

Analisis Penurunan Kadar TSS, COD Dan BOD Pada Limbah Cair RSUD Mgr. Gabriel Manek, SVD Atambua Nusa Tenggara Timur Dengan Metode Elektrolisis

Sherlly M. F. Ledoh., Dau D. Bere, Dodi Darmakusuma., Reinner I. Lerrick

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang

Article Received: 19 October 2022

Article Accepted: 01 December 2022

Abstract

A research on waste water treatment using electrolysis has been carried out. The purpose of this study was to determine the optimum condition of electric voltage or time in reducing the Total Suspended Solid (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD) and Biochemical Oxygen Demand (BOD) of Mgr. Gabriel Manek, SVD hospital's waste effluent. The method used in this study was carbon-carbon electrolysis method. The results showed decreasing of TSS levels from 2880 mg/L to 40 mg/L with % removal of 98.61%, COD levels from 8,240 mg/L to 2,883 mg/L with % removal of 65.34% and BOD levels of 520 mg/L to 40 mg/L with a % removal of 92.30%.

Keywords: Electrolysis, TSS, COD, BOD and C-C Electrode

Abstrak

Telah dilakukan penelitian dengan judul "Analisis penurunan kadar TSS, COD dan BOD pada limbah cair RSUD Mgr. Gabriel Manek, SVD Atambua dengan metode elektrolisis". Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi optimum tegangan listrik atau waktu pada proses elektrolisis dalam menentukan kadar TSS, COD dan BOD dan Untuk mengetahui persentase penurunan kadar TSS, COD dan BOD pada limbah cair RSUD Mgr. Gabriel Manek, SVD dengan proses elektrolisis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode elektrolisis dengan menggunakan elektroda karbon-karbon dengan bantuan arus listrik searah. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan kadar TSS dari 2880 mg/L menjadi 40 mg/L dengan % removal sebesar 98,61%, kadar COD dari 8.240 mg/L menjadi 2.883 mg/L dengan % removal sebesar 65,34% dan kadar BOD dari 520 mg/L menjadi 40 mg/L dengan % removal sebesar 92,30%.

Kata kunci: Elektrolisis, TSS, COD, BOD dan Elektroda C-C

Pendahuluan

Rumah sakit adalah suatu pelayanan kesehatan yang dapat menyediakan berbagai pelayanan kesehatan kepada setiap orang secara lengkap. Dalam pelayanannya rumah sakit menyediakan pelayanan rawat jalan, rawat inap, pelayanan gawat darurat, pelayanan medik, dan non medis¹. Semakin bertambahnya kuantitas pelayanan kesehatan akan mempengaruhi kapasitas pencemaran lingkungan, hal ini disebabkan karena aktivitas

pembuangan air limbah yang dapat menyebabkan kontribusi terhadap penurunan tingkat kesehatan manusia.

Salah satu buangan limbah rumah sakit yang sangat berbahaya bagi lingkungan yaitu limbah cair. Menurut Said (2006) limbah cair merupakan semua air buangan berupa tinja yang berasal dari aktivitas rumah sakit yang kemungkinan berasal dari limbah yang mempunyai agen infeksius; sifat genotoksik, beracun, bersifat radioaktif, dan mengandung benda tajam². Limbah rumah sakit mempunyai kandungan yang berbahaya terhadap kesehatan masyarakat. Sehingga setiap rumah sakit diharapkan dapat mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku³.

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan, memiliki batas kandungan COD sebesar 80 mg/L, BOD sebesar 50 mg/L, TSS sebesar 30 mg/L dan pH 6-9³.

Jika kadar parameter yang digunakan ini melebihi baku mutu air limbah yang sudah ditentukan maka dapat berbahaya bagi ekosistem perairan. Misalnya apabila jumlah BOD dan COD tinggi akan membahayakan penurunan kandungan oksigen yang terlarut didalam suatu perairan sehingga akan menyebabkan organisme didalam air tersebut mati. Apabila padatan tersuspensi (TSS) masuk ke dalam air bisa mengakibatkan kekeruhan sehingga dapat menurunkan laju fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan air lainnya⁴.

