

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN BOD (*BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND*) PADA LIMBAH CAIR DENGAN METODE RBC (*ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR*) DI KLINIK PRATAMA POLTEKKES KEMENKES PONTIANAK

Rindu Puza Annisa Zaskia¹, Asmadi¹✉, Hajimi¹

¹) Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Pontianak

E-mail: asmadi.griyahasada@gmail.com

ABSTRACT

Primary clinics generate domestic wastewater during routine operations. This wastewater contains organic matter and various pollutants that may contaminate the environment if it is not properly managed. A preliminary test showed that the Biochemical Oxygen Demand (BOD) of wastewater from the Primary Clinic of Poltekkes Kemenkes Pontianak was 125 mg/L, exceeding the Indonesian effluent standard in Minister of Environment and Forestry Regulation No. P.68/2016 (30 mg/L), indicating the need for treatment. This study aimed to evaluate the effectiveness of a Rotating Biological Contactor (RBC) in reducing BOD through different treatment times. A quasi-experimental design was applied with four contact-time variations: 24, 48, 72, and 96 hours. The mean initial BOD was 513 mg/L and decreased to 371 mg/L (27.73%) at 24 h, 245 mg/L (52.39%) at 48 h, 115 mg/L (77.75%) at 72 h, and 49 mg/L (96.62%) at 96 h. The greatest reduction occurred at 96 h with an effectiveness of 90.62%. Statistical testing yielded $p=0.000$ (<0.05), confirming a significant difference before and after treatment. Therefore, RBC was effective in lowering BOD, although the final effluent quality did not fully comply with the applicable standard.

Keywords : BOD, Primary Clinic, RBC, Wastewater

ABSTRAK

Klinik Pratama merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang dalam operasionalnya menghasilkan limbah cair domestik. Limbah ini mengandung bahan organik dan berbagai zat pencemar yang berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Uji pendahuluan menunjukkan BOD limbah cair Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak 125 mg/L, melebihi baku mutu Permen LHK RI P.68/2016 (30 mg/L), sehingga diperlukan upaya pengolahan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas Rotating Biological Contactor (RBC) dalam menurunkan BOD melalui variasi waktu pengolahan. Rancangan yang digunakan adalah eksperimen semu (quasi experiment) dengan waktu 24, 48, 72, dan 96 jam. Rata-rata BOD awal 513 mg/L, kemudian menurun menjadi 371 mg/L (27,73%) pada 24 jam, 245 mg/L (52,39%) pada 48 jam, 115 mg/L (77,75%) pada 72 jam, dan 49 mg/L (96,62%) pada 96 jam. Penurunan tertinggi terjadi pada 96 jam dengan efektivitas 90,62%. Uji statistik menghasilkan $p=0,000$ ($<0,05$), menunjukkan perbedaan bermakna sebelum dan sesudah pengolahan. Dengan demikian, RBC efektif menurunkan BOD, namun kualitas akhir masih belum sepenuhnya memenuhi baku mutu.

Kata kunci : BOD, Klinik Pratama, Limbah Cair, RBC

Pendahuluan

Masalah pencemaran lingkungan masih menjadi tantangan besar di Indonesia, terutama pencemaran air. Seiring meningkatnya aktivitas manusia, pencemaran air juga ikut meluas, yang pada akhirnya mengganggu keseimbangan ekosistem perairan. Kondisi ini tidak hanya mengurangi ketersediaan air bersih, tetapi juga berdampak buruk bagi makhluk hidup yang bergantung pada air. Salah satu penyebab utamanya adalah pembuangan limbah cair langsung ke badan air tanpa pengolahan yang

memadai (Huda *et al.*, 2021). Limbah cair ini umumnya mengandung bahan organik, senyawa kimia, serta mikroorganisme patogen yang berisiko mencemari lingkungan (Martini *et al.*, 2020). Negara-negara berkembang, termasuk Indonesia, diketahui menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar. Menurut Edokpayi dalam Huda *et al.* (2021), setiap orang rata-rata menghasilkan antara 30 hingga 70 mm³ limbah cair per tahun. Dari total limbah tersebut, sebagian besar berasal dari aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, dan

