

ANALISIS KUALITAS AIR LIMBAH RUMAH SAKIT BHAYANGKARA KUPANG BERDASARKAN PARAMETER KIMIA DAN MIKROBIOLOGI

Reinaldy Endhrico Mengge¹, Susana Maria Suratama², Amandus Jong Tallo^{3*}

^{1,2,3} Politeknik Negeri Kupang, Indonesia

*Corresponding author: mandustallo@gmail.com

Abstract: Hospitals are one of the main sources of wastewater that can potentially pollute the environment if not properly treated. The wastewater produced contains organic and inorganic substances, pathogenic microorganisms, and hazardous chemical compounds. This study aims to evaluate the effectiveness of the Wastewater Treatment Plant (IPAL) at Bhayangkara Hospital in Kupang based on chemical and microbiological parameters, including pH, temperature, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Total Dissolved Solids (TDS), oil and grease, and total coliform. A descriptive qualitative method was employed, using secondary data obtained from laboratory tests conducted by the Health Laboratory Unit (UPTD) of East Nusa Tenggara Province on November 30, 2022. The evaluation was carried out by comparing the test results with the quality standards established in the Regulation of the Minister of Environment No. 5 of 2014. All parameters were recorded below the threshold values: pH (7.255), temperature (28°C), BOD (38.7 mg/L), COD (76 mg/L), TSS (0.06 mg/L), TDS (363 mg/L), oil and grease (0.016 mg/L), and total coliform (438/100 mL). These results indicate that the IPAL at Bhayangkara Hospital Kupang is functioning effectively and that the treated wastewater meets applicable environmental quality standards.

Keywords: Chemical parameters, Hospital wastewater, Microbiological parameters

Abstrak: Rumah sakit merupakan salah satu sumber limbah cair yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan tepat. Air limbah yang dihasilkan mengandung bahan organik, anorganik, mikroorganisme patogen, serta senyawa kimia berbahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Sakit Bhayangkara Kupang berdasarkan parameter kimia dan mikrobiologi, yaitu pH, suhu, Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), Total Dissolved Solids (TDS), minyak dan lemak, serta total coliform. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan analisis data sekunder yang diperoleh dari hasil uji laboratorium UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Nusa Tenggara Timur pada tanggal 30 November 2022. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil uji laboratorium terhadap baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Seluruh parameter tercatat berada di bawah ambang batas: pH (7,255), suhu (28°C), BOD (38,7 mg/L), COD (76 mg/L), TSS (0,06 mg/L), TDS (363 mg/L), minyak dan lemak (0,016 mg/L), dan total coliform (438/100 mL). Hasil ini mengindikasikan bahwa IPAL Rumah Sakit Bhayangkara Kupang berfungsi secara efektif dan air limbah yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu lingkungan yang berlaku.

Kata kunci: Air limbah rumah sakit, Mikorbiologi, Parameter kimia

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan salah satu sarana pelayanan kesehatan yang penting dalam masyarakat. Lembaga ini memberdayakan berbagai personel terlatih dan terdidik untuk memberikan pelayanan medis yang profesional dan berkualitas. Tujuannya adalah untuk menghadapi dan menangani berbagai masalah medik guna mendukung pemulihan serta pemeliharaan kesehatan yang optimal (Kristanti & Ain, 2021).

Air limbah rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran yang berpotensi tinggi terhadap lingkungan. Limbah ini mengandung berbagai zat berbahaya seperti bahan kimia, mikroorganisme patogen, dan limbah farmasi yang dapat mencemari air, tanah, dan udara. Jika tidak dikelola dengan baik, air limbah rumah sakit dapat menimbulkan dampak serius bagi kesehatan manusia dan ekosistem sekitarnya (Fachruddin Azwari et al., 2023). Pengolahan air limbah rumah sakit dapat secara signifikan mengurangi penyebaran penyakit yang disebabkan oleh komponen berbahaya dari limbah biomedis, seperti darah, urin, bakteri, jamur, virus, dan jejak obat-obatan. Degradasi dan pembuangan air limbah rumah sakit yang tepat dianggap sebagai tindakan vital (Ethica et al., 2025). Limbah ini mengandung campuran bahan organik, anorganik, mikroorganisme patogen (bakteri, virus, parasit), sisa obat-obatan, logam berat, dan zat kimia berbahaya lainnya yang berasal dari berbagai aktivitas medis dan non-medis, seperti laboratorium, ruang operasi, ruang rawat inap, instalasi farmasi, hingga dapur rumah sakit. Jika air limbah ini dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai, maka dapat menyebabkan pencemaran air tanah dan permukaan, serta menimbulkan risiko penyebaran penyakit menular (Jannah & Noviady, 2024).

Rumah sakit di negara-negara maju menghasilkan 400–1200 L air limbah per tempat tidur per hari, sedangkan di negara-negara berkembang rumah sakit menghasilkan 200–400 L/kapita/hari dibandingkan dengan 100–400 L/kapita/hari dari air limbah domestik yang dihasilkan (Custodio et al., 2022). Limbah cair rumah sakit menjadi perhatian banyak negara karena komposisi dan konsentrasi unsur-unsurnya. Menurut penelitian, limbah cair rumah sakit mengandung berbagai macam obat-obatan dan patogen yang apabila tidak dikelola dengan baik dapat membahayakan kehidupan mikroorganisme, organisme, dan manusia (Sabai, 2023).