Namun dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan metode Biofilter Anaerob-Aerob⁵ dan metode Ozonisasi⁴ untuk menurunkan kadar limbah cair rumah sakit masih mempunyai kekurangan yaitu menghasilkan limbah lain berupa *sludge* sehingga masih membutuhkan pengolahan lebih lanjut terhadap limbah tersebut, proses analisisnya membutuhkan waktu yang lama dan bahan yang digunakan juga relatif mahal⁶.

Metode elektrolisis menjadi salah satu alternatif yang dapat dipilih dalam pengolahan limbah rumah sakit. Salah satu keunggulan dari metode elektrolisis yaitu dalam proses elektrolisis tidak terlalu membutuhkan bahan kimia, sehingga tidak perlu melakukan penetralan bahan kimia jika digunakan berlebihan, proses analisisnya juga sangat sederhana, dan waktu proses yang singkat sehingga menghemat proses pengolahan limbah. Dalam proses elektrolisis kemungkinannya sangat kecil untuk menghasilkan polutan baru atau limbah lain⁷.

Ada beberapa penelitian yang menggunakan metode elektrolisis yaitu Yulianto, dkk (2009) dengan judul efektivitas metode elektrolisis dalam menurunkan kandungan COD dan TSS pada air limbah rumah sakit⁸, hasil yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu terjadi penurunan kadar COD dari 661,778 mg/L menjadi 274,300 mg/L dengan efisiensi

penyisihan sebesar 58,55% dan TSS dari 438,667 mg/L menjadi 161,44 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 63,20%. Suyata (2015) dalam penurunan TSS air limbah laboratorium rumah sakit menggunakan metode elektrokoagulasi⁹ dan menghasilkan penurunan kadar TSS sebesar 51% dengan variasi waktu 10 menit dan menggunakan tegangan 24V/5A dengan luas penampang elektroda 200 cm². Oleh karena itu, akan dilakukan penggunaan metode elektrolisis dalam upaya pengolahan limbah cair RSUD Mgr. Gabriel Manek, SVD Atambua Nusa Tenggara Timur.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian yang dilakukan ini menggunakan metode elektrolisis dengan dialiri arus listrik searah untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar TSS, COD dan BOD pada limbah cair rumah sakit dengan bantuan elektroda karbon. Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel pada satu titik yaitu titik *inlet*. Tujuan diambil sampel pada titik *inlet* karena di titik *inlet* belum melalui proses pengolahan sehingga nantinya akan diolah peneliti menggunakan metode elektrolisis untuk melihat penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair rumah sakit sehingga aman dibuang ke saluran umum. Sebelum dilakukan proses elektrolisis dilakukan uji kadar awal dari limbah cair tersebut sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil uji kadar awal limbah cair rumah sakit

Parameter	Satuan	Konsentrasi	Baku Mutu (PERMENKES RI No. 5 Thn 2004)
BOD	mg/L	520	50
COD	mg/L	8320	80
TSS	mg/L	2880	30

Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan dapat dilihat bahwa kandungan BOD, COD dan TSS masih belum memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2004. Tingginya kadar BOD, COD dan TSS karena limbah ini di ambil di titik *Inlet* dan belum mengalami pengolahan.

Setelah dilakukan uji pendahuluan pada limbah rumah sakit, kemudian dilakukan proses elektrolisis dengan menggunakan variasi waktu dan tegangan. Proses elektrolisis dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah.