memasak (Astuti & Rosemalia, 2022). Volume limbah domestik yang dihasilkan pun cukup tinggi, berkisar 202–204 liter per orang setiap harinya (Budiman & Pangesti, 2020). Data Direktorat Pengendalian Pencemaran Air tahun 2023, menunjukkan bahwa limbah domestik menjadi penyumbang pencemar utama di banyak sungai di Indonesia.

Salah satu bentuk limbah domestik yang perlu mendapat perhatian khusus adalah limbah cair dari klinik. Meskipun tidak sebesar rumah sakit, aktivitas di klinik tetap menghasilkan limbah cair dari berbagai kegiatan pelayanan kesehatan, seperti pencucian alat, penggunaan cairan kimia, dan aktivitas medis lainnya (Aryanti & Septian, 2020). Sebagai fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama, Klinik Pratama menjalankan layanan dasar seperti pemeriksaan umum dan perawatan gigi, dan tetap menghasilkan limbah yang mengandung bahan pencemar (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2014). Salah satu indikator pencemaran yang umum digunakan adalah *Biological Oxygen Demand* (BOD), yang menunjukkan jumlah bahan organik dalam air.

Kadar BOD yang tinggi pada limbah cair dapat menurunkan kadar oksigen terlarut di air, sehingga mengganggu kehidupan organisme air (Afwa *et al.*, 2021). Limbah cair dari klinik bahkan sering kali mengandung bahan kimia seperti desinfektan serta mikroorganisme patogen, yang memperburuk potensi pencemaran.

Hasil pengamatan awal terhadap limbah cair dari Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak menunjukkan kadar BOD sebesar 125 mg/L. Angka ini jauh melebihi ambang batas yang ditetapkan, yaitu 30 mg/L sesuai dengan Permen LHK RI Nomor P.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Limbah yang dihasilkan pun terlihat keruh dan berbau, mengindikasikan tingginya kandungan bahan organik. Oleh karena itu, pengolahan limbah menjadi hal yang sangat penting sebelum air limbah dibuang ke lingkungan.

Salah satu metode yang berpotensi digunakan dalam pengolahan limbah ini adalah *Rotating Biological Contactor* (RBC). Teknologi RBC merupakan metode biologis yang menggunakan cakram yang berputar sebagian terendam dalam air limbah. Permukaan cakram menjadi tempat menempel dan tumbuhnya mikroorganisme yang berperan dalam menguraikan bahan organik di dalam air (Fauziah, 2023). Teknologi ini dinilai cocok untuk skala kecil karena sederhana, hemat energi, efisien, dan minim buih (Rustam, 2022).

Berbagai studi sebelumnya menunjukkan bahwa RBC cukup efektif menurunkan kadar BOD. Misalnya, penelitian oleh (Rahma, 2017) mencatat penurunan BOD hingga 75,24% pada hari ketiga, dan Utomo (2017) melaporkan efektivitas mencapai 75,92% dalam waktu kontak 24 jam. Rustam (2022) juga mencatat bahwa sistem RBC dapat menurunkan BOD hingga 81,5% pada limbah rumah potong hewan dalam waktu 4 x 24 jam. Meski begitu, hasil tersebut belum sepenuhnya memenuhi baku mutu karena dipengaruhi oleh faktor adaptasi mikroorganisme serta karakteristik limbah.

