

Variasi Lama Waktu Elektrokoagulasi dan Filtrasi Terhadap Degradasi Kadar COD pada Limbah Cair Rumah Sakit

Time Variation of Electrocoagulation and Filtration on Degradation of COD Level in Hospital Liquid Waste

Salsabila Rahmawati¹, Muhamad Iqbal^{2*}, Neneng Yetty Hanurawati³, Redi Yudha Irianto⁴

¹Program Studi D3 Sanitasi, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Bandung

^{2,3,4}Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Bandung

Email: ¹salsabilarahwati@student.poltekkesbandung.ac.id, ²muhamadiqbal@staff.poltekkesbandung.ac.id, ³nenengyety@staff.poltekkesbandung.ac.id, ⁴rediyudha@staff.poltekkesbandung.ac.id

*Penulis korespondensi: muhamadiqbal@staff.poltekkesbandung.ac.id

Direview: 1 Maret 2024

Diterima: 4 April 2024

ABSTRAK

Air limbah rumah sakit adalah sumber pencemar lingkungan yang berasal dari layanan medis, termasuk limbah domestik dan limbah klinis dari berbagai ruang, sehingga diperlukan sistem pengolahan yang tepat. Air limbah rumah sakit X memiliki kadar COD rata-rata 101,69 mg/L. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas paparan elektrokoagulasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar COD pada air limbah Rumah Sakit. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan mengukur variabel dependen sebelum dan sesudah pemberian perlakuan, namun tanpa menggunakan kelompok kontrol. Terdapat 3 perlakuan dengan durasi waktu 10 menit, 15 menit dan 20 menit dengan 6 kali pengulangan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah grab sampling dengan 36 sampel. Hasil pemeriksaan laboratorium bahwa metode elektrokoagulasi dan filtrasi dapat mendegradasi kadar COD dengan rata-rata persentase penurunan 10 menit sebesar 70,54%, persentase penurunan kadar COD 15 menit sebesar 73,47%, dan 77,80% untuk 20 menit. Uji statistik menggunakan anova didapatkan nilai $p = 0,009$ maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan pada lama waktu elektrokoagulasi. Sehingga metode elektrokoagulasi dan filtrasi dapat diimplementasikan dalam mendegradasi kadar COD pada air limbah rumah sakit.

Kata kunci: Air limbah, rumah sakit, COD, elektrokoagulasi, filtrasi

ABSTRACT

Hospital wastewater is a source of environmental pollutants derived from medical services, including domestic waste and clinical waste from various rooms, so an appropriate treatment system is needed. X hospital wastewater has an average COD level of 101.69 mg/L. The purpose of this study was to determine the effectiveness of electrocoagulation and filtration exposure in reducing COD levels in hospital wastewater. This study uses an experimental method by measuring the dependent variable before and after treatment, but without using a control group. There are 3 treatments with a duration of 10 minutes, 15 minutes and 20 minutes with 6 repetitions. The sampling technique used was grab sampling with 36 samples. The results of laboratory examinations show that the electrocoagulation and filtration methods can degrade COD levels with an average percentage reduction in 10 minutes of 70.54%, the percentage reduction in COD levels in 15 minutes of 73.47%, and 77.80% for 20 minutes. Statistical tests using anova obtained a value of $p = 0.009$, it can be concluded that there is a significant difference in the length of time of electrocoagulation. So that electrocoagulation and filtration methods can be implemented in degrading COD levels in hospital wastewater.

Keywords: Wastewater, hospital, COD, electrocoagulation, filtration

1. PENDAHULUAN

Air limbah dari rumah sakit memiliki potensi besar sebagai sumber pencemar lingkungan. Sumber limbah ini berasal dari beragam layanan kesehatan, termasuk air domestik dari kamar mandi, dapur gizi, dan air cucian, serta limbah klinis dari berbagai ruang seperti perawatan, rawat jalan, unit gawat darurat, operasi, laboratorium, radiologi, dan hemodialisis. Proses pengolahan limbah cair dari rumah sakit menjadi sangat penting karena kurangnya pengelolaan yang memadai dapat berdampak serius terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Baiq Dina Hardianti, 2017)