Rumah sakit diwajibkan rumah sakit diwajibkan membangun dan mengoperasikan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang mampu menurunkan kadar pencemar sesuai dengan standar baku mutu limbah cair rumah sakit untuk mengendalikan dampak tersebut. (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 7 Tahun 2019., 2019). IPAL berfungsi sebagai sistem terpadu untuk mengolah air limbah agar aman sebelum dibuang ke lingkungan (Dau, 2023). Proses pengolahan biasanya mencakup tahap fisik (penyaringan dan pengendapan), kimia (koagulasi-flokulasi, klorinasi), dan biologi (penguraian senyawa organik oleh mikroorganisme). Meskipun demikian, masih banyak IPAL rumah sakit yang belum berfungsi optimal, baik karena keterbatasan teknologi, kurangnya perawatan rutin, maupun rendahnya kepatuhan terhadap regulasi (Riandini et al., 2021).

Parameter pencemaran air buangan rumah sakit yang perlu diperhatikan adalah BOD, COD, TSS, dan fosfat, apabila parameter yang ditetapkan melebihi ambang batas dapat membahayakan dan mematikan bagi ekosistem perairan (Kusuma et al., 2025). Rumah Sakit Bhayangkara Kupang didirikan pada 3 Juli 1967, namun hingga saat ini belum banyak dilakukan evaluasi menyeluruh terhadap efektivitas pengolahan yang dilakukannya. Rumah Sakit Bhayangkara Kupang dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki sistem IPAL aktif dan representatif untuk dievaluasi. Selain itu, rumah sakit ini berkontribusi signifikan terhadap produksi limbah cair medis di Kota Kupang, namun sejauh ini belum ada kajian mendalam terkait efektivitas pengolahannya. Ketersediaan data laboratorium dan kemudahan kerja sama dengan pihak rumah sakit juga menjadi pertimbangan pendukung dalam pemilihan lokasi ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja IPAL Rumah Sakit Bhayangkara Kupang berdasarkan parameter kimia, dan mikrobiologi utama (Ph, BOD, COD, TSS, TDS, E-coli dan *Total Coliform*), serta membandingkannya dengan baku mutu yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air limbah berdasarkan parameter kimia dan mikrobiologi, serta menilai efektivitas sistem IPAL di Rumah Sakit Bhayangkara Kupang dengan membandingkannya terhadap standar baku mutu yang berlaku.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan memanfaatkan data sekunder dari hasil uji laboratorium. Sampel air limbah diambil dari titik keluaran (outlet) IPAL Rumah Sakit Bhayangkara Kupang pada tanggal 30 November 2022 dan

dianalisis di UPTD Laboratorium Kesehatan Provinsi Nusa Tenggara Timur, yang telah terakreditasi oleh KAN. Parameter yang diuji mencakup: suhu, pH, BOD, COD, TSS, TDS, minyak dan lemak, *serta total coliform*. Data laboratorium kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengujian terhadap baku mutu air limbah rumah sakit berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Meskipun tidak dilakukan analisis statistik kuantitatif, studi ini tetap valid untuk memberikan gambaran awal mengenai kinerja IPAL secara normatif terhadap ketentuan regulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