Meskipun Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak telah memiliki instalasi pengolahan limbah (IPAL) dengan sistem biologis dan filter multimedia, penelitian ini dilakukan untuk menguji apakah teknologi RBC bisa menjadi alternatif tambahan atau bahkan pengganti dalam mengolah limbah cair di klinik tersebut. Sistem RBC dalam penelitian ini dirancang dengan menggunakan media cakram berbahan *foam board*, yang dinilai memiliki potensi mendukung proses pengolahan limbah secara biologis. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas metode *Rotating Biological Contactor* (RBC) dalam menurunkan kadar BOD pada limbah cair klinik, serta melihat pengaruh variasi waktu kontak terhadap hasil pengolahan.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain *quasi eksperiment* (eksperimen semu) dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas pengolahan limbah cair klinik menggunakan metode *Rotating Biological Contactor* (RBC). Penelitian dilaksanakan di Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak yang berlokasi di Kecamatan Pontianak Utara, Kalimantan Barat, kemudian sampel akan diperiksa di laboratorium. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung dari bulan Januari hingga Juli 2025.

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair yang berasal dari Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak. Berdasarkan perhitungan rumus *Federer* dengan 4 perlakuan didapatkan pengulangannya 6 kali dengan masing-masing 1 kontrol di setiap pengulangan. Maka sampel yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 30 sampel.

Data primer didapatkan dengan melakukan observasi dan uji kandungan BOD pada limbah cair Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes

Pontianak Data sekunder diperoleh dari hasil studi sebelumnya seperti artikel ilmiah, jurnal penelitian, serta berbagai literatur buku lain yang dijadikan sebagai referensi pendukung.

Penelitian ini menggunakan teknik analisis uji sebelum dan sesudah (*Paired Sample T-test*) untuk mengetahui perbedaan sebelum dan

sesudah menggunakan RBC dan uji beda (*One Way Anova*) untuk mengetahui efektivitas variasi waktu dalam pengolahan menggunakan RBC, sehingga didapatkan waktu yang efektif dari metode RBC dalam mengolah kadar BOD pada limbah cair klinik.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 Efektivitas Penurunan Kadar BOD pada limbah cair klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak Sebelum dan Sesudah pengolahan dengan metode *Rotating Biological Contactor* (RBC) Tahun 2025

Replikasi	Kadar BOD (mg/L)									
	Sebelum	Kontrol	Waktu 24 jam		Waktu 48 jam		Waktu 72 jam		Waktu 96 jam	
			24 jam	%	48 jam	%	72 jam	%	96 jam	%
1	487	480	350	28,13	226	53,59	103	78,85	40	91,79
2	458	450	325	29,03	199	56,55	80	82,53	20	95,63
3	535	530	394	26,36	268	49,91	135	74,77	68	87,29
4	528	520	386	26,89	258	51,14	122	76,89	54	89,77
5	516	510	365	29,26	240	53,49	106	79,46	40	92,25
6	554	546	406	26,71	279	49,64	144	74,01	72	87,01
Rata-Rata	513	506	371	27,73	245	52,39	115	77,75	49	90,62

Sumber: Data primer, 2025

Berdasarkan tabel 1 diketahui rata-rata kadar BOD sebelum dilakukan pengolahan dengan metode RBC sebesar 513 mg/L, dan rata-rata kadar BOD sesudah pengolahan dengan metode RBC waktu 24 jam sebesar 371 mg/L, waktu 48 jam sebesar 245 mg/L, waktu 72 jam sebesar 115 mg/L, dan waktu yang paling efektif yaitu 96 jam sebesar 49 mg/L. Menurut Permen LHK Nomor P.68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik, bahwa batas maksimum kadar BOD pada limbah cair domestik sebesar 30 mg/L.