Limbah cair dari fasilitas rumah sakit menjadi salah satu potensi utama dalam pencemaran lingkungan. Sumber limbah ini berasal dari berbagai proses pelayanan medis yang mencakup buangan domestik seperti air dari kamar mandi, dapur gizi, dan air hasil cucian, serta limbah medis yang berasal dari berbagai area seperti ruang perawatan, ruang rawat jalan, unit gawat darurat, ruang operasi, laboratorium, ruang radiologi, dan ruang hemodialisis. Sementara limbah dari laboratorium rumah sakit kaya akan zat kimia dan logam berat, sementara limbah dari air domestik dan limbah medis mengandung senyawa organik yang tinggi. Pengelolaan limbah cair dari rumah sakit menjadi sangat penting, mengingat tanpa pengolahan yang memadai, limbah ini dapat mengganggu kesehatan manusia dan merusak lingkungan secara serius.

Mengacu pada Permen LH No. 68 Tahun 2016 bahwa kadar pH yang diizinkan dibuang ke badan air adalah 6 – 9. pH yang tinggi akan mengurangi kualitas dan kuantitas air disekitarnya. BOD dan COD merupakan parameter penting dalam perairan, karena dengan adanya pemeriksaan BOD dan COD pada air dapat diketahui cemaran bahan organik yang menjadi fokus penurunan kandungan oksigen terlarut pada perairan. Dampak tingginya kadar COD terhadap lingkungan menyebabkan semakin rendahnya kadar DO dalam air, jika kadar DO dalam air rendah maka makhluk hidup didalam air akan mati karena kurangnya oksigen. Akibat matinya biota air maka akan terjadi pembusukan yang mengakibatkan keluarnya bau yang tidak sedap diakibatkan oleh bakteri pengurai yang ada didalam air. Jika air dimanfaatkan manusia untuk kebutuhan makan dan minum maka akan mengganggu kesehatan, sehingga berpotensi terjadi diare, disentri, penyakit kulit, dan lainnya.

Ada sejumlah terobosan untuk melakukan reduksi pada polutan air limbah rumah sakit. Salah satu metode yang sesuai dengan sifat limbah adalah penggunaan elektrokoagulasi. Elektrokoagulasi merupakan proses pengelolaan limbah yang mampu mengurangi kandungan polutan dengan melepaskan koagulan alami dari elektroda melalui elektrolisis. Cara kerja elektrokoagulasi melibatkan penggunaan dua elektroda yang ditempatkan dalam wadah berisi air untuk proses penyaringan. Elektroda ini dikenai arus searah yang memicu reaksi elektrokimia, yang mengarahkan kation ke Ion negatif bergerak menuju elektroda positif (anoda) dari elektroda negatif (katoda). (Hakizimana et al., 2017) Prinsip ini hampir menyerupai prinsip penambahan koagulan menggunakan bahan kimia (Mulyadi & Sowohy, 2020).

Metode elektrokoagulasi umum diterapkan dalam pengelolaan limbah terutama limbah sisa produksi pangan (Windika Gameissa et al., 2012) Beberapa peneliti menggunakan metode elektrokoagulasi diaplikasikan dalam mereduksi polutan didalam limbah cair, pada penelitian (Hanum et al., 2015) dinyatakan bahwa dalam penggunaan metode elektrokoagulasi, terjadi penurunan hingga 81,32% nilai COD dan degradasi kekeruhan sebanyak 95,08% pada limbah cair industri sawit selama periode waktu 180 menit dengan penerapan tegangan sebesar 5 V. (Setianingrum et al., 2018) menyatakan bahwa pada tegangan listrik 10 volt dengan waktu kontak 60 menit dapat menurunkan parameter warna pada air limbah batik mencapai 80% dan COD sebesar 71,3% dengan jarak antar plat elektroda 3 cm), selanjutnya penelitian (Ni'am et al., 2018) menunjukkan bahwa dengan tegangan 12 volt, 4 elektroda dengan waktu kontak 45 menit dapat menurunkan kadar COD sebesar 61% pada air limbah.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuliyani & Widayatno pada tahun 2020 bahwa perbedaan waktu kontak dan tingkat arus terhadap penurunan polutan dalam air limbah industry menunjukkan bahwa penurunan nilai COD terjadi pada waktu tinggal selama 75 menit dengan arus sebesar 30 Ampere mencapai 278,22 mg/l. Observasi ini menegaskan bahwa semakin lama proses elektrokoagulasi berlangsung, semakin signifikan penurunan nilai COD pada air limbah (Yuliyani & Widayatno, 2020).