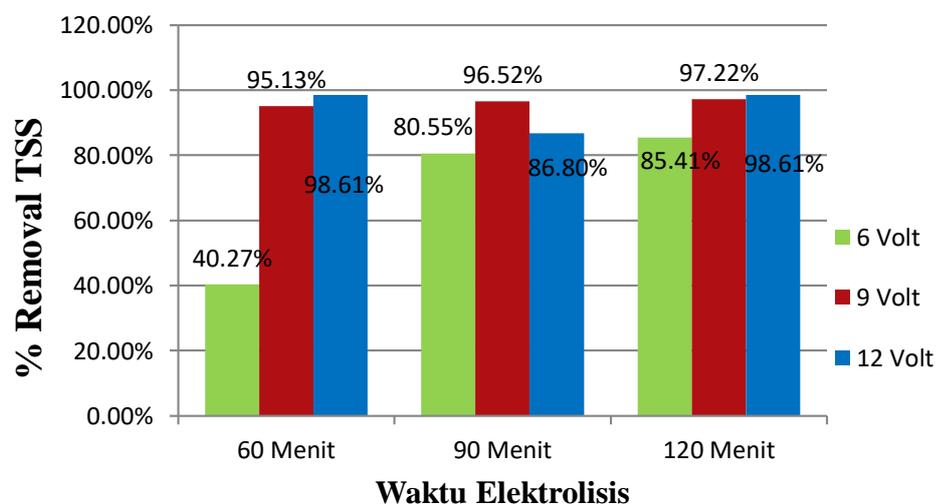


Gambar 1 Alat, proses (a) dan hasil elektrolisis (b)

Dari Gambar 1 (b) diatas dapat dilihat terjadi perubahan warna dari bening keruh menjadi sangat bening. Hal ini diakibatkan karena proses elektrolisis menggunakan waktu dan tegangan yang optimum sehingga dapat menurunkan kadar limbah cair rumah sakit sesuai dengan peneliti sebelumnya¹⁰.

Analisis Uji Kadar TSS (*Total Suspended Solid*)

Penentuan parameter *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair rumah sakit ini dilakukan sebelum dan sesudah proses elektrolisis. Hal ini mempunyai tujuan yaitu untuk mengetahui banyaknya padatan terlarut yang terkandung dalam limbah cair rumah sakit sebelum dan setelah proses elektrolisis. Hasil perhitungan efisiensi % removal TSS dengan variasi waktu dan tegangan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Persentase penurunan TSS sampel limbah cair RS

Berdasarkan Gambar 2 di atas, dapat dikatakan bahwa terjadi penurunan kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada limbah cair rumah sakit setelah proses elektrolisis. Penurunan kadar TSS pada tegangan 6 Volt paling baik pada waktu 120 menit yaitu

penurunan kadar TSS dari 2880 mg/L menjadi 420 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 85,41 %, pada tegangan 9 Volt terjadi penurunan kadar paling baik pada waktu 120 menit yaitu penurunan kadar dari 2880 mg/L menjadi 80 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 97,22 %. Kemudian pada tegangan 12 Volt terjadi penurunan kadar paling baik pada waktu 60 menit dan 120 menit yaitu penurunan kadar TSS dari 2880 mg/L menjadi 40 mg/L dengan efisiensi penyisihan sebesar 98,61 %.

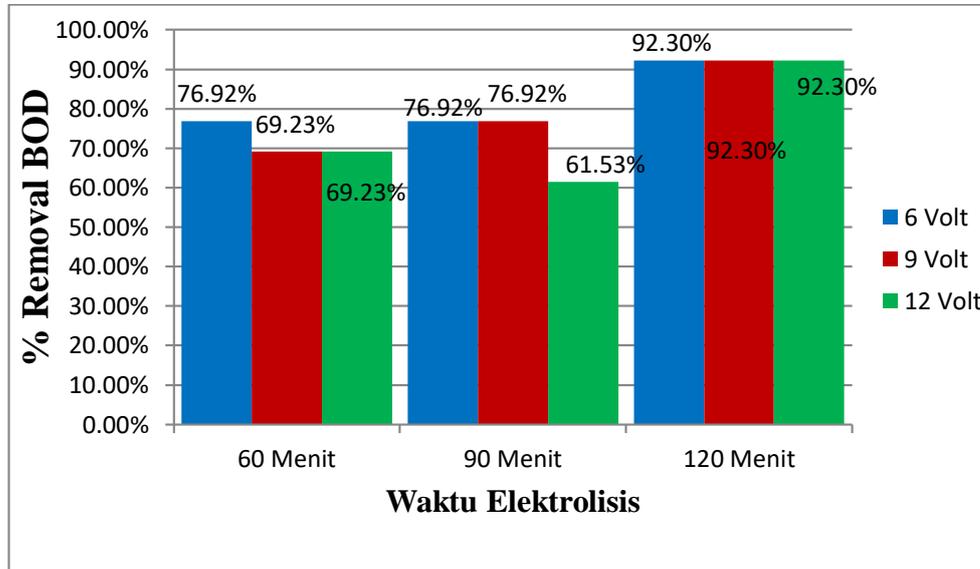
Berdasarkan hasil yang diperoleh ini menunjukkan bahwa proses elektrolisis menggunakan elektroda karbon-karbon dengan variasi waktu dan tegangan dapat menurunkan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair rumah sakit. Prinsip kerja dari proses elektrolisis dalam menurunkan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) yaitu elektroda karbon yang dialiri arus listrik searah (DC) akan menyebabkan senyawa organik yang terdapat dalam air limbah rumah sakit akan terurai membentuk ion positif dan ion negatif sehingga terjadi proses reduksi oksidasi (Redoks) yang dapat menghasilkan gas hidrogen dan gas oksigen. Gas yang terbentuk inilah yang akan menyebabkan terjadinya penurunan kadar TSS pada limbah cair rumah sakit⁸.