Hal ini menunjukkan bahwa sesudah pengolahan BOD dengan metode RBC belum mencapai batas kadar yang sesuai dengan Permen LHK Nomor P.68 Tahun 2016, walaupun penurunan paling efektif sudah mencapai 90,62%. Tingginya kadar BOD pada limbah cair klinik sebelum dilakukan pengolahan disebabkan oleh beberapa faktor seperti kandungan bahan organik yang cukup tinggi yang dipengaruhi oleh tingginya aktivitas pelayanan di klinik (mencuci tangan, mencuci peralatan non-medis, serta aktivitas pelayanan kesehatan lainnya yang menghasilkan limbah cair organik) yang menyebabkan semakin banyak kebutuhan oksigen untuk proses penguraian secara biologis, sehingga kadar BOD meningkat (Kurniajati *et al.*, 2023). Padatnya aktivitas pelayanan di klinik juga dapat meningkatkan beban organik, dan pengambilan sampel yang dilakukan langsung dari pipa keluaran awal juga mempengaruhi

tingginya nilai BOD awal karena limbah cair masih berada dalam kondisi pekat dan belum mengalami pengolahan awal seperti pengendapan atau penyaringan kasar, sehingga kandungan bahan organiknya masih tinggi. Kondisi cuaca pada saat pengambilan sampel cenderung panas yang dapat berkontribusi terhadap tingginya kadar BOD. Secara umum dapat mempercepat dekomposisi senyawa organik yang terkandung dalam air limbah dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme (Daroini & Arisandi, 2020).

Penurunan kadar BOD yang terjadi sesudah dilakukan pengolahan menunjukkan bahwa metode RBC mampu mengurangi kandungan bahan organik dalam limbah cair secara bertahap melalui proses biodegradasi. Dalam pengolahan limbah cair, biodegradasi terjadi ketika mikroorganisme mengoksidasi senyawa organik (Paramita *et al.*, 2018). Proses ini terjadi karena mikroba berkembang dan menempel di media cakram RBC yang bisa menguraikan bahan pencemar dalam limbah cair. Durasi kontak yang lebih panjang antara mikroorganisme dan limbah cair memungkinkan berlangsungnya proses penguraian senyawa organik secara lebih efisien (Ali & Samanhudi, 2023).

Pada penelitian ini, sistem RBC dirancang menggunakan cakram dari bahan PVC *foam board*. Bahan ini memberikan struktur yang ringan, mudah diputar, dan tetap mampu mendukung proses biodegradasi bahan organik

dalam limbah cair. Namun karena permukaannya relatif licin, dilakukan pengamplasan untuk menciptakan tekstur kasar guna meningkatkan daya lekat mikroorganisme.

Dalam meningkatkan efektivitas metode RBC sehingga memenuhi baku mutu, beberapa perbaikan dapat dilakukan, seperti penggunaan media bertekstur seperti fiber glass untuk meningkatkan daya lekat mikroorganisme. Selain itu, diameter cakram dapat diperbesar, misal menjadi 20 cm, agar luas permukaan kontak bertambah sehingga mendukung pertumbuhan lebih banyak mikroorganisme.

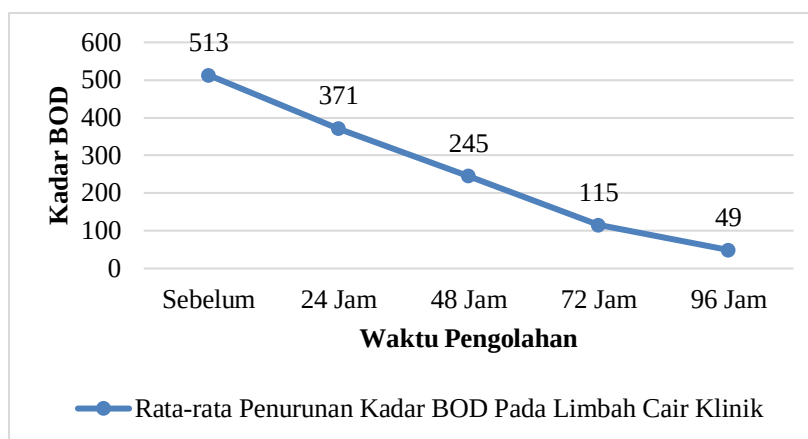
Secara fisik, limbah cair klinik sesudah dilakukan pengolahan menggunakan metode RBC juga menunjukkan perubahan cukup jelas. Durasi interaksi yang lebih lama antara limbah cair dan mikroorganisme pada media cakram menyebabkan bau limbah menjadi tidak terlalu menyengat dibandingkan sebelum diolah. Selain itu, kekeruhan secara fisik tampak lebih jernih. Perubahan fisik ini menunjukkan bahwa proses biodegradasi tidak hanya berpengaruh terhadap parameter kimia seperti kadar BOD, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap kualitas fisik limbah cair, meskipun tetap diperlukan analisis laboratorium untuk memastikan hasil tersebut.

