

Interpretasi Parameter Mikrobiologi pada Evaluasi Snapshot Limbah Klinik melalui Indikator Coliform dan Aktivitas Biologis Berbasis BOD

Widya Arum Prastanti^{1*}, Rieza Mahendra Kusuma²

¹Teknologi Industri Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jatinangor-Sumedang

²Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia, Minyak dan Gas Bumi, Cepu-Blora.

INFORMASI NASKAH

Diterima : 4 Februari 2026

Direvisi : -

Disetujui : 12 Maret 2026

Terbit : 31 Maret 2026

Email korespondensi:

widyaarumprastanti@gmail.com

Laman daring:

<https://doi.org/10.37525/sp/2026-1/1806>

ABSTRAK

Air limbah fasilitas pelayanan kesehatan berpotensi mengandung mikroorganisme dan bahan organik yang dapat berdampak terhadap lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik, sehingga evaluasi kualitas air limbah menjadi aspek penting dalam pengelolaan lingkungan. Evaluasi kualitas air limbah sering dilakukan melalui pendekatan snapshot dengan menggunakan parameter mikrobiologi sebagai indikator utama, meskipun setiap parameter kualitas air merepresentasikan aspek biologis yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan peran parameter mikrobiologi dalam evaluasi snapshot air limbah klinik melalui perbandingan antara indikator total coliform dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) sebagai representasi aktivitas biologis secara umum. Penelitian dilakukan dengan pendekatan deskriptif-analitis menggunakan metode observasional pada air limbah Klinik Pratama instansi XYZ, dengan pengambilan sampel sesaat (grab sampling) pada titik keluaran limbah. Parameter yang dianalisis meliputi total coliform dan BOD₅, yang diuji sesuai dengan prosedur baku laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total coliform tidak terdeteksi pada seluruh sampel selama masa inkubasi, sementara nilai BOD₅ masih terukur dengan rata-rata sebesar 9,9825 mg/L. Perbedaan hasil antara indikator coliform dan BOD mengindikasikan bahwa tidak terdeteksinya bakteri indikator mikrobiologi tidak serta-merta mencerminkan ketiadaan aktivitas biologis dalam air limbah. Penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan parameter mikrobiologi tunggal dalam evaluasi snapshot berpotensi menghasilkan interpretasi yang parsial, sehingga diperlukan pendekatan multi-parameter untuk memperoleh gambaran kondisi biologis air limbah klinik yang lebih komprehensif dan kontekstual.

Kata kunci: aktivitas biologis, air limbah klinik, BOD, snapshot, total coliform



PENDAHULUAN

Air limbah fasilitas pelayanan kesehatan merupakan buangan cair yang dihasilkan dari aktivitas medis dan nonmedis, termasuk pelayanan pasien, kegiatan laboratorium, tindakan medis, serta aktivitas domestik di lingkungan klinik. Limbah cair ini berpotensi mengandung mikroorganisme patogen, sisa darah dan cairan tubuh, residu bahan kimia medis, obat-obatan, hingga senyawa berbahaya lainnya, sehingga memiliki potensi pencemaran lingkungan yang lebih tinggi dibandingkan air limbah domestik. Paparan limbah cair medis yang tidak dikelola dengan baik dilaporkan dapat meningkatkan risiko penularan penyakit infeksius serta menimbulkan dampak toksik dan genotoksik terhadap kesehatan manusia dan lingkungan perairan, sebagaimana disoroti oleh World Health Organization (WHO) terkait pengelolaan limbah medis yang tidak memadai (Yustina, 2021). Dalam konteks tersebut, evaluasi kualitas air limbah klinik menjadi bagian penting dari pengelolaan lingkungan untuk menggambarkan karakteristik limbah yang dihasilkan dan memastikan potensi dampaknya tetap berada dalam batas yang dapat diterima (Hidayat *et al.*, 2023).

