E-ISSN: 3025-0994
Halaman 1873-1883
Volume 4 Nomor 4 Tahun 2026

Analisis Konsentrasi Parameter Air Limbah Sebelum dan Sesudah Pengolahan di Rumah Sakit ST. Carolus Jakarta Tahun 2025

Silpia Regita Br Tarigan[1] Veza Azteria[2] Erna Veronika[3] Ira Marti Ayu[4]

[1,2,3,4] Program Studi Kesehatan Masyarakat, Universitas Esa Unggul, Indonesia
e-mail: silpia.regita@student.esaunggul.ac.id , Veza.azteria@esaunggul.ac.id, erna.veronika@esaunggul.ac.id , ira.marti@esaunggul.ac.id

Abstrak

Limbah cair rumah sakit berpotensi mencemari lingkungan dan berdampak pada kesehatan masyarakat apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi parameter air limbah sebelum (inlet) dan sesudah (outlet) pengolahan serta menilai efektivitas kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Sakit St. Carolus Jakarta Pusat. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan analisis univariat untuk menggambarkan konsentrasi masing-masing parameter berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium. Parameter yang dianalisis meliputi BOD, COD, TSS, pH, Amonia, Minyak dan Lemak, serta Total Coliform. Hasil menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi pada hampir seluruh parameter setelah proses pengolahan dan seluruh parameter outlet memenuhi baku mutu yang berlaku. Efektivitas pengolahan tergolong sangat baik pada BOD, COD, dan Amonia, baik pada Total Coliform, cukup pada TSS, serta tidak menunjukkan perubahan signifikan pada Minyak dan Lemak. Disimpulkan bahwa IPAL Rumah Sakit St. Carolus berfungsi efektif dalam menurunkan beban pencemar limbah cair. Disarankan dilakukan optimalisasi pada unit sedimentasi dan pemisahan lemak serta pemantauan berkala untuk mempertahankan kinerja IPAL secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Air Limbah Rumah Sakit, IPAL, Analisis Univariat, Efektivitas Pengolahan

Abstract

Hospital wastewater has the potential to pollute the environment and negatively impact public health if not properly managed. This study aimed to analyze the concentration of wastewater parameters before (inlet) and after (outlet) treatment and to evaluate the effectiveness of the Wastewater Treatment Plant (WWTP) at St. Carolus Hospital, Central Jakarta.This study used a quantitative method with univariate analysis to describe the concentration of each parameter based on laboratory examination results. The analyzed parameters included BOD, COD, TSS, pH, Ammonia, Oil and Grease, and Total Coliform.The results showed a decrease in the concentration of most parameters after treatment, and all outlet parameters complied with the applicable quality standards. The treatment effectiveness was categorized as very good for BOD, COD, and Ammonia; good for Total Coliform; moderate for TSS; and

showed no significant change for Oil and Grease.It can be concluded that the WWTP at St. Carolus Hospital functions effectively in reducing wastewater pollutant loads. It is recommended to optimize the sedimentation and grease separation units and to conduct regular monitoring to ensure sustainable WWTP performance.

Keywords : Hospital Wastewater, WWTP, Univariate Analysis, Treatment Effectiveness

LATAR BELAKANG

Fasilitas pelayanan kesehatan, seperti rumah sakit, puskesmas, dan klinik, memiliki peran penting dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat melalui pelayanan promotif, preventif, kuratif, dan rehabilitatif. Namun, berbagai aktivitas pelayanan kesehatan juga menghasilkan limbah yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola secara optimal. Limbah cair rumah sakit menjadi salah satu sumber pencemaran yang perlu mendapat perhatian karena dapat mengandung bahan organik, senyawa kimia, amonia, padatan tersuspensi, logam berat, serta mikroorganisme patogen yang berisiko terhadap kesehatan masyarakat dan keseimbangan ekosistem perairan (Fikri, 2019). Oleh karena itu, pengelolaan limbah cair yang sesuai dengan standar lingkungan diperlukan untuk meminimalkan dampak pencemaran sekaligus melindungi kesehatan masyarakat di sekitar fasilitas pelayanan kesehatan.