Penelitian (Jubaidi, 2018) pada limbah cair di Rumah Sakit menggunakan elektrokoagulasi terhadap penurunan COD sebesar 58,55% pada daya 9 Ampere dengan lama paparan 25 menit. Turunnya konsentrasi COD pada air limbah menandakan berkurangnya senyawa organik. Pengukuran COD dilakukan guna menentukan jumlah oksigen yang diperlukan untuk proses oksidasi senyawa organik yang terdapat dalam air limbah (Atima, 2015). Setelah melakukan metode elektrokoagulasi, untuk mendapatkan hasil maksimal

dilanjutkan proses pengolahan menggunakan filtrasi. Filtrasi merupakan metode penyaringan air yang melewati berbagai jenis media berpori seperti karbon aktif, kerikil, arang, dan pasir silika. Ketika ada bahan organik dan aktivitas biologis, terjadi modifikasi dalam kemampuan partikel-partikel tersuspensi untuk menempel pada media penyaring tersebut. Dalam prosesnya, filtrasi mampu mengurangi warna, kekeruhan, serta jumlah bakteri dalam air.

Pada bulan Maret 2023, dilakukan survei awal untuk mengevaluasi kandungan COD dalam air limbah di Rumah Sakit, di mana hasilnya mencapai 101,22 mg/l pada outlet IPAL. Angka ini melebihi standar Standar untuk kualitas air yang dibuang sebagai limbah rumah sakit yang ditetapkan sebesar 100 mg/l. Peningkatan nilai COD dalam air limbah rumah sakit disebabkan oleh kinerja yang kurang optimal dari sistem IPAL serta adanya kebocoran pada sebagian pipa. Penelitian ini bertujuan utama untuk menentukan durasi yang efektif dari proses elektrokoagulasi dan filtrasi dalam mengurangi kadar COD pada sampel limbah cair di Rumah Sakit. Variasi durasi proses elektrokoagulasi dan filtrasi sebelum dan sesudah perlakuan elektrokoagulasi serta filtrasi diinvestigasi untuk mengukur efektivitasnya dalam menurunkan nilai COD. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa lama kontak proses elektrokoagulasi sangat mempengaruhi penurunan kadar COD dalam air limbah; semakin panjang proses elektrokoagulasi, semakin signifikan penurunan kadar COD yang terjadi. Selain itu, semakin tinggi arus yang digunakan, semakin besar penurunan kadar COD yang dihasilkan.

Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah, khususnya dalam konteks penurunan kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada limbah rumah sakit. Dengan mengintegrasikan metode elektrokoagulasi dan filtrasi, penelitian ini menawarkan pendekatan yang inovatif dan efektif untuk mengatasi pencemaran limbah cair, yang mungkin belum banyak dijelaskan dalam penelitian sebelumnya. Variasi durasi kontak yang dilakukan dalam penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang waktu optimal untuk penurunan kadar COD, tetapi juga menunjukkan pendekatan yang sistematis dan holistik dalam penelitian kami. Selain itu, fokus pada efisiensi energi dan keandalan proses pengolahan limbah, serta signifikansi aplikatif di lokasi rumah sakit, memberikan nilai tambah yang signifikan pada penelitian ini. Dengan demikian, penelitian kami menghadirkan kontribusi yang berarti dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah yang efektif, efisien, dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

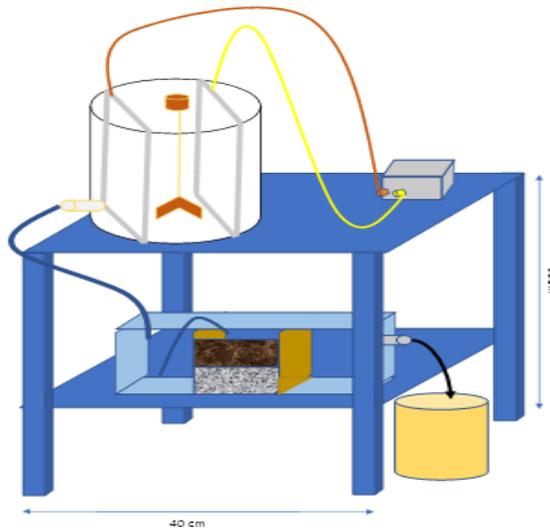
Penelitian ini termasuk kedalam eksperimen murni dengan desain Pretest Posttest tanpa kontrol, dimaksudkan untuk mengukur penurunan yang optimal dari masing-masing perlakuan. Fokus utama penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak perbedaan durasi proses elektrokoagulasi, yakni selama 10, 15, dan 20 menit, terhadap pengurangan nilai Chemical Oxygen Demand (COD). Selanjutnya, dilakukan filtrasi menggunakan karbon aktif dan pasir silika untuk menilai efektivitas dalam mendegradasi kadar COD.