Evaluasi kualitas air limbah umumnya dilakukan melalui pengukuran parameter fisik, kimia, dan biologis untuk menggambarkan kondisi limbah sebelum dibuang ke lingkungan (Erinza & Mustakim, 2025). Sejalan dengan potensi risikonya, pengelolaan air limbah fasilitas pelayanan kesehatan di Indonesia diatur melalui regulasi, salah satunya Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Rumah Sakit yang menetapkan batasan parameter fisika seperti suhu dan pH, parameter kimia seperti BOD, COD, TSS, amonia, dan fosfat, serta parameter biologi berupa keberadaan mikroorganisme indikator, termasuk total coliform, yang harus dipenuhi sebelum air limbah dilepaskan ke badan air penerima (Asriva *et al.*, 2024). Dalam praktik lapangan, evaluasi kualitas air limbah sering dilakukan melalui pengambilan sampel sesaat atau snapshot, yaitu pengukuran yang dilakukan pada satu waktu tertentu dengan beberapa ulangan, sehingga hasil yang diperoleh merepresentasikan kondisi limbah hanya pada saat pengambilan sampel tersebut. Pada banyak kasus, snapshot sering diinterpretasikan berdasarkan satu parameter tertentu, meskipun setiap parameter merepresentasikan aspek kualitas air yang berbeda (Fuad *et al.*, 2019).

Parameter mikrobiologi umum digunakan sebagai indikator kondisi biologis air limbah, khususnya untuk menggambarkan tingkat pencemaran mikroba dan kondisi sanitasi lingkungan. Parameter yang paling sering digunakan adalah total coliform dan fecal coliform. Keberadaan total coliform mencerminkan kemungkinan masuknya bahan organik dan mikroorganisme dari berbagai sumber, sehingga kerap digunakan sebagai indikator awal pencemaran biologis dalam evaluasi kualitas air limbah (Divya & Solomon, 2016). Selain parameter mikrobiologi, evaluasi kualitas air limbah juga melibatkan parameter biologis lain seperti *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), yang mengukur kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik dan merepresentasikan aktivitas biologis secara umum (Santoso, 2019). Nilai BOD yang meningkat mengindikasikan beban bahan organik yang lebih tinggi dan berpotensi menyebabkan penurunan oksigen terlarut di perairan (Manulangga & Leko, 2024).

Saputri dan Efendy (2020) menyatakan bahwa kondisi fisika perairan yang baik tidak selalu berbanding lurus dengan kondisi biologis pada perairan yang sama. Perbedaan karakteristik antarparameter biologis menjadi aspek penting dalam proses interpretasi hasil pengukuran. Temuan mereka menunjukkan bahwa rendahnya kepadatan atau tidak terdeteksinya bakteri coliform tidak selalu mencerminkan kondisi biologis lingkungan yang sebenarnya, sebab masih dimungkinkan adanya aktivitas mikroorganisme lain yang berkontribusi terhadap beban biologis perairan. Oleh karena itu, penggunaan lebih dari satu indikator biologis diperlukan untuk memperoleh gambaran kualitas lingkungan yang lebih komprehensif, karena ketergantungan pada satu parameter mikrobiologi berpotensi menyederhanakan kondisi biologis air limbah dan mengarah pada interpretasi kualitas biologis lingkungan yang bersifat parsial.



Pendekatan evaluasi kualitas air limbah berbasis snapshot yang banyak mengandalkan parameter mikrobiologi menimbulkan pertanyaan mengenai kecukupan indikator tunggal dalam merepresentasikan kondisi biologis limbah secara menyeluruh. Interpretasi hasil snapshot tidak selalu linear ketika indikator bakteriologis spesifik digunakan untuk menilai proses biologis yang bersifat umum. Dalam konteks tersebut, muncul kebutuhan untuk menelaah bagaimana hasil parameter mikrobiologi, khususnya coliform, dimaknai ketika dibandingkan dengan parameter lain yang merepresentasikan aktivitas mikroba secara keseluruhan, seperti BOD.

Sejalan dengan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan peran parameter mikrobiologi dalam evaluasi snapshot air limbah klinik melalui perbandingan antara indikator coliform dan BOD sebagai representasi aktivitas biologis. Kajian ini diharapkan memberikan kontribusi akademik dalam memperkaya pemahaman mengenai interpretasi kualitas air limbah berbasis snapshot serta mendukung pendekatan evaluasi yang mempertimbangkan keterkaitan antarparameter. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam evaluasi kualitas air limbah klinik serta memberikan dasar kehati-hatian dalam penggunaan indikator mikrobiologi tunggal. Lingkup penelitian ini dibatasi pada evaluasi snapshot air limbah di Klinik Pratama instansi XYZ dengan fokus utama pada parameter coliform dan BOD, tanpa membahas dinamika temporal jangka panjang maupun pengujian patogen spesifik.

METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif-analitis dengan pendekatan observasional, yang bertujuan untuk menginterpretasikan hasil evaluasi kualitas air limbah fasilitas pelayanan kesehatan berdasarkan parameter biologis yang digunakan. Evaluasi kualitas limbah cair dilakukan melalui pengambilan sampel sesaat (snapshot). Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menggambarkan dinamika temporal jangka panjang, melainkan untuk mengkaji makna hasil pengukuran snapshot melalui perbandingan antarparameter kualitas air yang merepresentasikan aspek biologis yang berbeda.

B. Lokasi, Objek dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di fasilitas pelayanan kesehatan skala klinik, yaitu Klinik Pratama instansi XYZ. Objek penelitian berupa air limbah klinik yang diambil pada titik keluaran (outlet) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebelum dilepaskan ke lingkungan. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 14 Januari 2026 pukul 09.30 WIB. Skema titik pengambilan sampel disajikan untuk memperjelas posisi outlet IPAL sebagai titik akhir pengolahan sebelum limbah dialirkan ke saluran pembuangan.



Gambar 1. Skema Titik Pengambilan Sampel Air Limbah

C. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air limbah dilakukan menggunakan metode grab sampling, yaitu pengambilan sampel satu kali pada lokasi penelitian. Metode ini dipilih karena sesuai dengan pendekatan evaluasi snapshot. Sampel air limbah dikumpulkan menggunakan wadah steril dan selanjutnya dianalisis di laboratorium sesuai dengan prosedur yang berlaku.

D. Parameter yang Dianalisis

Parameter kualitas air limbah yang dianalisis dalam penelitian ini difokuskan pada aspek biologis, meliputi parameter mikrobiologi berupa total coliform sebagai indikator pencemaran mikrobiologi, serta *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) sebagai representasi aktivitas biologis secara umum melalui kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik.

E. Prosedur Analisis Laboratorium

Analisis parameter total coliform dan BOD dilakukan di laboratorium dengan mengacu pada prosedur baku pengujian kualitas air limbah yang berlaku. Metode analisis total coliform dilakukan sesuai standar metode mikrobiologi yang digunakan di laboratorium, sedangkan analisis BOD dilakukan berdasarkan metode SNI 6989.72:2009. Seluruh proses analisis dilakukan mengikuti prinsip pengendalian mutu laboratorium untuk menjamin keandalan dan konsistensi hasil pengukuran.

F. Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran total coliform dan BOD dianalisis secara deskriptif. Nilai masing-masing parameter dibandingkan dengan baku mutu air limbah yang berlaku sesuai regulasi daerah terkait. Selain itu, dilakukan analisis perbandingan antarparameter untuk menginterpretasikan keterkaitan antara indikator mikrobiologi (total coliform) dan aktivitas biologis umum yang direpresentasikan oleh BOD. Analisis ini tidak dimaksudkan untuk menguji hubungan sebab-akibat, melainkan untuk mengkaji kecukupan dan kesesuaian interpretasi parameter mikrobiologi dalam merepresentasikan kondisi biologis air limbah berdasarkan pendekatan snapshot.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Hasil pengujian total coliform menunjukkan bahwa tidak terdapat pertumbuhan koloni bakteri pada media uji simпло maupun duplo hingga akhir masa inkubasi 24 jam sesuai dengan metode yang digunakan. Media Compact Dry EC tampak bersih tanpa munculnya koloni dengan karakteristik indikator coliform. Dokumentasi visual hasil pengujian total coliform disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil uji total coliform sampel air limbah Klinik Pratama

Selain parameter mikrobiologi, aktivitas biologis air limbah juga dievaluasi melalui pengukuran *Biochemical Oxygen Demand* (BOD). Hasil pengujian BOD menunjukkan adanya penurunan kadar oksigen terlarut antara kondisi awal (DO_0) dan setelah inkubasi lima hari (DO_5) pada kedua ulangan pengujian. Rincian nilai BOD disajikan pada Tabel 1.



Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai BOD Air Limbah Klinik Pratama

Parameter	Air Limbah Klinik Pratama		Rata-Rata
	Simplo	Duplo	
BOD	6,037 mg/L	13,928 mg/L	9,9825 mg/L

Nilai BOD yang diperoleh pada ulangan simplo dan duplo masing-masing sebesar 6,037 mg/L dan 13,928 mg/L, dengan nilai rata-rata BOD sebesar 9,9825 mg/L. Rentang nilai BOD antara ulangan simplo dan duplo sebesar 7,891 mg/L, yang menunjukkan adanya perbedaan hasil pengukuran antarulangan yang cukup besar.

B. Pembahasan

1. Interpretasi Hasil Pengujian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter biologis yang dianalisis, yaitu total coliform dan *Biochemical Oxygen Demand* lima hari (BOD_5), berada pada nilai yang masih sesuai dengan baku mutu air limbah fasilitas pelayanan kesehatan sebagaimana ditetapkan dalam Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Rumah Sakit. Berdasarkan regulasi tersebut, batas maksimum kandungan kuman golongan coli ditetapkan sebesar 5.000 MPN/100 mL, sedangkan ambang batas BOD_5 ditetapkan sebesar 30 mg/L (Asriva *et al.*, 2024).

Pada pengujian total coliform, tidak terdeteksinya pertumbuhan koloni bakteri pada media uji hingga akhir masa inkubasi 24 jam menunjukkan bahwa konsentrasi bakteri indikator fecal pada air limbah Klinik Pratama berada di bawah batas deteksi metode yang digunakan dan secara implisit berada jauh di bawah ambang batas baku mutu yang ditetapkan. Hasil ini secara umum mencerminkan kondisi sanitasi limbah yang terkendali berdasarkan indikator mikrobiologi spesifik yang diatur dalam regulasi lingkungan (Asriva *et al.*, 2024).

Selain parameter mikrobiologi, hasil pengujian BOD_5 menunjukkan nilai sebesar 6,037 mg/L pada ulangan simplo dan 13,928 mg/L pada ulangan duplo, dengan nilai rata-rata sebesar 9,9825 mg/L. Seluruh nilai tersebut berada di bawah ambang batas BOD_5 yang ditetapkan dalam baku mutu, yaitu 30 mg/L (Perda Provinsi Jawa Tengah, 2012). Nilai BOD_5 yang masih terukur ini menunjukkan adanya konsumsi oksigen oleh aktivitas biologis dalam air limbah, meskipun konsentrasi indikator mikrobiologi berupa total coliform tidak terdeteksi.

Perbedaan nilai BOD_5 antara ulangan simplo dan duplo menunjukkan adanya variabilitas hasil yang dapat terjadi pada pengujian berbasis metode titrimetri. Pada penelitian ini, nilai BOD_5 pada ulangan menunjukkan rentang deviasi sebesar 7,891 mg/L. Rentang deviasi yang relatif lebar tersebut mengindikasikan bahwa tingkat presisi pengukuran antarulangan masih terbatas, sehingga secara teknis dapat dikategorikan sebagai data dengan akurasi yang perlu dicermati. Namun demikian, nilai rata-rata BOD_5 yang diperoleh, yaitu 9,9825 mg/L, tetap berada jauh di bawah ambang batas baku mutu BOD_5 untuk air limbah klinik sebesar 30 mg/L sebagaimana ditetapkan dalam Perda Provinsi Jawa Tengah No. 5 tahun 2012, sehingga secara regulasi masih menunjukkan kondisi limbah yang memenuhi standar. Variabilitas hasil ini dapat berkaitan dengan karakteristik metode analisis BOD_5 yang melibatkan tahapan fiksasi oksigen terlarut menggunakan reagen mangan sulfat dan alkali iodida dalam kondisi basa, diikuti dengan penambahan asam sulfat untuk membebaskan iodin sebelum tahap titrasi. Tahapan tersebut diketahui sensitif terhadap perbedaan kecil dalam proporsi reagen maupun kondisi keasaman larutan. Selain itu, pada tahap titrasi iodometri menggunakan larutan natrium tiosulfat dengan indikator pati, sensitivitas indikator terhadap keberadaan iodin dapat menyebabkan perbedaan kecil pada tahap awal analisis teramplifikasi menjadi selisih nilai hasil pengukuran (Saputra & Alam, 2025). Oleh karena itu, meskipun deviasi antarulangan menunjukkan

keterbatasan presisi, hasil ini tidak serta-merta mencerminkan ketidaksesuaian kondisi biologis limbah, melainkan lebih menggambarkan sensitivitas metode analisis yang digunakan.