Permasalahan pengelolaan limbah cair masih menjadi tantangan dalam penyelenggaraan kesehatan lingkungan di Indonesia. Survei pengelolaan limbah rumah sakit yang dilakukan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) bersama Departemen Kesehatan pada 1997 menunjukkan bahwa persentase limbah medis yang dihasilkan rumah sakit di Indonesia mencapai 23,3%, lebih tinggi daripada kriteria 15% yang digunakan dalam survei tersebut. Selain itu, pengelolaan limbah cair juga belum dilaksanakan secara merata. Data yang dirujuk oleh KLHK (2025) menunjukkan bahwa hanya 53,4% rumah sakit mengolah limbah cair dan 57,5% melakukan pemeriksaan kualitasnya. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya penguatan pengolahan dan pemantauan kualitas limbah cair agar pencemaran lingkungan dapat dikendalikan (KLHK, 2025; Kristiantoro, 2021). Sejalan dengan hal tersebut, pengelolaan limbah cair rumah sakit diwajibkan untuk memenuhi ketentuan kesehatan lingkungan dan baku mutu yang berlaku sebelum air limbah dibuang ke lingkungan (K. L. H. dan K. R. Indonesia, 2019).

Salah satu upaya pengendalian pencemaran limbah cair rumah sakit dilakukan melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Instalasi ini dirancang untuk menurunkan konsentrasi berbagai parameter pencemar, antara lain Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), amonia, fosfat, minyak dan lemak, serta total coliform. Secara umum, pengolahan limbah cair dapat mencakup penyaringan awal, pengolahan biologis, pengendapan, dan disinfeksi. Kinerja setiap tahapan perlu dipantau agar air limbah hasil pengolahan memenuhi baku mutu yang ditetapkan dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan maupun kesehatan masyarakat (Mulyati & Narhadi, 2016). Selain itu, pemeliharaan peralatan dan pengendalian proses

pengolahan secara berkelanjutan menjadi bagian penting dalam menjaga stabilitas kinerja IPAL.

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa IPAL dapat menurunkan konsentrasi pencemar, meskipun efektivitasnya berbeda menurut parameter dan sistem pengolahan yang digunakan. Penelitian pada Rumah Sakit Balimed menunjukkan bahwa sistem biofilter mampu menurunkan konsentrasi TSS sebesar 89,69%, amonia nitrogen sebesar 98,61%, BOD sebesar 95,51%, dan COD sebesar 90,32%. Namun, parameter pH mengalami kenaikan dari 7,64 menjadi 7,82 meskipun masih memenuhi baku mutu (Manoppo et al., 2023). Penelitian pada Batikite Resort juga menunjukkan penurunan BOD_5 sebesar 93,56%, COD sebesar 96,21%, TSS sebesar 97,23%, dan minyak sebesar 100%, meskipun masih diperlukan penambahan media arang untuk mengatasi bau pada efluen (Mustari et al., 2020; Sattuang et al., 2020). Sementara itu, penelitian pada RS Bhayangkara Tk. III Manado melaporkan penurunan BOD dari 76 mg/L menjadi 1 mg/L, COD dari 79 mg/L menjadi kurang dari 1,44 mg/L, dan TSS dari 28 mg/L menjadi 1 mg/L setelah pengolahan menggunakan IPAL yang dilengkapi teknologi penukar ion (Rawis et al., 2022). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa evaluasi kinerja IPAL perlu dilakukan berdasarkan hasil pengukuran setiap parameter, bukan hanya berdasarkan keberadaan instalasi pengolahan.

