. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 18(1), 30-36.
- Fakhrudin, F., Nurdiana, J., & Wijayanti, D. W. (2018, January). Analisis Penurunan Kadar Cr (Chromium), Fe (Besi) Dan Mn (Mangan) Pada Limbah Cair Laboratorium Teknologi Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman Samarinda Dengan Menggunakan Metode Elektrolisis. *Prosiding Seminar Nasional Rekrayasa Tropis 2024* (Vol. 1, No. 1, Pp. 10-15).

- Fazlunnazar, M., Hakim, L., Meriatna, M., & Sulhatun, S. (2020). Produksi Gas Hidrogen Dari Air Laut Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Tembaga Dan Aluminium (Cu Dan Al). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(1), 58-66.
- Irawan, D., Arifin, Z., Fitriyana, F., Olivia, C., & Nopal, M. (2019). Pengaruh Rasio Metanol Dan Koh Pada Proses Pembuatan Biodiesel Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Perak. *Prosiding Seniati*, 5(2), 268-272.
- Nilasari, N. I., Wulandari, S. N., & Susilowati, S. (2020). Penurunan Cod, Tds, Tss, Warna Pada Limbah Batik Dengan Berbagai Jenis Koagulan.
- Nofitasari, V., Tri Widayatno, S. T., Hidayati, I. N., & Harismah, K. (2018). Analisa Perubahan Warna, Tss, Ph, Dan Cod Limbah Cair Industri Lurik Dengan Metode Elektrooksidasi (Doctoral Disertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Sarungu, Y. T., & Sihombing, R. P. (2023). 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.
- Sausan, F. W., & Puspitasari, A. R. (2021). Studi Literatur Pengolahan Warna Pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Metode Proses Adsorpsi, Filtrasi, Dan Elektrolisis. *Jurnal Tecnoscienza*, 5(2), 213-230.
- Subagyo, P. K. (2021). Pengaruh Zat Pewarna Sintetis Terhadap Pewarnaan Kain Batik. *Folio*, 2(2).
- Syawalian, M. A. R., Yohana, Y., & Kahar, A. (2019). Pengaruh Kuat Arus Dan Tegangan Terhadap Perubahan Kandungan Logam Pada Lindi Tpa Sampah Dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Chemurgy*, 3(1), 6-10.
- Umroningsih, U. (2022). Limbah Cair Menyebabkan Pencemaran Lingkungan. *Jisos: Jurnal Ilmu Sosial*, 1(7), 647-666.
- Wahyono, Y., Sutanto, H., & Hidayanto, E. (2017). Produksi gas hydrogen menggunakan metode elektrolisis dari elektrolit air dan air laut dengan penambahan katalis NaOH. *Youngster Physics Journal*, 6(4), 353-359.
- Widodo, A. M. (2018). Pengolahan Amonia (Nh3) Dan Krom (Cr) Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Dengan Metode Elektrolisis Menggunakan Elektroda Karbon (C) Dan Tembaga (Cu).
- Yanti, T. W. (2018). Penurunan Kadar Sulfat (So4 2-) Pada Limbah Cair Rumah Sakit Menggunakan Metode Elektrolisis Dengan Elektroda Karbon.