Secara umum, kesesuaian nilai total coliform dan BOD₅ terhadap baku mutu menunjukkan bahwa air limbah Klinik Pratama memenuhi persyaratan regulasi dari aspek biologis. Namun, perbedaan karakteristik hasil antara kedua parameter tersebut menegaskan bahwa masing-masing indikator merepresentasikan aspek kualitas air yang berbeda, sehingga interpretasi hasil evaluasi snapshot perlu mempertimbangkan fungsi dan keterbatasan setiap parameter biologis yang digunakan.

2. Ketidaksesuaian Indikator Coliform dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Secara konseptual, total coliform merupakan kelompok bakteri indikator yang mencakup mikroorganisme yang secara alami dapat ditemukan di lingkungan, seperti tanah dan perairan, serta pada saluran pencernaan manusia dan hewan. Keberadaan total coliform dalam air sering digunakan sebagai indikator awal pencemaran limbah domestik atau aktivitas manusia karena mencerminkan adanya bahan organik yang dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Fecal coliform merupakan subkelompok dari total coliform yang berasal secara spesifik dari saluran pencernaan manusia dan hewan berdarah panas, dengan *Escherichia coli* sebagai indikator utama, sehingga keberadaannya lebih spesifik mengindikasikan adanya kontaminasi fecal yang berpotensi membawa mikroorganisme patogen (Divya & Solomon, 2016).

Pada fasilitas pelayanan kesehatan skala klinik, seperti klinik Pratama dengan layanan poli umum, poli gigi, laboratorium, kebidanan, dan fisioterapi, aktivitas operasional sehari-hari sangat bergantung pada penerapan prosedur sanitasi dan desinfeksi untuk menjaga kondisi lingkungan tetap higienis dan mencegah penyebaran patogen. Proses pembersihan ruangan, peralatan medis non-kritis, serta area tindakan secara rutin melibatkan penggunaan desinfektan kimia, terutama pada permukaan yang berpotensi terkontaminasi. Salah satu desinfektan yang umum digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan adalah senyawa berbasis klorin, seperti natrium hipoklorit, yang dalam larutan mampu melepaskan klorin aktif. Klorin aktif ini bekerja dengan cara mengoksidasi komponen penting sel mikroorganisme, merusak membran sel, serta mendenaturasi protein dan enzim esensial, sehingga efektif membunuh berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, jamur, dan parasit. Residu desinfektan tersebut berpotensi terbawa bersama aliran air buangan menuju sistem pengolahan air limbah klinik dan menciptakan kondisi lingkungan yang kurang mendukung viabilitas bakteri indikator, khususnya kelompok coliform (Putrayana *et al.*, 2021). Akibatnya, pertumbuhan coliform dapat tertekan atau tidak terdeteksi pada pengujian mikrobiologi, meskipun masih terdapat aktivitas biologis lain yang tercermin dari parameter non-spesifik seperti BOD. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan desinfektan dalam kegiatan sanitasi klinik dapat berkontribusi terhadap hasil negatif pada parameter coliform dan memperkuat keterbatasan penggunaan coliform sebagai satu-satunya indikator kualitas biologis air limbah klinik.

Meskipun parameter mikrobiologi berupa total coliform tidak terdeteksi, hasil pengujian BOD₅ pada penelitian ini menunjukkan nilai rata-rata sebesar 9,9825 mg/L, yang menandakan masih adanya konsumsi oksigen oleh aktivitas biologis dalam air limbah. Secara teoritis, nilai BOD merepresentasikan kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme aerobik dalam proses penguraian bahan organik. Keberadaan bahan organik dalam air limbah klinik, meskipun tidak selalu berasal dari sumber fecal, tetap dapat mendukung aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme non-coliform yang berperan dalam proses biodegradasi. Aktivitas mikroorganisme tersebut menyebabkan penurunan oksigen terlarut selama periode inkubasi dan tercermin pada nilai BOD yang masih terukur (Abdullahi *et al.*, 2021).