Permasalahan serupa ditemukan pada pengelolaan limbah cair di Rumah Sakit St. Carolus, Jakarta Pusat. Sebagai rumah sakit umum tipe B yang menyelenggarakan berbagai pelayanan, termasuk rawat inap, rawat jalan, tindakan bedah, unit gawat darurat, dan layanan spesialis, aktivitas operasional rumah sakit menghasilkan limbah cair dari berbagai sumber, seperti kamar mandi pasien, laboratorium, ruang operasi, dapur, laundry, dan instalasi farmasi. Berdasarkan data pemantauan yang tercantum dalam naskah penelitian, kadar amonia pada air limbah Rumah Sakit St. Carolus pada Januari 2025 mencapai 40 mg/L, sedangkan batas maksimum yang dijadikan acuan dalam penelitian adalah 10 mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/MENLHK/SEKJEN/KUM.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kualitas air limbah pada parameter amonia belum memenuhi batas yang digunakan sebagai acuan. Selain itu, fluktuasi parameter COD dan total coliform dalam pemantauan sebelumnya menunjukkan perlunya evaluasi kualitas air limbah secara menyeluruh, termasuk sebelum dan sesudah melalui proses pengolahan.

Tingginya kadar amonia tersebut dapat mengindikasikan bahwa proses pengolahan belum bekerja secara optimal. Salah satu proses yang relevan dalam penghilangan amonia adalah nitrifikasi, yaitu proses biologis yang mengubah amonia menjadi nitrit dan selanjutnya nitrat. Gangguan pada proses biologis, kestabilan mikroorganisme, maupun pemeliharaan instalasi dapat memengaruhi kualitas air limbah hasil pengolahan. Dalam naskah penelitian ini, pemeliharaan yang belum optimal, khususnya terkait pengurasan bak reaktor dan pengendalian lumpur aktif, menjadi faktor operasional yang perlu diperhatikan. Meskipun demikian, hubungan antara faktor operasional tersebut dan tingginya konsentrasi amonia masih perlu dikaji lebih lanjut melalui pemeriksaan kualitas air limbah sebelum dan sesudah pengolahan. Dengan demikian, pengukuran langsung terhadap parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi diperlukan untuk memperoleh gambaran mengenai kondisi air limbah serta kinerja pengolahan IPAL di rumah sakit tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis konsentrasi parameter air limbah sebelum dan sesudah proses pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit St. Carolus, Jakarta Pusat. Analisis dilakukan untuk mengetahui konsentrasi parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi pada kedua titik pengambilan sampel serta menilai efektivitas pengolahan berdasarkan perubahan konsentrasi sebelum dan sesudah pengolahan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja IPAL dan kesesuaian kualitas air limbah hasil pengolahan terhadap baku mutu yang digunakan sebagai acuan, sekaligus menjadi bahan evaluasi bagi rumah sakit dalam meningkatkan pemantauan dan pemeliharaan instalasi pengolahan limbah cair.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain cross-sectional untuk menganalisis karakteristik limbah cair sebelum (inlet) dan sesudah (outlet) melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di RS St. Carolus Jakarta Pusat. Penelitian dilaksanakan pada April–Juli 2025. Populasi penelitian adalah limbah cair yang dihasilkan rumah sakit sebelum dan sesudah proses pengolahan, sedangkan sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan dua titik pengambilan, yaitu inlet pada bak grease trap atau bak penampung awal dan outlet pada bak penampung akhir sebelum air limbah dibuang ke lingkungan. Penelitian mengukur tujuh parameter, yaitu Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), pH, amonia, minyak dan lemak, serta total coliform, dengan satu sampel inlet dan satu sampel outlet.

Pengumpulan data menggunakan data primer yang diperoleh melalui pengambilan sampel dan pengujian laboratorium di Laboratorium Intisurya Tangerang yang disebutkan telah terakreditasi Komite Akreditasi Nasional (KAN). Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan alat pelindung diri (APD), memilih bagian tengah aliran untuk menghindari endapan dan lapisan minyak, serta menggunakan botol sampel yang sesuai dengan parameter pemeriksaan. Sampel diberi label berisi tanggal, waktu, dan lokasi pengambilan, kemudian disimpan dalam ice box pada suhu sekitar 4°C dan segera dikirim ke laboratorium. Sampel inlet digunakan untuk menggambarkan karakteristik awal limbah cair, sedangkan sampel outlet digunakan untuk mengevaluasi kualitas limbah setelah melalui proses pengolahan IPAL.