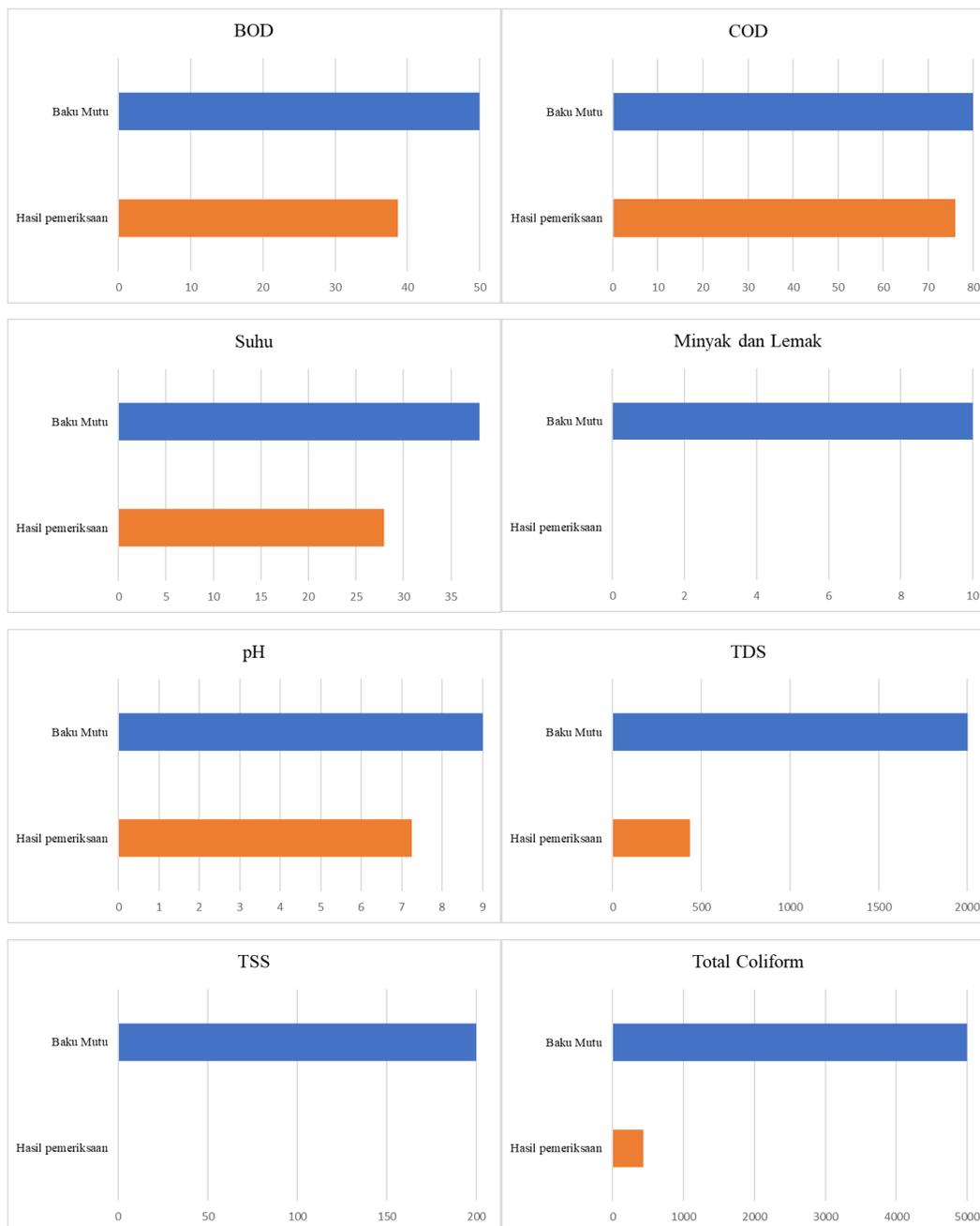
Hasil pemeriksaan terhadap parameter kualitas air limbah diperoleh dari sampel air limbah (outlet) Rumah Sakit Bhayangkara Kupang pada tanggal 30 November 2022. Pemeriksaan laboratorium dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan, yang berlokasi di Jl. Suprpto, Oebobo, Kupang. Data hasil pemeriksaan tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Laboratorium Rumah Sakit Bhayangkara Kupang Tahun 2025

No	Jenis pemeriksaan	Hasil pemeriksaan	Permen LH No. 05 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/ Atau Kegiatan Fasilitas Pelayanan Kesehatan
1	BOD	38,7 mg/L	BOD=50 mg/L
2	COD	76 mg/L	COD= 80 mg/L
3	Suhu	28°C	Suhu =38°C
4	Minyak dan Lemak	0,016 mg/L	Minyak dan lemak = 10 mg/L
5	PH	7,255	PH=6-9
6	TDS	363 mg/L	TDS=2.000 mg/L
7	TSS	0,06 mg/L	TSS= 200 mg/L
8	Total Coliform	438/100 mL	Total Coliform=5.000/100 mL

Sumber: Rumah Sakit Bhayangkara Kupang

Hasil pengujian laboratorium terhadap air limbah Rumah Sakit Bhayangkara Kupang menunjukkan bahwa semua parameter yang dianalisis berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Grafik berikut menggambarkan perbandingan nilai hasil pemeriksaan dengan baku mutu yang berlaku:



Gambar 1. Grafik Hasil Pemeriksaan Laboratorium Rumah Sakit Bhayangkara Kupang

Dari grafik tersebut, terlihat bahwa semua parameter berada jauh di bawah ambang batas, seperti TSS yang hanya 0,06 mg/L dari batas maksimum 200 mg/L, serta coliform yang hanya 438/100 mL dari maksimum 5.000/100 mL. Nilai-nilai ini menunjukkan efisiensi tinggi dari IPAL dalam menurunkan kandungan pencemar. Secara spesifik, nilai BOD (38,7

mg/L) dan COD (76 mg/L) menunjukkan bahwa kandungan bahan organik dalam air limbah tergolong rendah dan mendekati kualitas yang dapat diterima lingkungan. Dibandingkan dengan studi Riandini et al. (2021) yang mencatat bahwa banyak rumah sakit di Jawa Barat masih memiliki BOD di atas 60 mg/L, kinerja IPAL Rumah Sakit Bhayangkara Kupang tergolong lebih baik. Demikian pula dengan kandungan minyak dan lemak sebesar 0,016 mg/L yang jauh lebih rendah dibandingkan studi Ethica et al. (2025), yang mencatat beberapa rumah sakit memiliki kadar lebih dari 2 mg/L meskipun masih dalam ambang batas.