Dalam proses elektrolisis waktu yang digunakan sangat berpengaruh terhadap penurunan kadar TSS. Menurut Hudha, dkk (2014) menyatakan bahwa semakin lama waktu yang digunakan maka semakin banyak massa partikel yang terbentuk¹⁰. Proses elektrolisis dalam menurunkan kadar TSS juga sangat berpengaruh pada tegangan yang diberikan selama proses elektrolisis berlangsung. Hal ini disebabkan karena secara teoritis dikatakan bahwa tegangan berbanding lurus dengan kuat arus. Jika dalam proses elektrolisis tegangan yang diberikan semakin besar maka arus yang mengalir ke elektroda juga akan semakin besar, sehingga akan terjadi pelepasan gas hidrogen dan gas oksigen yang terdapat dalam air limbah dan juga gelembung gas yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga akan membawa pengotor atau partikel-partikel ke atas permukaan dan mengikatnya sehingga terjadi penurunan kadar TSS pada limbah cair rumah sakit.

Penurunan konsentrasi TSS ini juga dipengaruhi oleh elektroda yang digunakan dalam proses elektrolisis. Elektroda yang dipakai dalam penelitian ini adalah elektroda karbon. Karena elektroda karbon bersifat inert dan mempunyai efektivitas yang baik dalam mengurangi kandungan ion logam. Elektroda karbon juga bersifat stabil, tidak ikut bereaksi, dan juga elektroda karbon mudah didapat dan sangat murah¹¹. Karena sifatnya yang sangat stabil sehingga elektroda karbon tidak akan ikut bereaksi sehingga yang akan mengalami reaksi Redoks yaitu NaCl dan H₂O, sehingga terjadi pembentukan koagulan Cl₂ yang dihasilkan oleh anoda Cl⁻ dan ion OH⁻ yang berasal dari molekul H₂O. Koagulan Cl₂ ini yang akan mengadsorpsi polutan-polutan sehingga akan terflotasi ke permukaan dan menyebabkan terjadinya penurunan konsentrasi TSS.

Analisis Uji Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Analisis uji *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dilakukan sebelum dan sesudah proses elektrolisis. Tujuannya yaitu untuk menentukan berapa persentase penurunan kadar BOD dalam limbah cair rumah. Hasil penurunan kadar BOD dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Persentase penurunan BOD