Hasil pengolahan sejalan dengan penelitian Handriani *et al.*, (2025), yang menerapkan kombinasi teknologi biofilm *Trickling Filter* dan RBC, kadar BOD awal limbah cair rumah potong ayam sebesar 1.583 mg/L ke 205 mg/L hanya dalam durasi 6 jam. Meskipun terdapat perbedaan pada jenis limbah dan waktu pengolahan yang digunakan, hasil tersebut melihat nilai RBC baik digunakan secara tunggal maupun dalam kombinasi, mampu menurunkan kadar BOD secara bertahap. Namun demikian, hasil penelitian ini dan penelitian Handriani *et al.*, sama-sama menunjukkan bahwa nilai akhir BOD masih berada di atas ambang batas baku mutu yang berlaku, sehingga diperlukan upaya optimasi lebih lanjut terhadap pengolahan dengan metode RBC.

Dalam meningkatkan hasil pengolahan agar kadar BOD memenuhi baku mutu yang ditetapkan, dibutuhkan solusi lanjutan yang dapat diterapkan secara sederhana dan efektif. Upaya yang dapat dilakukan adalah menambahkan tahap pengolahan lanjutan misalnya filtrasi setelah pengolahan RBC.

Tahapan ini bertujuan untuk menghilangkan partikel, sisa bahan organik yang tidak terurai sempurna selama proses biologis dengan cara penyaringan menggunakan media filtrasi (Azistia *et al.*, 2024). Penambahan filtrasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengolahan dan membantu mencapai standar kualitas limbah sesuai permen LHK RI Nomor P.68 Tahun 2016.

Meskipun belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan, hasil ini memberikan gambaran bahwa metode RBC tetap layak dijadikan sebagai alternatif pengolahan limbah cair, khususnya pada fasilitas pelayanan kesehatan. Sistem ini memiliki keunggulan seperti biaya operasi dan perawatan rendah, kemudahan operasi, sederhana, hemat energi dan penyediaan kualitas limbah yang memadai (Waqas *et al.*, 2021). Oleh karena itu fasyankes dapat mempertimbangkan metode RBC sebagai solusi awal atau pelengkap dari sistem pengolahan limbah cair. Selain itu, penelitian ini juga dapat dimanfaatkan sebagai referensi edukatif dalam upaya peningkatan pengetahuan dan kesadaran tenaga kesehatan tentang pentingnya pengelolaan limbah cair yang ramah lingkungan.



Gambar 1 Grafik penurunan kadar BOD pada limbah cair Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak dengan metode RBC Tahun 2025

Berdasarkan grafik pada gambar 1 menunjukkan tren penurunan kadar BOD secara bertahap. Penurunan BOD yang masih rendah pada waktu 24 jam, disebabkan mikroorganisme yang belum tumbuh optimal, karena masih berada dalam fase adaptasi. Dalam penelitian ini, mikroorganisme dibiarkan tumbuh secara alami tanpa penambahan aktivator biologis (*seeding*) yang berfungsi mempercepat tumbuhnya mikroorganisme, sehingga proses pembentukan biofilm berlangsung lebih lambat. Pada waktu kontak 48 hingga 96 jam, turunnya senyawa organik dikarenakan peningkatan mikroba yang tumbuh. Mikroorganisme tumbuh dan menempel pada cakram sebagai tempat hidup, serta memanfaatkan bahan organik sebagai sumber nutrisi.