Salah satu temuan penting lainnya adalah suhu air limbah sebesar 28°C yang jauh dari batas maksimum 38°C, menunjukkan bahwa proses biologis dalam IPAL tidak terganggu oleh peningkatan suhu. Nilai pH yang netral (7,255) juga mencerminkan kestabilan sistem pengolahan dan tidak menyebabkan kondisi asam atau basa berlebih yang dapat membahayakan organisme perairan. Parameter mikrobiologis juga menunjukkan hasil yang sangat baik. Total coliform sebesar 438/100 mL menunjukkan keberhasilan proses desinfeksi, jauh lebih baik dibandingkan hasil studi Jannah & Noviady (2024) yang menemukan nilai coliform hingga 3.000/100 mL pada rumah sakit serupa yang pengolahan desinfectasinya tidak optimal. Hasil COD yang cukup mendekati ambang batas (76 mg/L dari 80 mg/L) menjadi indikasi perlunya pengawasan dan evaluasi berkelanjutan terhadap efektivitas sistem pengolahan, terutama pada saat beban limbah meningkat. Hal ini dapat menjadi dasar pertimbangan manajerial untuk peningkatan kapasitas atau pemeliharaan sistem secara rutin.

Secara keseluruhan, temuan ini tidak hanya menunjukkan efektivitas IPAL Rumah Sakit Bhayangkara Kupang, tetapi juga menegaskan pentingnya pemantauan berkala, kepatuhan terhadap regulasi, dan komitmen manajemen rumah sakit terhadap pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan. Berdasarkan Tabel 1. ada 8 parameter kualitas air limbah yang diuji yaitu

1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Hasil pengujian parameter *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) pada sampel air limbah di Rumah Sakit Bhayangkara Kupang menunjukkan nilai sebesar 38,7 mg/L. Nilai BOD yang sebesar 38,7 mg/L menandakan tingkat pencemaran organik masih dalam batas aman dan menunjukkan bahwa proses biologis dalam IPAL berjalan dengan baik. Konsentrasi BOD

yang terukur masih berada dalam kisaran yang diperbolehkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa parameter BOD dari air limbah tersebut memenuhi syarat kelayakan dan sesuai dengan standar yang berlaku.

2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Pengujian terhadap parameter *Chemical Oxygen Demand (COD)* pada air limbah yang dihasilkan oleh Rumah Sakit Bhayangkara Kupang menunjukkan hasil sebesar 76 mg/L. Angka ini masih berada dalam batas aman, mengingat standar baku mutu untuk fasilitas pelayanan kesehatan menetapkan nilai maksimum sebesar 80 mg/L sebagaimana tercantum dalam pembahasan. Air limbah rumah sakit dapat dikategorikan memenuhi kriteria mutu dari sisi beban pencemar organik secara kimia, namun demikian, karena nilainya cukup mendekati batas yang ditentukan, evaluasi dan peningkatan kinerja sistem pengolahan air limbah tetap perlu dipertimbangkan sebagai langkah preventif untuk menjaga mutu lingkungan.

3. Suhu

Hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan bahwa suhu air limbah yang dihasilkan oleh Rumah Sakit Bhayangkara Kupang adalah sebesar 28°C. Suhu merupakan parameter penting dalam pengelolaan air limbah karena dapat memengaruhi aktivitas biologis mikroorganisme dalam proses pengolahan serta berdampak pada kualitas air penerima. Berdasarkan baku mutu air limbah fasilitas pelayanan kesehatan yang tercantum dalam Permen LH No. 5 Tahun 2014, batas maksimum suhu air limbah yang diperbolehkan adalah 38°C. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres termal pada organisme akuatik dan menurunkan kadar oksigen terlarut di perairan. Air limbah dari rumah sakit ini berada dalam kisaran yang aman dengan nilai suhu air sebesar 28°C dan tidak menimbulkan risiko termal terhadap lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa suhu air limbah yang dibuang telah memenuhi standar yang berlaku dan tidak akan mengganggu keseimbangan ekosistem perairan di sekitarnya.

4. Minyak dan Lemak

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, kadar minyak dan lemak dalam air limbah Rumah Sakit Bhayangkara Kupang tercatat sebesar 0,016 mg/L. Minyak dan lemak merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas air limbah karena senyawa

ini dapat membentuk lapisan tipis di permukaan air, menghambat pertukaran oksigen, dan mengganggu kehidupan organisme akuatik. Selain itu, keberadaan minyak dan lemak dalam jumlah tinggi dapat menyebabkan penyumbatan saluran pembuangan serta mengurangi efisiensi proses pengolahan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, ambang batas maksimum untuk parameter ini adalah 10 mg/L. Hasil yang jauh di bawah batas tersebut, yaitu hanya 0,016 mg/L, dapat disimpulkan bahwa kandungan minyak dan lemak dalam air limbah Rumah Sakit Bhayangkara Kupang sangat rendah dan tidak memberikan dampak negatif terhadap sistem pengolahan maupun lingkungan penerima. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah rumah sakit telah dilakukan dengan baik, khususnya dalam mencegah pencemaran oleh senyawa lemak dan minyak.