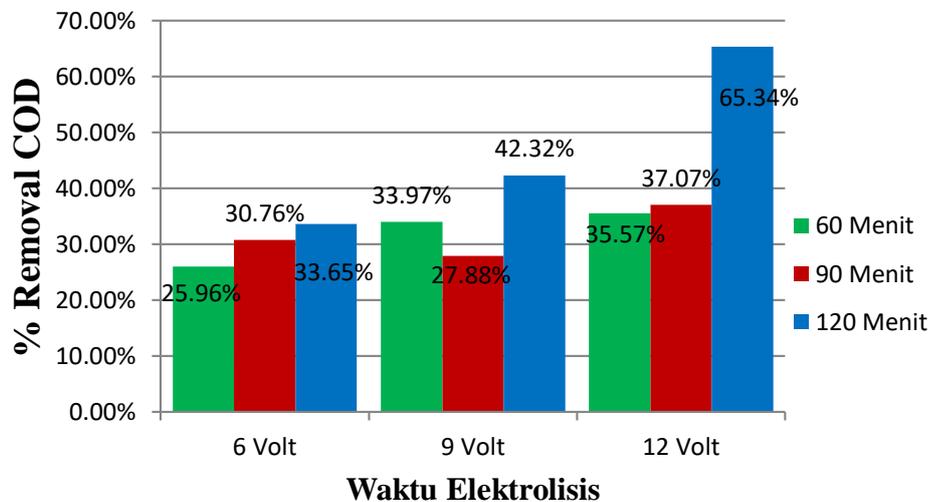
Berdasarkan Gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kadar BOD pada limbah cair rumah sakit. Kadar awal limbah rumah sakit sebelum proses elektrolisis yaitu 520 mg/L. Limbah rumah sakit yang telah diolah menggunakan elektrolisis memperoleh hasil seperti pada grafik diatas yaitu penurunan kadar BOD pada tegangan 6 Volt yang paling baik terjadi pada waktu 120 menit, penurunan dari 520 mg/L menjadi 40 mg/L dengan % removal sebesar 92,30 %. Penurunan kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) pada tegangan 9 Vol yang paling baik terjadi pada waktu 120 menit, penurunan nilai BOD dari 520 mg/L menjadi 40 mg/L dengan % removal sebesar 92,30%. Dan pada tegangan 12 Volt terjadi penurunan paling baik yaitu dengan waktu 120 menit, penurunan kadar BOD dari 520 mg/L menjadi 40 mg/L dengan % removal sebesar 92,30%. Hasil penurunan kadar BOD pada limbah cair rumah sakit sudah memenuhi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan, memiliki batas kandungan BOD sebesar 50 mg/L³.

Penurunan kadar BOD dapat dipengaruhi dari besarnya tegangan dan waktu yang diberikan, jika dalam proses elektrolisis tegangan dan waktu diperbesar maka penurunan kadar BOD semakin besar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kobaya dkk (2003) yang menyatakan bahwa semakin besar tegangan dan waktu maka semakin banyak

flok yang terbentuk sehingga dapat mengikat partikel-partikel atau kotoran-kotoran dalam limbah cair rumah sakit sehingga terjadinya penurunan kadar BOD¹². Jarak elektroda yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 3 cm, inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan limbah semakin efektif. Hal ini sesuai dengan pernyataan Haris, dkk (2005) yang mengatakan bahwa semakin panjang jarak elektroda maka akan semakin kecil arus yang digunakan sehingga mengakibatkan mobilitas ion didalam air limbah kecil sehingga tidak cukup untuk membawa reaktan atau pengotor menuju permukaan elektroda dan endapan yang terbentuk semakin sedikit¹³.

Analisis Uji Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Analisis COD pada limbah cair rumah sakit dilakukan sebelum dan sesudah proses elektrolisis untuk melihat perbandingan penurunan kadar COD pada limbah rumah sakit. Hasil perhitungan efisiensi % removal COD dengan variasi waktu dan tegangan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Persentase penurunan COD sampel limbah cair RS

Berdasarkan Gambar 4 diatas dapat dilihat bahwa dalam proses elektrolisis dapat menurunkan kadar COD. Kadar awal COD yaitu 8320 mg/L, setelah proses elektrolisis terjadi penurunan kadar COD seperti pada grafik diatas. Penurunan kadar COD pada tegangan 6 V paling baik terjadi pada waktu 120 menit yaitu penurunan dari kadar 8320 mg/L menjadi 5520 mg/L dengan % removal sebesar 33,65%. Pada tegangan 9 V terjadi penurunan paling baik pada waktu 120 menit yaitu penurunan dari kadar 8320 mg/L menjadi 4800 mg/L dengan % removal sebesar 42,32%. Kemudian pada tegangan 12 V penurunan kadar COD paling baik dengan waktu 120 menit yaitu terjadi penurunan kadar COD dari kadar 8320 mg/L menjadi 2883 mg/L.