Penurunan kadar BOD menandakan bahwa kandungan organik yang terkandung dalam limbah cair klinik sebagian besar merupakan bahan organik yang bersifat dapat terdegradasi secara biologis (*biodegradable*). Semakin lama waktu tinggal, maka proses pengolahan limbah menjadi lebih efektif. Karena bahan organik memiliki waktu lebih panjang untuk bersentuhan dengan mikroorganisme pada permukaan biofilm, sehingga mikroorganisme dapat lebih maksimal memanfaatkan bahan organik sebagai metabolisme dan membantu mengurangi kandungan organik dalam limbah cair (Sari *et al.*, 2019). Penurunan nilai BOD turut mengindikasikan adanya aktivitas biologis dari mikroorganisme secara alami, seperti bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) yang berperan dalam proses fermentasi terhadap zat organik yang terdapat dalam limbah cair, menghasilkan asam laktat yang membantu mempercepat proses degradasi

senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana (Halim *et al.*, 2023). Sehingga membantu menurunkan kadar BOD secara lebih cepat meskipun tanpa penambahan bioaktivator biologis.

Temuan ini sejalan dengan studi terdahulu, dilaksanakan oleh Rustam (2022) menunjukkan bahwa penurunan BOD paling tinggi terjadi pada waktu pengolahan selama 4 x 24 jam (96 jam), yang dimana kadar BOD dari 600 mg/L menjadi 110,8 mg/L pada limbah cair rumah potong ayam (RPH). Meskipun terdapat perbedaan jenis limbah, pola peningkatan efektivitas seiring bertambahnya durasi waktu menunjukkan konsistensi bahwa waktu kontak merupakan faktor penting dalam menentukan keberhasilan pengolahan BOD menggunakan metode RBC.

Efektivitas metode RBC ini tidak lepas dari prinsip kerjanya yang menggunakan media cakram berputar yang sebagian terendam di dalam limbah cair dan sebagian tidak. Mikroorganisme menempel pada permukaan cakram, dan saat cakram berputar, mikroorganisme mendapatkan suplai oksigen dari udara serta nutrisi dari limbah (Septiandinata, 2018). Selain dari itu, putaran cakram merupakan bentuk dari mekanisme guna mempertahankan keadaan tersuspensi. Proses ini memungkinkan terjadinya penguraian bahan organik secara aerobik yang efisien. Seiring bertambahnya waktu kontak, semakin banyak bahan organik yang berhasil diurai, yang dibuktikan dengan penurunan kadar BOD pada setiap perlakuan waktu.

Lama waktu kontak juga berperan penting dengan terbentuknya biofilm secara optimal. Biofilm adalah lapisan yang terbentuk karena mikroorganisme tumbuh dan menempel pada

permukaan media. Semakin tebal dan stabil biofilm yang terbentuk, maka semakin besar jumlah mikroba penghuni yang aktif dalam proses degradasi bahan organik. Dengan kata lain, terbentuknya biofilm menandakan adanya populasi mikroba yang cukup untuk melakukan penguraian zat organik dalam limbah secara efektif (Sumiyati *et al.*, 2023). Namun demikian, biofilm juga memiliki keterbatasan dalam fase pertumbuhannya. Apabila waktu tinggal terlalu lama melebihi fase optimal, biofilm dapat memasuki fase intoleran atau penurunan aktivitas biologis. Pada fase ini, struktur biofilm bisa mengalami peluruhan atau keruntuhan (Rustam, 2022).

Oleh karena itu, meskipun waktu 96 jam terbukti efektif dalam penelitian ini, perlu diperhatikan bahwa ada batas waktu dimana efektivitas biofilm bisa menurun, maka dari itu, harus ada evaluasi untuk waktu kontak. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan aktivator biologis (seeding) untuk menumbuhkan mikroorganisme pada permukaan cakram sebelum pengolahan dimulai. Penambahan ini bertujuan untuk mempercepat fase adaptasi mikroorganisme dan mempercepat terbentuknya biofilm secara merata (Rustam, 2022).