5. pH

Menurut standar baku mutu air limbah untuk fasilitas pelayanan kesehatan, nilai pH air limbah harus berada dalam rentang 6 hingga 9. Rentang ini ditetapkan untuk memastikan bahwa air limbah yang dibuang tidak bersifat terlalu asam maupun terlalu basa, karena kedua kondisi tersebut dapat membahayakan ekosistem perairan dan merusak kualitas lingkungan. Apabila pH air limbah berada di luar kisaran tersebut, maka limbah tersebut dianggap tidak memenuhi persyaratan dan tidak layak untuk dibuang ke badan air atau lingkungan sekitarnya. Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan pada tanggal 30 November 2022, sebagaimana tercantum dalam Tabel 1., nilai pH air limbah yang dihasilkan oleh Rumah Sakit Bhayangkara Kupang tercatat sebesar 7,255. Nilai ini berada tepat di tengah rentang yang diizinkan, yang menunjukkan bahwa sifat keasaman atau kebasaan air limbah tersebut berada dalam kondisi netral, dengan demikian dapat disimpulkan bahwa air limbah dari Rumah Sakit Bhayangkara Kupang telah memenuhi persyaratan baku mutu pH dan layak untuk dialirkan ke lingkungan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

6. *Total Dissolved Solids* (TDS)

Hasil analisis laboratorium terhadap sampel air limbah yang diambil dari Rumah Sakit Bhayangkara Kupang menunjukkan bahwa kadar *Total Dissolved Solids* (TDS) mencapai 363 mg/L. TDS merupakan parameter penting dalam penilaian kualitas air limbah, karena mengindikasikan jumlah total zat padat terlarut, seperti garam anorganik, ion logam, serta

senyawa organik kecil yang tidak dapat disaring. Kadar TDS yang terlalu tinggi dapat memengaruhi kualitas air permukaan, memperburuk kondisi ekosistem perairan, serta mengganggu proses biologis dalam instalasi pengolahan air limbah. Berdasarkan ketentuan mengenai baku mutu air limbah untuk fasilitas pelayanan kesehatan, batas maksimum yang diizinkan untuk parameter TDS adalah sebesar 2.000 mg/L. Dengan hasil pengukuran sebesar 363 mg/L, nilai tersebut masih jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan, yakni hanya sekitar 18% dari nilai maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa air limbah dari Rumah Sakit Bhayangkara Kupang memiliki kandungan zat terlarut yang relatif rendah dan tidak berpotensi mencemari lingkungan dari aspek TDS, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa parameter TDS dalam air limbah rumah sakit ini telah memenuhi standar baku mutu yang berlaku dan berada dalam batas yang aman untuk dibuang ke lingkungan.

7. *Total suspended solid (TSS)*

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kadar *Total Suspended Solids (TSS)* dalam air limbah Rumah Sakit Bhayangkara Kupang tercatat sebesar 0,06 mg/L. TSS merupakan parameter yang menunjukkan jumlah partikel padat tersuspensi dalam air limbah, seperti lumpur halus, bahan organik, dan anorganik yang tidak larut. Nilai TSS yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kekeruhan air, mengganggu kehidupan akuatik, serta menurunkan efisiensi sistem pengolahan air limbah, terutama dalam proses sedimentasi dan filtrasi. Mengacu pada baku mutu air limbah untuk fasilitas pelayanan kesehatan, batas maksimum yang diperbolehkan untuk parameter TSS adalah 200 mg/L. Nilai yang sangat rendah, yaitu hanya 0,06 mg/L, air limbah dari Rumah Sakit Bhayangkara Kupang berada jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan padatan tersuspensi dalam air limbah sangat minimal dan tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan maupun proses pengolahan lanjutan.

8. *Total Coliform*

Hasil uji laboratorium terhadap kandungan coliform dalam air limbah Rumah Sakit Bhayangkara Kupang menunjukkan angka sebesar 438 per 100 mL. Coliform merupakan kelompok bakteri indikator yang digunakan untuk menilai potensi pencemaran mikrobiologis, terutama dari sumber tinja manusia atau hewan. Keberadaan *coliform* dalam air limbah harus dikendalikan karena dapat mencerminkan tingkat kebersihan dan efektivitas