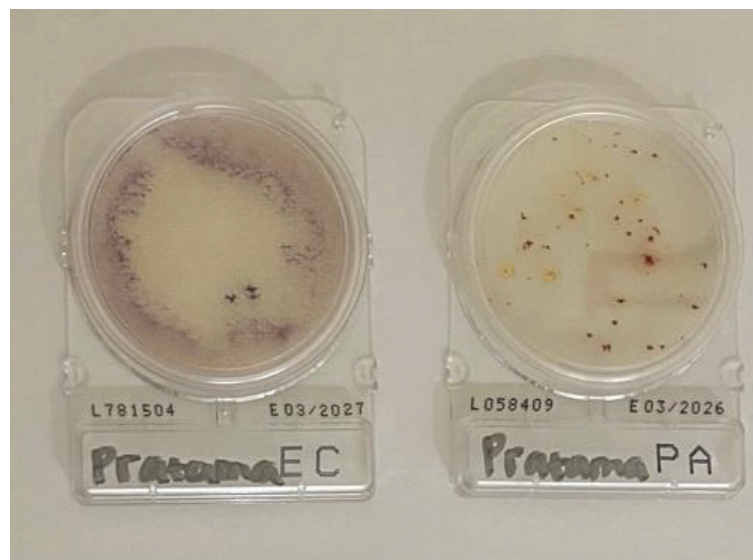
Perbedaan hasil antara indikator mikrobiologi berbasis coliform dan parameter BOD pada penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdeteksinya coliform tidak serta-merta mencerminkan ketiadaan aktivitas biologis dalam air limbah. Parameter coliform hanya merepresentasikan



keberadaan kelompok bakteri tertentu, sedangkan BOD menggambarkan respons komunitas mikroorganisme secara lebih umum terhadap beban bahan organik. Oleh karena itu, mengandalkan satu parameter mikrobiologi berbasis coliform dalam evaluasi snapshot kualitas air limbah berpotensi menghasilkan kesimpulan yang parsial bahwa limbah telah bersih secara biologis, padahal masih terdapat beban organik dan aktivitas mikroba non-coliform di dalamnya.

3. Indikasi Keberadaan Mikroorganisme Non-Coliform

Selain hasil resmi pengujian total coliform yang menunjukkan tidak adanya pertumbuhan koloni selama masa inkubasi sesuai metode, terdapat observasi tambahan berupa pertumbuhan mikroorganisme pada media Compact Dry EC setelah penyimpanan pada suhu ruang di luar kondisi uji. Pertumbuhan tersebut muncul dengan variasi warna koloni yang berbeda antara ulangan simplo dan duplo. Observasi ini tidak digunakan sebagai dasar penentuan hasil uji total coliform, namun memberikan indikasi tambahan mengenai kemungkinan keberadaan mikroorganisme lain dalam air limbah.



Gambar 3. Pertumbuhan koloni mikroorganisme pada media

Media Compact Dry EC dirancang untuk mendeteksi bakteri coliform dan *Escherichia coli* berdasarkan aktivitas enzim spesifik, dengan interpretasi warna koloni sebagai indikator utama. Koloni berwarna merah atau merah muda menunjukkan bakteri golongan coliform, sedangkan koloni berwarna biru atau biru keunguan menunjukkan keberadaan *Escherichia coli*. Jumlah total coliform ditentukan dari akumulasi koloni merah atau merah muda dan biru, sementara fecal coliform (*E. coli*) ditentukan dari koloni biru atau biru keunguan.