Sampel yaitu limbah rumah sakit X yang berasal dari IPAL yang telah dilakukan treatment. Peralatan yang diperlukan yaitu *power supply*, dinamo 12 volt, *valve*, kabel capit buaya, *relay dimmer*, plat aluminium, pasir silika, karbon aktif. Gambar 1 merupakan rancangan penelitian.

Rancangan Reaktor

Sarana elektrokoagulasi dibuat dari bak dengan tinggi 20 cm. Elektroda dalam penelitian ini menggunakan plat aluminium dengan tebal 1mm kemudian dihubungkan dengan dinamo motor dengan tegangan 12 volt yang bertujuan sebagai proses pengadukan. Siapkan aquarium dengan dimensi 40 cm x 17 cm kemudian sekat aquarium menjadi 3 bagian dengan ukuran bak sedimentasi 15 cm x 17 cm, bak kedua sebagai filtrasi 10 cm x 17 cm dan bak ketiga sebagai hasil akhir dengan ukuran 15 cm x 17 cm. Masukkan pasir silika dan karbon aktif kedalam bak sedimentasi dengan ketinggian masing-masing 10 cm. Lubangi bagian samping pada bak hasil akhir filtrasi untuk melakukan pengambilan sampel yang sudah diolah nantinya.

Proses pengadukan dilakukan dengan variasi lama paparan 10 menit, 15 menit, 20 menit, kemudian dialirkan kedalam bak sedimentasi lalu buka valve dan lakukan pemeriksaan laboratorium untuk mengetahui berapa persen penurunan COD pada air limbah. Kecepatan arus sangat mempengaruhi proses pembentukan flok.



Gambar-1. Rangkaian alat elektrokoagulasi dan filtrasi

Tabel-1. Hasil Uji Awal Sampel Sebelum Perlakuan

Parameter Uji	Konsentrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
COD	101,69	100

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Daerah , 2023

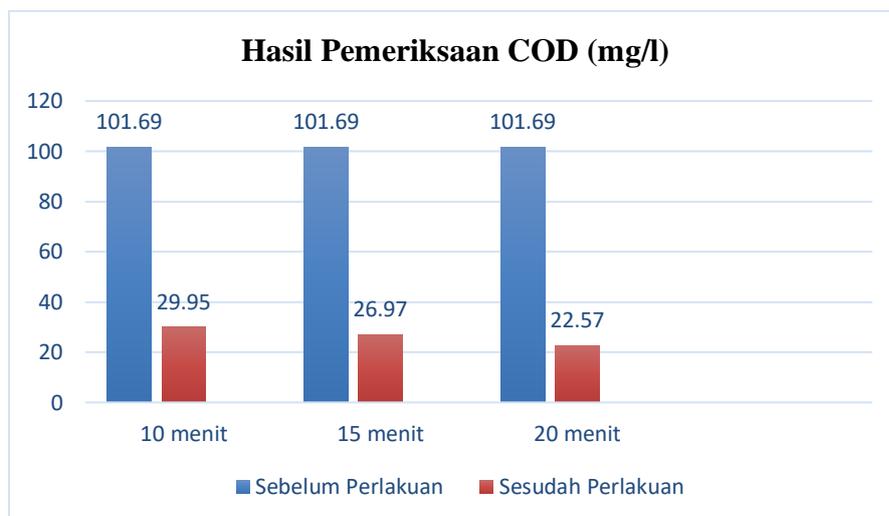
*Permen LHK No. 68 Tahun 2016

Berdasarkan hasil data yang diperoleh diatas dapat dijelaskan secara garis besar bahwa parameter COD telah melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar COD Sebelum dan Setelah Perlakuan

Hasil pemeriksaan kadar COD ada proses pengolahan limbah menggunakan metode elektrokoagulasi dan filtrasi di Rumah Sakit, sebagai berikut:



Gambar-2. Diagram Hasil Pemeriksaan COD

Hasil pengujian menunjukkan rata-rata nilai COD sebelum perlakuan di rumah sakit sebesar 101,69 mg/l. Setelah pemberian perlakuan pada variasi waktu selama 10 menit, tercatat degradasi kadar COD menjadi

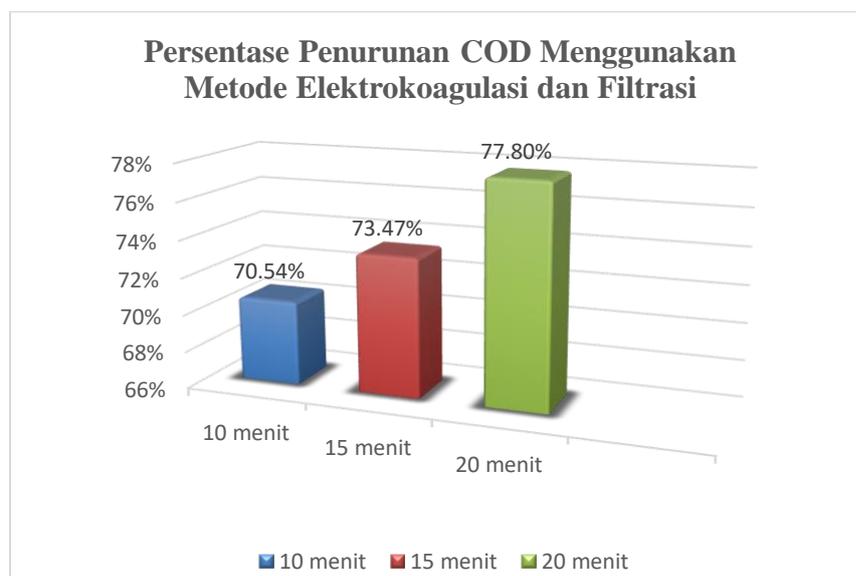
29,95 mg/l. Pada waktu variasi 15 menit, penurunan rata-rata kadar COD mencapai 26,97 mg/l, sementara pada variasi 20 menit, degradasi kadar COD mencapai 22,57 mg/l. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Jubaidi mengenai proses pengolahan limbah cair menggunakan elektrokoagulasi di rumah sakit yang menunjukkan degradasi nilai COD dari 661,778 mg/l sebelum perlakuan menjadi 274,300 mg/l setelah perlakuan dengan daya 9 Ampere dan lama paparan 25 menit. Penurunan konsentrasi COD menunjukkan penurunan zat-zat yang terdiri dari unsur karbon yang terdapat dalam limbah. Pengukuran COD dilakukan untuk menilai jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengoksidasi senyawa organik dalam air limbah (Atima, 2015; Jubaidi, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Sugito mengenai pengelolaan limbah sisa pembekuan udang menerapkan pengolahan menggunakan elektrokoagulasi menunjukkan bahwa nilai COD sebelum perlakuan berada pada kisaran 634 mg/l, sementara setelah proses perlakuan, nilai COD turun menjadi sekitar 304 mg/l. Penelitian lain yang dilakukan oleh Maghfirah pada tahun yang sama, mengenai penurunan tingkat pencemaran pada air limbah rumah tangga dengan menerapkan elektrokoagulasi non kontinyu menunjukkan nilai awal COD sebesar 381 mg/l, yang kemudian menurun drastis menjadi sekitar 77 mg/l setelah perlakuan selama 180 menit. Penurunan nilai COD pada air limbah merupakan indikasi berkurangnya zat-zat yang terdiri dari unsur karbon yang terdapat dalam limbah. Semakin lama durasi kontak dan kuat arus dalam proses elektrokoagulasi menyebabkan penurunan nilai COD, karena terjadi proses oksidasi dan reduksi. Proses ini juga memicu pembentukan gas O_2 dan H_2 pada elektroda yang mengakibatkan terbentuknya partikel koloid yang bergabung membentuk flok berukuran besar (Maghfirah, 2022; Sugito *et al.*, 2022; Trisnawati *et al.*, 2019).