proses desinfeksi. Berdasarkan standar baku mutu, batas maksimum coliform yang diperbolehkan dalam air limbah fasilitas pelayanan kesehatan adalah 5.000 per 100 mL. Jika jumlah coliform melebihi ambang tersebut, maka air limbah dianggap berisiko dan tidak layak untuk dibuang ke lingkungan. Hasil yang hanya sebesar 438 per 100 mL, air limbah dari rumah sakit ini masih berada dalam kisaran yang aman dan jauh di bawah nilai batas. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah yang diterapkan telah mampu menekan kandungan mikroorganisme patogen secara efektif, sehingga kualitas air limbah dari aspek mikrobiologis dapat dinyatakan memenuhi standar yang berlaku.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium terhadap berbagai parameter kualitas air limbah di Rumah Sakit Bhayangkara Kupang, dapat disimpulkan bahwa air limbah yang dihasilkan telah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan untuk fasilitas pelayanan kesehatan. Nilai BOD sebesar 38,7 mg/L, COD sebesar 76 mg/L, dan TSS sebesar 0,06 mg/L semuanya berada di bawah batas maksimum yang diperbolehkan, menunjukkan bahwa kandungan bahan organik dan padatan tersuspensi dalam limbah tergolong rendah dan tidak membahayakan lingkungan. Selain itu, nilai pH sebesar 7,255 berada dalam kisaran netral (6–9), yang menandakan bahwa sifat kimia air limbah stabil dan tidak bersifat korosif atau berbahaya. Kandungan *Total Dissolved Solids* (TDS) juga sangat rendah, yaitu 363 mg/L, jauh di bawah batas maksimum 2.000 mg/L, serta minyak dan lemak yang rendah sehingga tidak menimbulkan risiko terhadap sistem perairan penerima. Dari aspek mikrobiologis, jumlah coliform yang terdeteksi hanya sebesar 438 per 100 mL, yang jauh lebih rendah dari ambang batas 5.000 per 100 mL. Secara keseluruhan, seluruh parameter yang diuji menunjukkan bahwa sistem pengolahan air limbah di Rumah Sakit Bhayangkara Kupang telah berfungsi dengan baik dan efektif dalam menjaga kualitas limbah sebelum dibuang ke lingkungan, serta memenuhi seluruh persyaratan baku mutu yang berlaku.

Pembahasan

Limbah rumah sakit dapat didefinisikan semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair, dan gas yang mengandung mikroorganisme patogen, bersifat infeksius, bahan kimia berbahaya dan sedikit bersifat radioaktif. Limbah padat rumah sakit dibedakan menjadi limbah padat medis dan non medis. Limbah padat medis dibedakan menjadi limbah infeksius, limbah patologis, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah

sitotoksik, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah container bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi (Rawis et al., 2022).

Air limbah dapat dianalisis berdasarkan tiga aspek utama, yaitu fisik, kimia, dan biologis. Sifat kimia secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori: kimia organik dan anorganik (Karami & Titah, 2023). Terdapat sejumlah besar bahan organik; 75% dari padatan yang ditekan dan 40% dari padatan yang disaring terdiri dari bahan organik. Bahan-bahan ini terutama terdiri dari senyawa karbon, hidrogen, dan oksigen, dan beberapa juga mengandung nitrogen atau bahan anorganik, yang terdiri dari semua kombinasi unsur selain karbon. Secara umum, padatan total, minyak/lemak, nitrogen, fosfat, *Biological Oxygen Demand BOD*, *chemical oxygen Demand COD*, dan mineral tersuspensi dan lepas membentuk karbon anorganik dalam air limbah. Sisa sayuran, sisa makanan, dan bahan padat lainnya termasuk di antaranya.

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan adanya variasi efektivitas pengolahan air limbah rumah sakit di berbagai wilayah. Misalnya, penelitian oleh Riandini et al., (2021) mengungkap bahwa sejumlah IPAL rumah sakit di Jawa Barat belum sepenuhnya memenuhi standar baku mutu, terutama untuk parameter BOD dan coliform. Ethica et al., (2025) menunjukkan bahwa IPAL berbasis sistem kombinasi biologis dan kimia mampu menurunkan kadar BOD dan COD hingga di bawah ambang batas yang ditetapkan. Dibandingkan dengan penelitian tersebut, pendekatan dalam studi ini memiliki keunggulan dalam hal kesesuaian penerapan sistem IPAL dengan kondisi lokal, di mana Rumah Sakit Bhayangkara Kupang berhasil mengolah air limbah dengan hasil akhir yang seluruhnya memenuhi baku mutu.

Penelitian ini berbeda dari sebagian besar studi sebelumnya yang menggunakan data primer dan uji berulang dengan metode kuantitatif. Penelitian ini justru menggunakan pendekatan kualitatif dengan analisis data sekunder dari laboratorium terakreditasi, yang memungkinkan penilaian efektivitas IPAL secara praktis dan langsung relevan dengan kinerja sistem yang sudah berjalan. Selain itu, parameter yang dianalisis mencakup baik aspek kimia maupun mikrobiologi, seperti pH, BOD, COD, TSS, TDS, minyak dan lemak, serta total coliform, yang memberikan gambaran menyeluruh tentang kualitas air limbah.

Penelitian tidak hanya menilai kesesuaian IPAL dengan regulasi, tetapi juga menyoroti pentingnya pemantauan berkala dan kepatuhan terhadap standar nasional, terutama dalam konteks rumah sakit yang berlokasi di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur lingkungan. Studi ini juga memperkuat pentingnya penggunaan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah, seperti dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, sebagai acuan dalam menilai kualitas hasil pengolahan limbah rumah sakit di Indonesia.

pH adalah ukuran yang menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan suatu air (Harmawan, 2022). Mengukur pH, kita bisa mengetahui apakah air mengandung zat yang bisa membahayakan kehidupan di dalamnya atau jika air tersebut cocok untuk keperluan tertentu (seperti pertanian, industri, atau konsumsi manusia), apabila pH air terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) kualitas air bisa terganggu sehingga pengujian pH menjadi penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan memastikan kualitas air tetap baik. pH air bersih harus berada dalam rentang netral (pH 7), meskipun sedikit asam atau basa masih bisa diterima. Air dengan pH yang terlalu asam ($\text{pH} < 6$) atau terlalu basa ($\text{pH} > 8$) dapat mengindikasikan adanya kontaminasi atau polutan yang berbahaya bagi kesehatan manusia atau organisme di dalam ekosistem.