Berdasarkan hasil dan pengolahan data diatas dapat disimpulkan bahwa proses elektrolisis dengan menggunakan elektroda karbon-karbon dengan dialiri arus listrik searah dapat menurunkan kadar COD. Penurunan konsentrasi COD menunjukkan berkurangnya senyawa organik pada limbah cair, karena tujuan dilakukan pengukuran COD sendiri pada dasarnya untuk melihat banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air. Hal ini sesuai dengan teori double layer yang menyatakan flok yang terbentuk oleh ion senyawa organik yang bersifat negatif akan berikatan dengan ion koagulan yang bersifat positif sehingga akan terjadi gaya Van der Waals (tarik menarik) antara dua ion tersebut dan akan membentuk gelembung gas hidrogen dan gas oksigen yang dapat menurunkan kadar COD.

Penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dapat dipengaruhi oleh lamanya waktu kontak. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu yang digunakan dalam proses elektrolisis maka kontaminan dalam limbah cair rumah sakit akan terurai dan akan memperbanyak ion-ion yang terbentuk dari elektroda karbon sehingga nilai konsentrasi COD pada limbah akan semakin kecil dan % removal akan semakin tinggi. Penurunan kadar *Chemical Oxygen Demand* dapat dipengaruhi juga oleh besarnya tegangan. Menurut Suyata dkk (2015) mengatakan bahwa semakin besar tegangan maka akan semakin cepat reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) yang akan mengakibatkan terurainya limbah menjadi hidrogen dan oksigen dengan bantuan arus listrik. Dengan adanya bantuan arus listrik ini akan menyebabkan ion hidrogen yang bermuatan positif akan menuju ion yang bermuatan negatif sehingga akan membentuk molekul gas hidrogen pada katoda. Pada anoda akan membentuk gas oksigen yang disebabkan oleh perpindahan elektron dari ion yang bermuatan negatif ke ion yang bermuatan positif sehingga akan terjadi penurunan kadar COD pada limbah rumah sakit¹⁴.

Perbandingan Metode Elektrolisis, Metode Ozonisasi dan Metode Biofilter Anaerob – Aerob dalam Pengolahan Limbah Cair RS

Dari Tabel 2 diatas dapat dikatakan bahwa penurunan kadar TSS dan kadar BOD pada limbah cair rumah sakit dengan metode elektrolisis lebih efektif dari pada metode biofilter yang dilakukan oleh Timpua dkk (2019) meneliti tentang uji coba media biofilter anaerob - aerob dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan Coliform limbah cair rumah sakit¹⁵. Dan metode Ozonisasi yang dilakukan oleh Andriyanto & Is yuniarto (2009) meneliti tentang pengaruh waktu ozonisasi terhadap penurunan kadar BOD, COD dan TSS dan fosfat pada limbah rumah sakit⁴.

Tabel 2 Perbandingan metode elektrolisis dengan metode lain

Metode	Parameter	Konsentrasi Awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	% Removal
Elektrolisis	TSS	2880	40	98,61%
	COD	8.320	2.883	65,34
	BOD	520	40	92,30%
Biofilter (Timpua, dkk 2019)	TSS	47	11	76,60%
	COD	620	143	76,94%
	BOD	60,65	16,2	73,69%
Ozonisasi (Andriyanto, dkk 2009)	TSS	255,32	80	68,66%
	COD	182,49	25,68	85,92%
	BOD	98,56	28,88	80,84%

Penurunan kadar ini diakibatkan karena dalam metode elektrolisis lebih cepat untuk mereduksi partikel yang paling terkecil dalam limbah dengan bantuan arus listrik sehingga mempercepat pergerakan partikel di dalam air dan akan terjadi proses penurunan pada kadar limbah cair rumah sakit.

Sedangkan untuk penurunan kadar COD dengan menggunakan metode elektrolisis masih belum efektif dibandingkan dengan metode metode biofilter yang dilakukan oleh Timpua dkk (2019) meneliti tentang uji coba media biofilter anaerob - aerob dalam menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan Coliform limbah cair rumah sakit¹⁵. Dan metode Ozonisasi yang dilakukan oleh Andriyanto & Is yuniarto (2009) meneliti tentang pengaruh waktu ozonisasi terhadap penurunan kadar BOD, COD dan TSS dan fosfat pada limbah rumah sakit⁴.