Semakin panjang durasi proses elektrokoagulasi yang dijalankan, semakin signifikan penurunan kadar COD pada air limbah yang terjadi. Proses pemanjangan waktu kontak yang dialirkan melalui anoda meningkatkan larutannya aluminium, menghasilkan peningkatan jumlah Al^{3+} dan $Al(OH)^-$. Lama waktu kontak dan kekuatan arus mengakselerasi pembentukan gelembung gas hidrogen pada katoda, yang menghasilkan gelembung gas yang lebih kecil. Gelembung kecil ini memberikan luas permukaan yang lebih besar untuk menangkap partikel terlarut, memfasilitasi pemisahan. Teori lapisan ganda ini mengindikasikan bahwa koagulan bermuatan positif akan menyerap ion negatif di lapisan dalam, sementara muatan positif dan negatif yang berdekatan akan saling menarik membentuk ikatan kuat, membentuk flok yang efektif dalam mengurangi senyawa organik dalam air limbah (Yusbarina dan Buchari, 2014).

Persentase Degradasi Kadar COD Air Limbah

Hasil persentase degradasi kadar COD pada proses pengolahan limbah menggunakan elektrokoagulasi dan filtrasi di Rumah Sakit diketahui dari selisih kadar COD sebelum perlakuan dan setelah perlakuan, sebagai berikut:



Gambar-3. Diagram Persentase Penurunan COD

Rata-rata persentase degradasi kadar COD pada perlakuan menggunakan elektrokoagulasi dan filtrasi variasi waktu 20 menit dalam 6 kali pengujian terdapat rata-rata persentase degradasi sebesar 77,80%, pada perlakuan menggunakan elektrokoagulasi dan filtrasi variasi lama waktu 15 menit diperoleh rata-rata persentase degradasi kadar COD sebesar 73,47%, sedangkan pada perlakuan menggunakan elektrokoagulasi dan filtrasi variasi waktu 10 menit diperoleh rata-rata persentase degradasi kadar COD sebesar 70,54%.

Menurut Jubaidi (2018) teknik elektrokoagulasi efektif dalam mendegradasi kadar COD air limbah rumah sakit hingga 58,55%. Hasil penelitian sejenis dilakukan oleh Windika Gameissa *et al.* (2012) pada pengolahan lanjutan dengan menggunakan teknik elektrokoagulasi yang memiliki elektroda stainless steel terdapat efektifitas mendegradasi kandungan COD sebesar 77,78%.

Penelitian Setianingrum *et al.* (2018) menunjukkan bahwa paparan selama 60 menit dengan daya 10 volt dapat menurunkan COD sebesar 71,3% dengan jarak antar plat elektroda 3 cm. Pada penelitian Ni'am *et al.* (2018) menunjukkan bahwa dengan paparan selama 45 menit, daya 12 volt, 4 elektroda dapat mendegradasi kadar COD hingga 61% dalam air limbah.

Penelitian yang dilakukan (Farida Hanum *et al.*, 2015) di pabrik kelapa sawit menggunakan elektrokoagulasi, penurunan tertinggi dalam nilai COD terjadi pada penggunaan tegangan 5 volt dengan durasi operasi selama 180 menit, menghasilkan penurunan kadar COD hingga 81,32%. Penurunan konsentrasi COD menandakan berkurangnya jumlah zat-zat yang terdiri dari unsur karbon yang terdapat dalam limbah. Prinsip pengukuran COD sendiri adalah untuk menentukan seberapa banyak oksigen yang diperlukan dalam proses oksidasi senyawa organik dalam air..

Perbandingan dengan Penelitian Sejenis

Tabel 2. Perbandingan dengan Penelitian Lain

Aspek	Penelitian Saya	Penelitian Sejenis
Jenis Industri	Rumah Sakit	Industri Tekstil Skala Rumah Tangga
Metode Pengolahan Limbah	Elektrokoagulasi + Filtrasi	Elektrokoagulasi
Fokus Penelitian	Penurunan Kadar COD pada Limbah	Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah
	Cair Rumah Sakit	Cair Industri Tekstil Skala Rumah Tangga
Variabel yang Diukur	Kadar COD, Persentase Degradasi	Kadar COD, TSS, Persentase Degradasi
Variasi Parameter	Durasi Kontak (10, 15, 20 menit)	Jumlah Elektroda, Besar Tegangan
Hasil Penelitian	Degradasi COD sebesar 70,54% - 77,80%	Degradasi COD sebesar 76%, TSS sebesar 85% dan COD yang signifikan,
Kelebihan	Kombinasi metode pengolahan limbah yang holistik, Penurunan kadar COD yang signifikan,	Potensi aplikasi pada industri kecil skala rumah tangga
	Analisis statistik yang kuat	-
	Kapasitas removal yang lebih besar	Proses yang sederhana dan efisien
	Proses yang ekonomis	-