Total Dissolved Solids (TDS) adalah jumlah total zat padat yang terlarut dalam air, yang mencakup garam, mineral, dan senyawa organik atau anorganik lainnya yang tidak tampak dengan mata telanjang (Kemaritiman et al., 2024). TDS diukur dalam satuan miligram per liter (mg/L) atau parts per million (ppm). TDS memberikan gambaran tentang kualitas air, karena semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak zat terlarut yang ada dalam air. Air minum yang ideal umumnya memiliki kadar TDS yang tidak terlalu tinggi. Air dengan TDS di bawah 300 mg/L (PP Nomor 22 Tahun 2021, 2021) biasanya dianggap aman dan baik untuk dikonsumsi. Air dengan TDS yang lebih tinggi (terutama di atas 1000 mg/L) bisa memiliki rasa yang buruk dan mengandung konsentrasi bahan kimia yang tidak diinginkan, yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia.

Total Suspended Solids (TSS) adalah jumlah partikel padat yang terdispersi atau tersuspensi di dalam air, yang tidak dapat terlarut (Kemaritiman et al., 2024). Partikel-partikel ini bisa berupa lumpur, pasir, kotoran, ganggang, bahan organik, dan lainnya. TSS diukur dalam satuan miligram per liter (mg/L), dan mencerminkan sejauh mana air

mengandung partikel-partikel yang bisa mengendap atau menghalangi aliran air. Secara keseluruhan, pengujian TSS adalah alat yang penting dalam menentukan seberapa bersih atau tercemar air, serta untuk menilai apakah air tersebut aman untuk digunakan, baik oleh manusia maupun ekosistem yang bergantung padanya. TSS mengukur seberapa keruh air akibat adanya partikel padat yang tidak larut, seperti lumpur, debu, atau bahan organik yang terbawa dalam air. Air dengan TSS tinggi cenderung terlihat keruh dan dapat mengindikasikan adanya kontaminasi atau polusi. Air bersih yang aman biasanya memiliki tingkat TSS yang rendah. Menurut PP Nomor 22 Tahun (2021) batas maksimum yang diizinkan, yaitu 200 mg/L, jika nilai TSS melebihi batas tersebut, hal ini dapat mengindikasikan kandungan padatan tersuspensi yang tinggi, yang berpotensi menurunkan kualitas air dan memengaruhi proses pengolahan limbah.

Biochemical Oxygen Demand (BOD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme (seperti bakteri) untuk memecah bahan organik dalam air dalam periode waktu tertentu biasanya 5 hari pada suhu 20°C (Harmawan, 2022). BOD sering digunakan sebagai indikator tingkat polusi organik dalam air. BOD menggambarkan tingkat kontaminasi bahan organik dalam air. Semakin tinggi nilai BOD, semakin banyak oksigen yang digunakan untuk proses dekomposisi bahan organik tersebut, yang bisa menunjukkan bahwa air tersebut tercemar. Sebaliknya, BOD yang rendah menunjukkan air yang relatif bersih dan memiliki sedikit bahan organik yang dapat terurai. Nilai BOD tidak boleh melebihi 50 mg/L sesuai dengan standar baku mutu air limbah (Miller, 2000).

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang terlarut dalam air menggunakan oksidator kuat, biasanya kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) dalam kondisi laboratorium yang terkendali (Harmawan, 2022). COD mengukur tingkat pencemaran air yang disebabkan oleh bahan organik yang dapat teroksidasi oleh bahan kimia, berbeda dengan BOD yang mengukur oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Standar baku mutu air limbah fasilitas pelayanan kesehatan yang ditetapkan untuk COD adalah 80 mg/L (Miller, 2000).

Pengujian E. coli dalam air dilakukan untuk mengetahui tingkat kontaminasi mikroba yang dapat menunjukkan adanya pencemaran fecal (kotoran manusia atau hewan). E. coli

adalah indikator bakteri yang digunakan untuk menilai apakah air terkontaminasi dengan bahan organik yang berasal dari kotoran, yang berpotensi membawa patogen berbahaya (Riyanto, 2023). Pengujian *Coliform* dalam air dilakukan untuk mengetahui adanya kontaminasi mikroba, khususnya kelompok bakteri coliform, yang sering menjadi indikator pencemaran fecal (kotoran manusia atau hewan). Bakteri *coliform*, seperti *Escherichia coli* (*E. coli*), biasanya ditemukan dalam saluran pencernaan manusia dan hewan, dan keberadaannya dalam air dapat menunjukkan kemungkinan adanya patogen yang berbahaya (Nurkhalisa, 2024). Standar baku mutu air limbah fasilitas pelayanan kesehatan yang ditetapkan untuk *E-coli* dan coliform yakni 5.000/100 mL (Miller, 2000).

SIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap delapan parameter, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di Rumah Sakit Bhayangkara Kupang terbukti efektif dan memenuhi baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014. Seluruh parameter, seperti BOD, COD, TSS, TDS, pH, suhu, minyak dan lemak, serta total coliform, berada jauh di bawah ambang batas, menunjukkan bahwa IPAL berhasil menurunkan kandungan pencemar secara signifikan.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem IPAL rumah sakit dapat dijadikan contoh pengelolaan limbah cair yang baik, khususnya di Nusa Tenggara Timur. Manajemen rumah sakit disarankan mempertahankan pengelolaan yang ada melalui pemeliharaan rutin dan pemantauan berkala. Pemerintah daerah juga dapat menjadikan evaluasi ini sebagai dasar dalam menyusun kebijakan pengawasan dan pemberian insentif bagi rumah sakit yang patuh terhadap regulasi lingkungan.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti penggunaan data sekunder dari satu waktu pengambilan sampel dan belum mencakup analisis teknis IPAL secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan dilakukan secara berkala dan mendalam agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas sistem pengolahan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

Custodio, M., Cuadrado-Campó, W., Peñaloza, R., Vicuña-Orihuela, C., Torres-Gutiérrez, E., & Orellana, E. (2022). Treatment of Hospital Wastewater Using Activated Sludge

- with Extended Aeration. *Journal of Ecological Engineering*, 23(11), 24–32. <https://doi.org/10.12911/22998993/152991>
- Dau, Y. B. (2023). Analisis Penerapan Akuntansi Lingkungan Sebagai Pertanggungjawaban Sosial Di Rumah Sakit Umum Daerah S.K. Lerik Kota Kupang. *Jurnal Akuntansi: Transparansi Dan Akuntabilitas*, Vol 11(2), 121–132.
- Ethica, S. N., Haryanto, H., Ernanto, A. R., Rahajoe, T., Sulistyaningtyas, A. R., & Sabdono, A. (2025). Development and Application of Hydrolytic Bacterial Microcapsules as Bioremediation Agent of Hospital Wastewater - A Case Report in Semarang. *International Journal of Environmental Science and Development*, 16(1), 7–15. <https://doi.org/10.18178/ijesd.2025.16.1.1505>
- Fachruddin Azwari, Hadidjah, K., Christine Elia Benedicta, & 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. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 5(1), 45–51. <https://doi.org/10.35970/jppl.v5i1.1796>
- Harmawan, T. (2022). Analisis Kandungan Minyak dan Lemak pada Limbah Outlet Pabrik Kelapa Sawit di Aceh Tamiang. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 4(1), 15–19. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.4318>
- Jannah, M., & Noviady, M. A. (2024). *Tata Kelola Dan Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit Achmad Mochtar Bukittinggi Sumatera Barat*. 68–75.
- Karami, A. A., & Titah, H. S. (2023). Penentuan Status Mutu Air Sungai Wрати Pasuruan Jawa Timur dengan Indeks Kualitas Air. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7774–7780. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.714>
- Kemaritiman, J. T., Pertanian, P., Pangkajene, N., Limbah, A., Kualitas, P., & Limbah, A. (2024). <https://ojs.polipangkep.ac.id/index.php/gallusgallus/> Analisis Kualitas Air Limbah Peternakan Ayam di Kabupaten Pangkajene Kepulauan *Analysis of Chicken Farm Wastewater Quality in Pangkajene Kepulauan Regency*. 3(1), 79–85.
- Kristanti, yuliana erna, & Ain, R. Q. (2021). Informasi Manajemen Rumah Sakit. *Muhammadiya Public Health Journal*, 1(3), 179–193.
- Kusuma, J. D., Hakim, A., & Fasya, Z. (2025). *Analysis of hospital liquid waste management system (case study of Rumah Sakit Mata Masyarakat Jawa Timur)*. 9–16.
- Miller, R. (2000). Review Essay: The Third Way. *Political Science*, 52(2), 174–180. <https://doi.org/10.1177/003231870005200207>
- Nurkhalisa. (2024). Jurnal Medical Laboratory Most Probable Number (Mpn) Pada Air Minum Isi Isi Ulang Di Kelurahan Rawa Buaya. *Jurnal MedLab*, 3(1), 41–52.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 7 Tahun 2019. (2019). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. 1–23.
- PP Nomor 22 Tahun 2021. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), 1–483.
- Riandini, E., Nisa, D. T., & Sari, D. S. (2021). Analysis of the Quality of Hospital Waste in Bengkulu City. *Proceedings of the 3rd KOBICongress, International and National Conferences (KOBICINC 2020)*, 14(Kobicinc 2020), 136–140. <https://doi.org/10.2991/absr.k.210621.022>

- Riyanto, A. (2023). Sanitasi Dasar Rumah tidak Memenuhi Syarat Pemicu Diare pada Balita di Banjaran Kabupaten Bandung. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 6(2), 358–366. <https://doi.org/10.56338/mppki.v6i2.3275>
- Sabai, S. M. (2023). *Potential Risks Associated With Mismanagement Of Hospital*. 7(2), 69–75. <https://doi.org/10.26480/jcleanwas.02.2023>.