Pada penelitian ini, koloni yang muncul pada media Compact Dry EC menunjukkan variasi warna berupa ungu pada ulangan simplo serta merah kekuningan dan koloni bening pada ulangan duplo. Namun demikian, koloni tersebut tidak muncul dalam waktu inkubasi standar (24 jam) dan tumbuh setelah beberapa hari pada kondisi suhu ruang, bukan pada suhu inkubasi yang

direkomendasikan (35 ± 2 °C). Kondisi ini menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni terjadi di luar kondisi uji yang ditetapkan, sehingga hasil tersebut tidak dapat diinterpretasikan sebagai koloni coliform maupun *E. coli* sesuai standar metode. Oleh karena itu, variasi warna koloni yang teramati hanya dapat diposisikan sebagai indikasi keberadaan mikroorganisme non-coliform atau mikroorganisme dengan karakteristik metabolik berbeda, tanpa dapat digunakan untuk penetapan jenis bakteri tertentu, kecuali dilakukan identifikasi lanjutan.

Secara mikrobiologis, bakteri non-coliform merupakan kelompok bakteri yang tidak mampu memfermentasi laktosa dan tidak termasuk dalam indikator bakteri coliform. Kelompok ini antara lain mencakup *Salmonella* spp., *Proteus* spp., dan *Shigella* spp., yang secara fisiologis berbeda dari bakteri coliform (Sabaaturohma *et al.*, 2020). Sebaliknya, bakteri golongan coliform termasuk dalam famili Enterobacteriaceae yang mampu memfermentasi laktosa, dengan genus yang umum meliputi *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Enterobacter* spp., dan *Citrobacter* spp. Beberapa bakteri coliform non-fecal seperti *Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp., dan *Klebsiella* spp. juga dapat ditemukan secara alami di lingkungan seperti tanah, vegetasi, atau perairan permukaan, sehingga keberadaannya tidak selalu berkaitan dengan kontaminasi fecal (Sabaaturohma *et al.*, 2020).

4. Implikasi Evaluasi Snapshot dan Arah Penelitian Lanjutan

Pendekatan evaluasi kualitas air limbah berbasis snapshot merupakan metode yang umum digunakan karena bersifat praktis dan efisien, terutama untuk menggambarkan kondisi limbah pada satu waktu tertentu. Namun, pendekatan ini memiliki keterbatasan karena hasil yang diperoleh sangat bergantung pada waktu pengambilan sampel dan parameter yang digunakan dalam interpretasi. Oleh karena itu, hasil evaluasi snapshot perlu dimaknai secara hati-hati, terutama ketika digunakan sebagai dasar penilaian kondisi biologis air limbah (Fuad *et al.*, 2019).

Implikasi dari temuan ini menunjukkan pentingnya penggunaan pendekatan multi-parameter dalam evaluasi kualitas air limbah klinik, khususnya pada pengukuran berbasis snapshot. Kombinasi antara indikator mikrobiologi spesifik dan parameter yang merepresentasikan aktivitas biologis secara umum dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi limbah. Dengan demikian, interpretasi hasil tidak hanya berfokus pada keberadaan bakteri indikator tertentu, tetapi juga mempertimbangkan proses biologis yang terjadi secara lebih luas.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan evaluasi kualitas air limbah dengan menambahkan parameter biologis atau mikrobiologi lain, melakukan pengujian berulang pada waktu yang berbeda, atau mengidentifikasi mikroorganisme non-coliform yang berperan dalam aktivitas biologis limbah. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memperkaya pemahaman mengenai dinamika biologis air limbah klinik serta meningkatkan ketepatan interpretasi hasil evaluasi berbasis snapshot.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi snapshot air limbah Klinik Pratama instansi XYZ, parameter total coliform tidak menunjukkan adanya pertumbuhan bakteri indikator selama masa inkubasi, sementara nilai BOD₅ masih terukur dengan rata-rata sebesar 9,9825 mg/L. Kondisi ini menunjukkan bahwa tidak terdeteksinya coliform tidak serta-merta mencerminkan ketiadaan aktivitas biologis dalam air limbah, mengingat proses biodegradasi bahan organik dapat melibatkan mikroorganisme selain bakteri indikator coliform. Temuan ini menegaskan bahwa dalam evaluasi kualitas air limbah berbasis snapshot, penggunaan indikator mikrobiologi tunggal berpotensi memberikan gambaran parsial terhadap kondisi biologis limbah, sehingga diperlukan pendekatan evaluasi yang mengombinasikan parameter mikrobiologi spesifik dan parameter yang merepresentasikan aktivitas biologis secara umum agar interpretasi kualitas air limbah klinik menjadi lebih komprehensif dan kontekstual, serta membuka peluang bagi penelitian lanjutan