Kesimpulan

Kadar TSS optimum pada voltase 12 volt dengan waktu 60 dan 120 menit adalah 40 mg/L, kadar COD optimum pada voltase 12 volt dengan waktu 120 menit adalah 2883 mg/L dan kadar BOD optimum pada voltase 12 volt dengan waktu 120 menit adalah 40 mg/L. Persentase penurunan limbah cair rumah sakit setelah proses elektrolisis yaitu pada parameter TSS sebesar 98,61%, parameter COD sebesar 65,34%, dan parameter BOD sebesar 92,30%.

Daftar Pustaka

1. Adisasmitho, W. 2007. Sistem Manajemen Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
2. Said, N.I. 2006. *Paket Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit yang Murah dan Efisien*. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT. JAI 2(1)
3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang *Baku Mutu Air Limbah Industri*

4. Andryanto dan Is Yuniarto. 2009. *Pengaruh Waktu Ozonisasi Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, TSS Dan Fosfat Pada limbah Rumah Sakit*. Yogyakarta: PTAPB
5. Sari, W. M. 2015. *Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang (RSMP) Dengan Sistem Biofilter Anaerob-Aerob*. Fakultas Teknik: Palembang. Distilasi, 1(1): 7-18
6. Nugroho, S. 2013. *Elektrodegradasi Indigosol Golden Yellow IRK dalam Limbah Batik dengan Elektroda Grafit*. Skripsi tidak diterbitkan. Semarang : Jurusan Kimia, FMIPA UNNES
7. Avsar, Y. 2007. Comparison of Classical Chemical and Electrochemical Processes for Treating Rose Processing Wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 343: 341-342
8. Yulianto, A. 2009. *Pengolahan Limbah Cair Industri Batik pada Skala Laboratorium dengan Menggunakan Metode Elektrokoagulasi*. Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
9. Suyata, Irmanto & Rastuti, U. 2015. Penerapan Metode Elektrokimia untuk Penurunan COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu. Purwokerto : Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Jendral Soedirman.
10. Hudha, M. I., Jimmy & Muyassaroh. 2014. Studi Penurunan COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Proses Elektrokimia. Surabaya : Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya
11. Dianingtyas, Y. W. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Industri Percetakan Secara Elektrolisis dengan Elektroda Karbon*
12. Kobaya, M., Orhan T.C., Mahmut. B. 2003. Treatment of Textile Wastewaters by Electrocoagulation Using Iron and Aluminium Electrodes. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 100. 163–178
13. Haris, A., Riyanti. A.D., & Gunawan. 2005. Pengendapan Logam Tembaga Dengan Metoda Elektrolisis Internal. Universitas Diponegoro. Vol 7 (2)
14. Tartakovsky B, Mehta P, Santoyo G, & Guiot SR. 2011. Maximizing Hydrogen Production in a Microbial Electrolysis Cell by Realtime Optimization of Applied Voltage. *Int J Hydrogen Energy* 36:10557e64
15. Timpua, T. K., & Pianaung. R. 2019. Uji Coba Desain Media Biofilter Anaerob Aerob Dalam Menurunkan Kadar Bod, Cod, Tss Dan Coliform Limbah Cair Rumah Sakit. Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado. Vol 9. No. 1
16. SNI 6989.3:2019. Air dan Air Limbah-Bagian 3: *Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) Secara Gravimetri*

Metodologi

Pengambilan dan Penanganan Sampel

Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan pada titik *inlet* dan diambil pada sore hari. Metode pengambilan sampel didasarkan pada SNI 6989.59-2008 mengenai metode pengambilan air limbah. Langkah- langkah pengambilan sampel untuk menganalisis TSS, COD dan BOD sebagai berikut yaitu siapkan 8 botol 600 mL sebagai tempat yang digunakan untuk menyimpan sampel, setelah itu bilas botol sebanyak 2-3 kali menggunakan air. Kemudian isi sampel dalam botol lalu botol tersebut disimpan pada suhu 20°C.

Preparasi Sampel

Sampel limbah cair rumah sakit yang akan dianalisis, disaring terlebih dahulu. Tujuan dari penyaringan ini yaitu untuk menghindari sampel dari pengotor.