Tabel di atas menyoroti perbandingan antara penelitian saya tentang penurunan kadar COD dalam limbah rumah sakit dengan penelitian tentang limbah industri tekstil skala rumah tangga. Meskipun kedua penelitian mengeksplorasi metode elektrokoagulasi, penelitian saya menonjol dalam beberapa aspek yang penting seperti

- **Kapasitas Removal yang Lebih Besar:** Penelitian saya mencapai kapasitas removal yang lebih besar dalam mengurangi kadar COD limbah rumah sakit, mencapai degradasi sebesar 70,54% hingga 77,80%. Hal ini menunjukkan efektivitas penggunaan kombinasi metode elektrokoagulasi dan filtrasi dalam menangani pencemaran limbah rumah sakit dengan efisien dan signifikan.

- Proses yang Lebih Ekonomis: Saya juga memperhatikan aspek ekonomis dalam proses pengolahan limbah, yang tidak hanya berfokus pada efektivitas teknis, tetapi juga pada biaya operasional dan keberlanjutan. Dengan menggunakan metode yang lebih holistik dan efisien, penelitian saya memberikan solusi yang lebih terjangkau dan dapat diimplementasikan secara luas dalam konteks rumah sakit.
- Analisis Statistik yang Kuat: Saya telah melakukan analisis statistik yang kuat untuk mendukung temuan penelitian saya, memastikan keandalan dan kepercayaan dalam hasil yang dicapai. Dengan demikian, penelitian saya memberikan dasar yang kokoh untuk rekomendasi kebijakan dan tindakan lanjutan dalam pengelolaan limbah rumah sakit. Dengan penekanan pada kapasitas removal yang lebih besar, proses yang ekonomis, dan analisis statistik yang kuat, penelitian saya menghadirkan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam mengatasi pencemaran limbah rumah sakit.

Uji One-Way Anova

Analisa data menggunakan uji one-way ANOVA, di mana nilai Signifikansi (Sig.) yang diperoleh adalah 0.009. hal tersebut mengindikasikan bahwa Metode Elektrokoagulasi dan filtrasi efektif dalam mengurangi kadar COD pada sampel limbah cair. Dengan hasil pengujian yang menunjukkan efektivitas, dilanjutkan pada uji post hoc. Uji post hoc menegaskan signifikansi variasi antara waktu kontak, dengan perbedaan rerata terbesar pada durasi 20 menit, menunjukkan bahwa elektrokoagulasi dan filtrasi selama 20 menit merupakan waktu yang paling optimal dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair rumah sakit di bawah standar baku mutu yang ditetapkan. Penerapan elektrokoagulasi juga efektif dalam mengurangi kadar COD pada air limbah di rumah sakit di Bengkulu dengan penurunan sebesar 58,55%. Hasil uji Kruskal Wallis menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam rerata setelah perlakuan pada kandungan COD di air limbah rumah sakit dengan nilai $p = 0,000$. Kuat arus yang tinggi selama 25 menit menunjukkan penurunan yang lebih besar dalam nilai COD. (Jubaidi, 2018) Lama paparan akan memengaruhi efisiensi dalam penurunan COD, dimana semakin lama waktu kontak, semakin tinggi efisiensi degradasi COD. Perpanjangan waktu kontak akan secara signifikan mengurangi kadar COD karena peningkatan penempelan ion logam pada elektroda. Perpanjangan proses elektrokoagulasi juga menghasilkan pembentukan flok yang lebih banyak. Dengan adanya flok dan partikel tersuspensi yang terangkat, terjadi degradasi yang signifikan dalam konsentrasi COD dalam airlama paparan elektrokoagulasi dapat memberikan pengaruh terhadap efisiensi penurunan COD. Lama paparan elektrokoagulasi sangat berpengaruh terhadap degradasi polutan COD, lama paparan akan berpengaruh terhadap pembentukan flok (Devy & A. R., 2021).