Pengukuran laboratorium dilakukan menggunakan instrumen dan metode yang disesuaikan dengan masing-masing parameter. Pemeriksaan BOD menggunakan metode lima hari dengan inkubasi pada suhu 20°C, sedangkan COD dianalisis menggunakan metode closed reflux dan spektrofotometer. TSS diukur melalui proses filtrasi dan pengeringan, pH diukur secara langsung menggunakan pH meter, serta amonia dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan metode Nessler atau salisilat. Pemeriksaan minyak dan lemak menggunakan ekstraksi pelarut n-heksana dengan metode gravimetri, sedangkan total coliform diperiksa menggunakan metode enzimatik dengan reagen Colilert. Hasil pengujian inlet dan outlet selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu air limbah rumah sakit yang berlaku untuk mengetahui kesesuaian kualitas limbah hasil pengolahan.

Pengolahan data meliputi tahap editing untuk memeriksa kelengkapan dan konsistensi data, coding untuk memberikan kode pada hasil pengukuran inlet dan outlet, tabulasi untuk menyusun data secara sistematis, serta interpretasi untuk menilai kualitas limbah cair. Analisis data dilakukan secara univariat dengan menghitung nilai, selisih, dan persentase perubahan konsentrasi setiap parameter. Efektivitas kinerja IPAL dihitung menggunakan rumus: efektivitas (%) = [(konsentrasi inlet − konsentrasi outlet) ÷ konsentrasi inlet] × 100%. Hasil perhitungan dikategorikan sangat baik apabila efektivitas ≥85%, baik pada 70–84%, cukup pada 50–69%, dan buruk apabila kurang dari 50%. Hasil analisis digunakan untuk menggambarkan kemampuan IPAL dalam menurunkan konsentrasi pencemar pada limbah cair RS St. Carolus Jakarta Pusat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Konsentrasi Parameter Fisik, Kimia, Dan Mikrobiologi Limbah Cair Sebelum Pengolahan

Konsentrasi Parameter Fisik, Kimia, dan Mikrobiologi Limbah Cair Sebelum Pengolahan merupakan Konsentrasi limbah cair RS yang diukur sebelum dilakukan pengolahan oleh IPAL. Parameter yang diukur dari masing-masing sampel meliputi: BOD, COD, TSS pH, Amonia Total Coliform, Minyak dan Lemak.

Tabel 1. Hasil Analisa Penelitian Limbah Cair Intlet

No	Parameter	Alat Ukur	Hasil Uji	Satuan	Metode Pengukuran
1	BOD	Incubator	54,9	mg/L	Metode 5 Hari.
2	COD	Spektrofotometer	175	mg/L	*Close Reflux Method*
3	TSS	Timbangan Analitik, oven, *Filter Paper*	6,22	mg/L	Filtrasi Dengan Pengeringan
4	PH	PH Meter	7,31	mg/L	Pengukuran Langsung
5	Amonia	Spektrofotometer UV-Vis	34,5	mg/L	Metode Nessler atau Salicylate
6	Minyak dan Lemak	*Colilert Test*	<0,86	mg/L	*Enzymatic Method*
7	Total Coliform	Gravimetri dengan Ekstraksi	4700	MPN/100ml	Metode n-heksana

Berdasarkan hasil uji laboratorium, nilai konsentrasi parameter limbah cair yang masuk ke IPAL menunjukkan bahwa beberapa parameter seperti BOD (54,9 mg/L), COD (175 mg/L), dan Amonia (34,5 mg/L) berada pada tingkat yang tinggi.

Gambaran Konsentrasi Parameter Fisik, Kimia, Dan Mikrobiologi Limbah Cair Sesudah Pengolahan

Konsentrasi Parameter Fisik, Kimia, dan Mikrobiologi Limbah Cair Sesudah Pengolahan merupakan Konsentrasi limbah cair RS yang diukur sebelum dilakukan pengolahan oleh IPAL. Parameter yang diukur dari masing-masing sampel meliputi: BOD, COD, TSS pH, Amonia Total *Coliform*, Minyak dan Lemak. Hasil analisis disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Analisa Penelitian Limbah Cair Outlet