Berdasarkan hasil uji *Paired Samples T-Test*, diperoleh nilai signifikansi sebesar $p = 0,000 \leq 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kadar BOD sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan dengan metode RBC. Dengan demikian, hipotesis alternatif (H_a) dapat diterima, yang berarti ada perubahan signifikan antara kondisi sebelum dan sesudah pengolahan limbah cair dari Klinik Pratama Poltekkes Kemenkes Pontianak menggunakan sistem RBC.

Berdasarkan hasil uji statistik menggunakan uji *One Way Anova*, diperoleh nilai signifikansi $p = 0,000 \leq 0,005$ yang mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan antara variasi waktu pengolahan (24, 48, 72, dan 96 jam) terhadap penurunan kadar BOD dalam limbah cair setelah diolah dengan metode RBC. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu kontak berpengaruh terhadap efektivitas penurunan konsentrasi BOD.

Berdasarkan hasil uji *Post Hoc*, waktu 96 jam dapat disimpulkan sebagai waktu yang paling efektif, karena nilai mean difference terbesar tercatat pada waktu 96 jam dengan pasangan variasi waktu lainnya. Seluruh perbedaan tersebut menunjukkan signifikansi tinggi ($p = 0,000$), yang memperkuat bahwa

waktu 96 jam memberikan hasil penurunan kadar BOD paling efektif dibandingkan variasi waktu lainnya maupun kontrol.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengolahan limbah cair klinik menggunakan metode *Rotating Biological Contactor* (RBC) mampu menurunkan beban pencemar organik yang ditunjukkan melalui perubahan kualitas limbah sebelum dan sesudah proses pengolahan. Hasil analisis juga memperlihatkan bahwa lama waktu pengolahan berpengaruh terhadap tingkat penurunan, sehingga variasi waktu menghasilkan kualitas effluent yang berbeda. Secara umum, semakin panjang waktu kontak, proses biodegradasi oleh mikroorganisme pada media cakram berlangsung lebih optimal, sehingga penurunan parameter organik menjadi lebih baik.

Selain menunjukkan efektivitas RBC sebagai alternatif pengolahan biologis, temuan ini menegaskan bahwa penerapan RBC pada fasilitas pelayanan kesehatan dapat menjadi opsi pengolahan yang relatif sederhana dan layak, khususnya untuk membantu menurunkan kandungan organik pada limbah cair domestik klinik. Namun demikian, hasil akhir pengolahan masih memerlukan optimalisasi agar pencapaian kualitas *effluent* dapat lebih konsisten memenuhi baku mutu yang berlaku. Oleh karena itu, disarankan adanya pengembangan pada sistem, seperti peningkatan karakteristik media lekat mikroorganisme, pengaturan kondisi operasi, serta penambahan tahap pengolahan lanjutan (misalnya filtrasi) sebagai upaya peningkatan kinerja pengolahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afwa, R. S., Rudolf Muskananfolo, M. R., & Rahman, A. (2021). Analysis of the load and status of organic matter pollution in Beringin River Semarang. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 10(3), 169–178.
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Ali, M., & Samanhudi, D. (2023). Penurunan kadar limbah COD dan TSS pada limbah kedelai. *Jurnal Teknik Industri*, 26(1), 40–52.
<http://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php/industri/index>
- Aryanti, D., & Septian, B. D. (2020). Kajian lingkungan pengembangan fasilitas