4. KESIMPULAN

Proses degradasi COD pada limbah cair di Rumah Sakit dengan metode elektrokoagulasi dan filtrasi dilakukan dengan variasi lama paparan yaitu 10 menit dengan nilai kadar COD sebesar 29,95 mg/l; 15 menit dengan nilai kadar COD sebesar 26,97 mg/l; dan 20 menit dengan nilai kadar COD sebesar 22,57 mg/l. Hasil laboratorium menunjukan bahwa penggunaan metode elektrokoagulasi dan filtrasi selama 20 menit mencapai penurunan terbesar dalam kadar COD. Uji statistik menunjukkan signifikansi dalam penurunan kadar COD pada semua variasi waktu kontak, menunjukkan bahwa metode elektrokoagulasi dan filtrasi efektif dalam mengurangi kadar COD pada air limbah Rumah Sakit.

SARAN

Diharapkan peneliti selanjutnya menambahkan bentuk filtrasi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Atima, W. (2015). Bod Dan Cod Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah. *Biosel: Biology Science and Education*, 4(1), 83. <https://doi.org/10.33477/bs.v4i1.532>
- Baiq Dina Hardianti, A. R. H. (2017). Pendekatan Aplikasi DEWATS Dalam Manajemen Limbah Cair Rumah Sakit. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 28–34. <https://doi.org/10.29303/jbt.v17i2.425>
- Devy, B. L., & A. R., H. (2021). Pengaruh Beda Potensial dan Waktu Kontak terhadap Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Batik menggunakan Metode Elektrokagulasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 10(2), 63–69. <https://doi.org/10.32734/jtk.v10i2.6421>
- Farida Hanum, Rondang Tambun, M. Yusuf Ritonga, & William Wardhana Kasim. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4),

13–17. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i4.1508>

- Hakizimana, J. N., Gourich, B., Chafi, M., Stiriba, Y., Vial, C., Drogui, P., & Naja, J. (2017). Electrocoagulation process in water treatment: A review of electrocoagulation modeling approaches. *Desalination*, 404, 1–21.
- Hanum, F., Tambun, R., Ritonga, M. Y., & Kasim, W. W. (2015). Aplikasi Elektrokoagulasi Dalam Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 13–17.
- Jubaidi, J. (2018). Efektivitas Metode Elektrokoagulasi Dalam Menurunkan Kandungan Cod Dan Tss Pada Air Limbah. *Jurnal Media Kesehatan*, 6(2), 128–133. <https://doi.org/10.33088/jmk.v6i2.203>
- Maghfirah, I. (2022). *Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Metode Elektrokoagulasi Non Kontinu*. 84.
- Muliyadi, M., & Sowohy, I. S. (2020). Perbandingan Efektifitas Metode Elektrokoagulasi dan Destilasi Terhadap Penurunan Beban Pencemar Fisik Pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(1), 45. <https://doi.org/10.14710/jkli.19.1.45-50>
- Ni'am, A. C., Caroline, J., & Afandi, M. . H. (2018). Variasi Jumlah Elektroda Dan Besar Tegangan Dalam Menurunkan Kandungan Cod Dan Tss Limbah Cair Tekstil Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 21–26. <https://doi.org/10.29080/alard.v3i1.257>
- Setianingrum, N. P., Prasetya, A., & Sarto, S. (2018). Pengurangan Zat Warna Remazol Red Rb Menggunakan Metode Elektrokoagulasi Secara Batch. *Jurnal Rekayasa Proses*, 11(2), 78. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.26900>
- Sugito, Kholif, M. Al, Tyas, Y. A. N., & Sutrisno, J. (2022). Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan Amonia untuk Mengolah Limbah Cair Industri Pembekuan Udang (Cold Storage). *Jurnal Alam Dan Lingkungan*, 13(1), 57–65.
- Trisnawati, E., Saputra, E., & Chairul. (2019). Pengolahan Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas Dengan Metode SR- AOP (Sulfate Radical - Advanced OxidationProcess) Menggunakan Katalis Nanomaterial Cobalt Framework (Co @ NC). *Jom FTEKNIK*, 6(1), 1–5.
- Windika Gameissa, M., Suprihatin, & Siswi Indrasti, N. (2012). Pengolahan Tersier Limbah Cair Industri Pangan dengan Teknik Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Stainless Steel. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*, 1(1), 31–37.
- Yuliyani, L., & Widayatno, T. (2020). Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Dan Kuat Arus Terhadap Penurunan Kadar COD , TSS Dan BOD Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Elektrokoagulasi Secara Kontinyu. *The 11th University Research Colloquium 2020*, 48–55.