No	Parameter	Alat Ukur	Hasil Uji	Baku Mutu*	Keterangan	Satuan
1	BOD	Incubator	6,55	30	Sesuai Baku Mutu	mg/L
2	COD	Spektrofotometer	21,1	100	Sesuai Baku Mutu	mg/L
3	TSS	Timbangan Analitik, oven, *Filter Paper*	2,75	30	Sesuai Baku Mutu	mg/L
4	PH	PH Meter	7,22	6-8	Sesuai Baku Mutu	mg/L
5	Amonia	Spektrofotometer UV-Vis	0,04	10	Sesuai Baku Mutu	mg/L
6	Minyak dan Lemak	*Colilert Test*	<0,86	5	Sesuai Baku Mutu	mg/L
7	Total Coliform	Gravimetri dengan Ekstraksi	930	3000	Sesuai Baku Mutu	MPN/100ml

Sumber: Uji Laboratorium

**(Permen LHK No.68 tahun 201 , Baku Mutu Air Limbah Domestik)*

Hasil uji laboratorium setelah pengolahan IPAL menunjukkan bahwa parameter BOD, COD, TSS, PH, Amonia, Minyak dan Lemak, Total Coliform telah menurun secara signifikan dan berada di bawah atau dalam batas baku mutu yang ditetapkan.

Hasil Efektivitas kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit St Carolus

Efektivitas kinerja IPAL adalah tingkat kemampuan IPAL dalam menurunkan kadar pencemar dalam air limbah. Untuk mengukur Efektivitas kinerja IPAL menggunakan rumus berikut ini: (Nilai sebelum– sesudah) ÷ nilai sebelum × 100%. Adapun hasil ukur dibagi menjadi sangat baik jika efektivitas ≥ 85%, baik jika efektivitas 70–84%, cukup jika efektivitas 50–69% dan buruk jika efektivitas <50%.

Tabel 3. Hasil Analisa Penelitian Limbah Cair Outlet

No	Parameter	Hasil Uji inlet	Hasil Uji Outlet	% Removal	Kategori Efektivitas
1	BOD	54,9 mg/L	6,55 mg/L	88.07%	Sangat Baik
2	COD	175 mg/L	21,1 mg/L	87.94%	Sangat Baik
3	TSS	6,22 mg/L	2,75 mg/L	55.79%	Cukup
4	Amonia	34,5 mg/L	0,04 mg/L	99.88%	Sangat Baik
5	Minyak dan Lemak	<0,86 mg/L	<0,86 mg/L	0.00%	Buruk
6	Total Coliform	4700 MPN/100ml	930 MPN/100ml	79.79%	Baik

Berdasarkan hasil perhitungan Removal Pencemar bahwa parameter BOD, COD, Amonia dikategorikan sangat baik. Untuk parameter Total Coliform dikategorikan baik. Parameter TSS dikategorikan cukup. Parameter Minyak dan Lemak dikategorikan buruk.

Analisis Konsentrasi Karakteristik Limbah Cair Inlet

Hasil pemeriksaan laboratorium pada inlet IPAL RS St. Carolus menunjukkan nilai BOD 54,9 mg/L, COD 175 mg/L, TSS 6,22 mg/L, pH 7,31, amonia 34,5 mg/L, minyak dan lemak <0,86 mg/L, serta total coliform 4.700 MPN/100 mL. Hasil tersebut menunjukkan adanya beban organik, nitrogen, dan kontaminasi mikrobiologis, sedangkan TSS dan minyak–lemak relatif rendah serta pH berada pada kondisi netral. (Sarto, 2018) menyatakan bahwa limbah cair fasilitas pelayanan kesehatan umumnya mengandung bahan organik dan mikroorganisme sehingga memerlukan pengolahan biologis dan desinfeksi. Menurut (K. K. R. Indonesia, 2023b), limbah fasilitas pelayanan kesehatan juga berpotensi mengandung nutrien, mikroorganisme patogen, serta residu bahan kimia yang dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan.