- kesehatan (studi kasus klinik Nirwana di Palabuhanratu, Kabupaten Sukabumi). *Jurnal Komposit*, 4(1), 35–42.
- Astuti, D., & Rosemalia, I. (2022). Review: penurunan BOD (biological oxygen demand) limbah cair domestik dengan fitoremediasi. *Jurnal Unitek*, 15(1), 59–72.
<https://doi.org/10.52072/unitek.v15i1.299>
- Azistia, A. P., Andira, D., Dewi, F. K., Rizhkiawan, R. R., Satria, R. Y., Nurfadilah, S., Angreani, T., Wiyatin, Tungadewi, A. T., & Dirapraja, M. A. (2024). Efektivitas metode filtrasi pada pengolahan limbah tambak udang di sekolah vokasi IPB university. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 3(03), 347–353.
- Budiman, A. T., & Pangesti, F. S. P. (2020). *Perancangan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Penauan Kelurahan Kubangsari Cilegon*. 3(2), 49–63.
- Daroini, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (biological oxygen demand) di perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(4), 558–566.
- Direktorat Pengendalian Pencemaran Air. (2023). *Laporan Kinerja Tahun 2023 Direktorat Pengendalian Pencemaran Air*.
- Halim, M. A., Hendrarianti, E., & Setyobudiarso, H. (2023). Pengaruh waktu terhadap penurunan BOD, COD, dan TSS limbah rumah makan menggunakan biofilter anaerob. *Jurnal Enviro*, 2(2), 1–9.
<https://ejournal.itn.ac.id/index.php/ENVIRO/article/view/7795>
- Handriani, Faisal, M., & Rosnelly, C. M. (2025). Wastewater processing of chicken slaughterhouses using combination of trickling filter and rotating biological contactor. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 14(1), 249.
<https://doi.org/10.23960/jtep-l.v14i1.249-261>
- Huda, S., Mardhiyyah, A., Oktavia, I., Umami, R., & Amalia, F. (2021). Strategi penurunan pencemaran perairan akibat limbah pabrik dengan pembuatan resirkulasi air sistem biofilter anaerob-aerob di desa Burai, Sumatera Selatan. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 345.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2014 Tentang Klinik*. 1–18.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
<https://p3ekalimantan.menlhk.go.id/2016/09/30/permen-lhk-nomor-p-68-menlhk-setjen-kum-1-8-2016/>
- Kurniajati, S., Yusiana, M. A., & Utami, I. L. (2023). Literatur review: analisis kualitas air limbah rumah sakit menggunakan indikator baku mutu bod, cod, tss. *Jurnal Penelitian Keperawatan*, 9(2), 243–251.
<https://doi.org/10.32660/jpk.v9i2.697>
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan teknologi pengolahan limbah cair industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26–33.
<https://doi.org/10.32502/jd.v5i2.3030>
- Paramita, P., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. D. (2018). Biodegtadasi limbah organik pasar menggunakan mikroorganisme alami tangki septik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 1(1), 23–26.
http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/780
- Rahma, S. D. (2017). *Tingkat penurunan kadar BOD menggunakan RBC (rotating biological contactor) dengan metode waktu paruh pada limbah cair industri tempe*. Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun.
- Rustam, A. Y. (2022). *Uji penggunaan prototipe Rotating Biological Contactor (RBC) terhadap penurunan limbah cair rumah pemotongan ayam pasar al-mahiran lamdingin* (Vol. 9). Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Sari, K. L., AS, Z. A., & Hardiono. (2019). Penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah tahu menggunakan efective microorganism-4 (EM4) secara aerob. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(1)(1408), 274–282.
- Septiandinata, J. (2018). *Analisis Penurunan Konsentrasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Rotating Biological Contactor*.
- Sumiyati, S., Sutrisno, E., & Wicaksono, F. (2023). Pengolahan air limbah domestik dengan teknologi hybrid bioreaktor biofilm-fitromediasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 403–407.
<https://doi.org/10.14710/jil.21.2.403-407>

- Utomo, J. P. (2017). *Penurunan kadar BOD pada limbah cair tahu menggunakan rotating biological contactor (RBC) di kelurahan Banjarejo kota madiun*. Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun.
- Waqas, S., Bilad, M. R., & Man, Z. B. (2021). Performance and energy consumption evaluation of rotating biological contactor for domestic wastewater treatment. *Indonesian Journal of Science & Technology*, 6(1), 101–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/ijost.v6i1.31524>