melalui penambahan parameter biologis lain, pengulangan pengambilan sampel pada waktu berbeda, atau identifikasi mikroorganisme non-coliform untuk memperkaya pemahaman mengenai dinamika biologis air limbah fasilitas pelayanan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, A. B., Siregar, A. R., & Pakiding, W. (2021). The analysis of BOD (biological oxygen demand) and COD (chemical oxygen demand) contents in the water around laying chicken farms. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788(1), 012155. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012155>
- Asriva, H., Agustina, L., & Kusuma, R. M. (2024). Analisis kualitas buangan limbah cair domestik (klinik) PPSDM Migas Cepu. *Jurnal EnviScience (Environment Science)*, 8(2), 92–105. <https://doi.org/10.30736/jev.v8i2.755>
- Divya, A. H., & Solomon, P. A. (2016). Effects of some water quality parameters, especially total coliform and fecal coliform, in surface water of Chalakudy River. *Procedia Technology*, 24, 631–638. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.151>
- Erinza, A. S., & Mustakim, A. (2025). Evaluasi kelayakan air sumur di kawasan Candi Muaro Jambi berdasarkan parameter lingkungan dan kesehatan. *Polygon: Jurnal Ilmu Komputer dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(5), 36–49. <https://doi.org/10.62383/polygon.v3i5.750>
- Fuad, M. A. Z., Sartimbul, A., Iranawati, F., Sambah, A. B., Yona, D., Hidayati, N., & Rahman, M. A. (2019). Metode penelitian kelautan dan perikanan: Prinsip dasar penelitian, pengambilan sampel, analisis, dan interpretasi data. Universitas Brawijaya Press.
- Hidayat, M. R., Suparni, S., & Komalaningsih, S. (2023). Efektivitas instalasi pengolahan air limbah di fasilitas pelayanan kesehatan. *Jurnal Sehat Masada*, 17(2), 31–38. <https://ejournal.stikesdhh.ac.id/index.php/Jsm/article/download/431/336>
- Manulangga, O. G. L., & Leko, L. L. (2024). Simulasi dan analisis kuantitatif status mutu air menggunakan metode pollution index pada DAS Dendeng dan Liliba. *Leibniz: Jurnal Matematika*, 4(1), 86–96. <https://doi.org/10.59632/leibniz.v3i1.606>
- Putrayana, K. D. A. M., Permatasari, A. A. A. P., Rosiana, I. W., & Widhiantara, I. G. (2021). Uji kualitas ruangan IGD secara bakteri di Rumah Sakit Bedah Dharma Usadha Sidhi dengan penggunaan desinfektan (natrium hipoklorit). *Jurnal Media Sains*, 5(1). <https://doi.org/10.36002/jms.v5i1.1490>
- Sabaaturohma, C. L., Gelgel, K. T. P., & Suada, I. K. (2020). Jumlah cemaran bakteri coliform dan non-coliform pada air di RPU di Denpasar melampaui baku mutu nasional. *Indonesia Medicus Veterinus*, 9(1), 139–147. <https://doi.org/10.19087/imv.2020.9.1.139>
- Saputra, R., & Alam, M. N. (2025). A review: Identifikasi mineral sulfida dengan perbandingan metode iodometri dan spektrofotometri. *Illea: Journal of Health Sciences, Public Health and Medicine*, 56–61. <https://etdci.org/journal/Illea/article/view/3313>
- Santoso, A. D. (2018). Keragaan nilai DO, BOD, dan COD di danau bekas tambang batu bara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 3–10.
- Saputri, E. T., & Efendy, M. (2020). Kepadatan bakteri coliform sebagai indikator pencemaran biologis di perairan pesisir Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(2), 243–249. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i2.7579>
- Yustina, E. W. (2021). Aspek hukum pengelolaan limbah medis pada fasilitas pelayanan kesehatan dan perlindungan terhadap kesehatan lingkungan. *Jurnal Paradigma Hukum dan Pembangunan*, 6(1), 98–115.