Penentuan Kadar TSS (SNI 6989.3:2019)¹⁶

Pada penentuan kadar TSS menggunakan metode Gravimetri. Dipipetkan 50 mL sampel rumah sakit kemudian disaring. Setelah itu kertas saring yang terdapat residunya dikeringkan dengan suhu 105°C selama 1 jam. Kemudian kertas saring didinginkan dengan desikator selama 15 menit, setelah itu ditimbang berat kertas saring untuk mendapat nilai tetapnya.

Perhitungan kadar TSS

$$\text{Kadar TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{V \text{ sampel.L}}$$

Penentuan Kadar COD (SNI 06-6989.15-2004)

Metode yang dipakai dalam menentukan kadar COD, yaitu refluks terbuka. Diambil 10 mL sampel limbah cair setelah itu dimasukan kedalam Erlenmeyer 250 mL, kemudian larutan ditambahkan dengan 0,2 gram serbuk HgSO₄, 5 mL K₂Cr₂O₇ 0,25 N dan 15 mL Ag₂SO₄ - H₂SO₄. Kemudian larutan dikocok perlahan-lahan hingga homogen, setelah itu larutan dimasukan ke dalam labu refluks kemudian direfluks selama 2 jam. Setelah direfluks larutan didinginkan kemudian diencerkan dalam labu 100 mL lalu dihomogenkan. Diambil 10 mL kemudian dimasukan kedalam erlenmeyer lalu ditambahkan dengan indikator ferroin sebanyak 3 tetes dan dititrasi dengan larutan standar FAS 0,1 N sampai dengan titik ekuivalen ditandai dengan adanya perubahan warna hijau-biru menjadi warna merah kecoklatan. Larutan blanko dibuat dengan menggunakan 10 ml aquades ditambahkan dengan semua reagen, kemudian direfluks dengan cara yang sama.

Perhitungan kadar COD

$$\text{Kadar COD (mg/L)} = \frac{(A-B) \times N \text{ (FAS)} \times 8000 \times FP}{V \text{ sampel}}$$

Penentuan Kadar BOD (SNI 6989.72-2009)

Analisis DO₀ dan DO₅

Sebanyak 5 mL sampel dimasukan kedalam botol winkler kemudian ditambahkan dengan Aquades sampai tumpah kemudian ditambahkan 1 mL MnSO₄ dan 1 mL Alkali Azida, sampel ditutup lalu dikocok sampai terbentuk endapan setelah itu ditambahkan dengan 1 mL H₂SO₄ melalui dinding botol, kemudian ditutup dan dikocok kembali sampai endapan larut, kemudian diambil 50 mL lalu dimasukan kedalam Erlenmeyer 250 mL setelah itu dititrasi dengan Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,25 N sampai terbentuk warna kuning muda, lalu ditambahkan dengan 3-4 tetes Amilum sampai terjadi perubahan warna menjadi biru kemudian dititrasi lagi hingga warna biru hilang. Untuk analisis DO₅ dikukan uji setelah sampel diinkubasi selama 5 hari.

- ◆ Perhitungan DO_0

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{V_t \times N \times 8000 \times P}{V \text{ sampel}}$$

- ◆ Perhitungan BOD

$$BOD \text{ (mg/L)} = DO_0 - DO_5$$

Keterangan:

DO_0 = DO dari sampel air limbah awal

DO_5 = DO dari sampel air limbah yang telah diinkubasi selama 5 hari

Proses Elektrolisis dengan Variasi Waktu dan Tegangan

Diambil 100 mL air limbah rumah sakit dimasukkan ke dalam reaktor elektrolisis. Kemudian ditambahkan 0,1g Natrium Klorida (NaCl) digunakan sebagai elektrolit. Setelah itu plat carbon dan batangan karbon baterai disambungkan dengan power supply DC dengan kabel buaya pada kutub negatif dan positif. Setelah itu masukan elektroda pada sel elektrolisis dengan jarak 3 cm. Kemudian lakukan proses pada elektrolisis dan atur *power supply* DC dan dimulai dari tegangan rendah yaitu 6 volt dalam waktu 60, 90, dan 120 menit. Setelah proses elektrolisis selesai, sampel yang sudah didapat diukur nilai dari COD dan TSS sesuai dengan prosedurnya. Pada perlakuan ini diulang dengan menggunakan variasi waktu 60, 90, dan 120 menit dengan voltase 9 dan 12 volt.