Nilai BOD dan COD masing-masing sebesar 54,9 mg/L dan 175 mg/L mencerminkan beban bahan organik dari aktivitas domestik maupun medis. (Waang, 2022) menyebutkan bahwa BOD limbah rumah sakit umumnya berkisar 50–250 mg/L, sedangkan COD dapat meningkat akibat penggunaan bahan kimia dalam aktivitas medis. (Yustika, 2023) juga menjelaskan bahwa aktivitas pelayanan kesehatan dapat meningkatkan kandungan COD dan bahwa unit pra-pengolahan, seperti bar screen dan grease trap, membantu menyisihkan padatan kasar. Nilai TSS sebesar 6,22 mg/L menunjukkan konsentrasi padatan tersuspensi yang relatif rendah, sedangkan pH 7,31 menunjukkan kondisi netral yang masih mendukung proses pengolahan biologis. Waang et al. (tanpa tahun) menyebutkan bahwa pH limbah rumah sakit umumnya berada pada kisaran 6,5–8,5.

Konsentrasi amonia sebesar 34,5 mg/L mengindikasikan adanya beban nitrogen yang dapat berasal dari urin, cairan biologis, dan degradasi protein. Nilai tersebut sejalan dengan (Waang, 2022), yang melaporkan konsentrasi amonia limbah rumah sakit berkisar 10–50 mg/L. Sementara itu, minyak dan lemak sebesar <0,86 mg/L menunjukkan konsentrasi yang relatif rendah. (Azwari et al., 2023) menjelaskan bahwa grease trap dapat mengurangi minyak dan lemak melalui pemisahan gravitasi. Adapun total coliform sebesar 4.700 MPN/100 mL menunjukkan adanya kontaminasi mikrobiologis sebelum pengolahan. (Azwari et al., 2023) menyatakan bahwa kandungan total coliform pada limbah rumah sakit sebelum pengolahan umumnya tinggi karena belum melalui proses desinfeksi.

Secara keseluruhan, karakteristik inlet menunjukkan dominasi beban organik dan nitrogen, disertai kontaminasi mikrobiologis. Hasil ini menegaskan pentingnya pengolahan biologis untuk menurunkan BOD, COD, dan amonia, serta desinfeksi untuk mengendalikan mikroorganisme. Konsentrasi TSS dan minyak–lemak yang relatif rendah dapat berkaitan dengan kondisi limbah sebelum memasuki unit pengolahan utama, tetapi penyebabnya belum dapat dipastikan hanya berdasarkan hasil pengukuran.

Analisis Konsentrasi Karakteristik Limbah Cair Outlet

Hasil pemeriksaan laboratorium pada outlet IPAL menunjukkan nilai BOD 6,55 mg/L, COD 21,1 mg/L, TSS 2,75 mg/L, pH 7,22, amonia 0,04 mg/L, minyak dan lemak <0,86 mg/L, serta total coliform 930 MPN/100 mL. Dibandingkan dengan inlet, konsentrasi BOD, COD, TSS, dan amonia menurun, sementara pH relatif stabil. Total coliform juga menurun, sedangkan minyak dan lemak tidak menunjukkan perubahan terukur karena hasil inlet dan outlet sama-sama dilaporkan <0,86 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan adanya penurunan pada sebagian besar parameter setelah pengolahan.

IPAL berfungsi mengurangi beban pencemar fisik, kimia, dan biologis sebelum limbah dibuang ke lingkungan. Pengolahan yang memadai diperlukan untuk mengurangi konsumsi oksigen di badan air, risiko eutrofikasi, serta potensi penyebaran penyakit akibat mikroorganisme. (K. K. R. Indonesia, 2023a) menekankan pentingnya pengelolaan limbah cair fasilitas pelayanan kesehatan secara sistematis agar kualitasnya memenuhi persyaratan sebelum dilepas ke lingkungan. Berdasarkan acuan baku mutu yang digunakan dalam penelitian ini, hasil outlet dilaporkan memenuhi batas yang dipersyaratkan. Namun, kesimpulan kepatuhan setiap parameter perlu didasarkan pada perbandingan dengan baku mutu yang berlaku khusus untuk jenis limbah dan parameter terkait.

Pengolahan limbah cair umumnya melibatkan penyaringan dan pemisahan minyak–lemak pada tahap awal, pengolahan biologis untuk menguraikan bahan organik dan amonia, sedimentasi untuk menyisihkan padatan, serta desinfeksi untuk mengurangi mikroorganisme. Hasil pemantauan rutin yang dilaporkan pengelola menunjukkan BOD 7,1 mg/L, COD 25,02 mg/L, TSS 2,75 mg/L, pH 7, amonia 0,08 mg/L, minyak dan lemak <0,86 mg/L, serta total coliform 860 MPN/100 mL. Perbedaan hasil dengan penelitian ini dapat berkaitan dengan variasi debit, beban limbah, dan waktu pengambilan sampel. Secara umum, kedua hasil menunjukkan bahwa konsentrasi parameter yang diuji relatif rendah pada outlet, tetapi pemantauan berkala dan pemeriksaan operasional tetap diperlukan untuk menjaga kestabilan kinerja IPAL.

Efektivitas Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah RS St. Carolus

Berdasarkan perhitungan efektivitas penyisihan, BOD, COD, dan amonia dikategorikan sangat baik, total coliform dikategorikan baik, TSS dikategorikan cukup, sedangkan minyak dan lemak dikategorikan buruk. Hasil ini menunjukkan bahwa penurunan beban organik dan amonia berlangsung lebih baik dibandingkan penyisihan TSS dan minyak–lemak. Temuan tersebut sejalan dengan (Baeti, 2022), yang melaporkan efektivitas IPAL dalam menurunkan BOD, COD, dan TSS sekitar 60–70%, serta (Rawis et al., 2022), yang menunjukkan efektivitas lebih dari 80% pada beberapa parameter limbah rumah sakit.

Penurunan BOD dan COD yang tinggi mengindikasikan bahwa proses pengolahan mampu mengurangi bahan organik yang dapat terurai secara biologis maupun beban organik yang terukur secara kimiawi. Sementara itu, penurunan amonia dapat berkaitan dengan proses biologis, termasuk nitrifikasi, yang dipengaruhi ketersediaan oksigen, waktu tinggal, pH, dan suhu. Kementerian Kesehatan (2023) menekankan bahwa pengelolaan limbah cair fasilitas pelayanan kesehatan perlu dilakukan melalui tahapan pengolahan yang dapat menurunkan parameter fisik, kimia, dan biologis hingga memenuhi baku mutu. Meskipun demikian, efektivitas pada masing-masing parameter tidak cukup untuk memastikan mekanisme proses tertentu tanpa data operasional IPAL yang lebih terperinci.

Efektivitas penurunan total coliform yang tergolong baik menunjukkan adanya pengurangan kontaminasi mikrobiologis setelah pengolahan, meskipun kualitas desinfeksi tetap perlu dipantau. Sebaliknya, efektivitas minyak dan lemak yang dikategorikan buruk perlu ditafsirkan secara hati-hati karena konsentrasi inlet dan outlet sama-sama tercatat <0,86 mg/L. Nilai tersebut tidak menunjukkan perubahan terukur, tetapi juga tidak cukup untuk memastikan bahwa unit pemisahan lemak tidak berfungsi. Evaluasi dapat dilakukan terhadap kondisi dan pemeliharaan grease trap, debit limbah, serta karakteristik limbah dari instalasi gizi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa IPAL RS St. Carolus mampu menurunkan sebagian besar parameter pencemar, terutama BOD, COD, dan amonia. Namun, pemantauan rutin terhadap TSS, minyak dan lemak, serta total coliform tetap diperlukan untuk memastikan kestabilan kualitas efluen. Evaluasi operasional dan pemeliharaan unit pengolahan juga perlu dilakukan secara berkala agar kinerja IPAL tetap optimal dan kualitas limbah cair yang dilepas ke lingkungan memenuhi ketentuan yang berlaku.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai konsentrasi parameter air limbah sebelum dan sesudah pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit St. Carolus Jakarta Pusat, karakteristik limbah cair inlet menunjukkan adanya beban pencemar organik dan mikrobiologis, terutama pada parameter BOD, COD, amonia, dan total coliform. Setelah melalui proses pengolahan, seluruh parameter yang diuji, yaitu BOD, COD, TSS, pH, amonia, minyak dan lemak, serta total coliform, dilaporkan berada di bawah atau dalam batas baku mutu yang ditetapkan. Efektivitas penyisihan tergolong sangat baik pada BOD (88,07%), COD (87,94%), dan amonia (99,88%); baik pada total coliform (79,79%); serta cukup pada TSS (55,79%). Sementara itu, efektivitas penyisihan minyak dan lemak tercatat

sebesar 0%, yang menunjukkan tidak adanya perubahan konsentrasi terukur setelah pengolahan. Pengelola IPAL Rumah Sakit St. Carolus disarankan melakukan evaluasi waktu tinggal hidrolik dan pengendalian laju aliran pada unit sedimentasi, melaksanakan pengurasan lumpur secara berkala dan terjadwal, serta melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan grease trap untuk memastikan kapasitasnya sesuai dengan debit aktual limbah. Selain itu, perawatan seluruh unit IPAL dan pemantauan kualitas air limbah secara rutin perlu ditingkatkan untuk menjaga kestabilan kinerja pengolahan dan memastikan kualitas efluen tetap memenuhi baku mutu yang berlaku.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rumah Sakit St. Carolus Jakarta Pusat atas izin dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian, serta kepada Laboratorium Intisurya Tangerang atas bantuan dalam pemeriksaan dan pengujian sampel air limbah. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan dan kontribusi sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Azwari, F., Hadidjah, K., Benedicta, C. E., & Wahyuni, R. (2023). Analisis Parameter Ph, BOD, TSS, Minyak Dan Lemak Serta Total Coliform Pada Limbah Cair Rumah Sakit Gerbang Sehat Long Bagun Mahakam Ulu. 5(1), 45–51.

Baeti, M. K. (2022). Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Umum. 10, 281–289. Https://Doi.Org/10.14710/Jkm.V10i3.32736

Fikri, E. (2019). Pengelolaan Limbah Medis Padat Fasyankes Ramah Lingkungan.

Indonesia, K. K. R. (2023a). Pedoman Gizi Seimbang Dan Pola Hidup Bersih Dan Sehat (PHBS). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Indonesia, K. K. R. (2023b). Profil Kesehatan Indonesia 2023.

Indonesia, K. L. H. Dan K. R. (2019). Peraturan Menteri LHK No. P.16/2019 Tentang Baku Mutu Air Limbah. In Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia: Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

KLHK. (2025). Emisi Dari Sektor Limbah. In Signsmart.

Kristiantoro, B. A. (2021). Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pada Palang Merah Indonesia (PMI) Kabupaten Kediri. 22.

Manoppo, V. N., Riogilang, H., & Riogilang, H. (2023). Evaluasi Limbah Cair Dan Limbah Padat Di Rumah Sakit Advent Kota Manado. Tekno, 21(84), 539–550.

Mulyati, M., & Narhadi, J. S. (2016). Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit RK Charitas Palembang. Jurnal Ilmu Lingkungan, 12(2), 66–71. Https://Doi.Org/10.14710/Jil.12.2.66-71

Mustari, Yonariza, & Khairati, R. (2020). Analisis Faktor Produksi Kelapa Sawit . In Jurnal Ilmiah MEA (Vol. 4, Issue 3, P. 1542).

Rawis, L., Mangangka, I. R., & Legrans, R. R. (2022). Analisis Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Di Rumah Sakit Bhayangkara Tingkat III Manado. Tekno, 20, 233–243.

Sarto, S. (2018). Evaluasi Penggunaan Biofilter Anaerob-Aerob Untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Rumah Sakit. 34(5), 199–204.

Sattuang, H., Mustari, K., & Syahrul, M. (2020). Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Studi Kasus Batikite Resort Jeneponto. Jurnal Ecosolum, 9(1), 56–68. Https://Doi.Org/10.20956/Ecosolum.V9i1.10247

Waang, D. G. (N.D.). Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Dan Penilaian Masyarakat Terhadap Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Umum W. Z. Yohanes Kupang. 92–99.

Yustika, D. (2023). Penentuan Nilai COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Fasilitas Pelayanan Kesehatan Rumah Sakit Putri Bidadari Langkat. 2(2), 2014–2016.