

Gambaran Keberadaan Bakteri *Coliform* Dan *E. Coli* Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember

(Overview Of The Existence Of Coliform Bacteria And E. Coli In The Wastewater Treatment Installation (IPAL) UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember)

Syakila Najma Amalina^{1*}, Isa Ma'rufi¹, Sumeh Yulaika², Nanda Haliensyah²

¹Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

²UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author:

name and affiliation: Syakila Najma Amalina, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

E-mail: 212110101131@mailunej.ac.id

Abstract

Objectives: To evaluate the effectiveness of the wastewater treatment plant (WWTP) at UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember in reducing *Coliform* and *E. coli* bacteria.

Methods: A descriptive study was conducted using a purposive sampling technique. Water samples were taken from the WWTP inlet and outlet without repetition, meaning one collection at each point. The presence of *Coliform* and *E. coli* bacteria was analyzed using confirmatory tests.

Results: The confirmatory tests showed that *Coliform* and *E. coli* bacteria were present at the WWTP inlet with concentrations exceeding 11,000,000 JPT/100 ml. However, at the WWTP outlet, no *Coliform* or *E. coli* bacteria were detected, indicating effective bacterial removal.

Conclusions: The WWTP at UPTD Labkesda Jember effectively reduces *Coliform* and *E. coli* bacteria. However, further improvements, such as enhanced monitoring, operator training, and additional UV and chlorination treatments, are recommended to optimize bacterial elimination.

Keywords: Management, processing, burning of waste

Received: Aug 13, 2024 Revised: Sep 28, 2024 Accepted: Oct 7, 2024

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Kesmasindo Publisher

INTRODUCTION

Air merupakan kebutuhan pokok manusia untuk menjalankan kehidupan sehari-hari seperti untuk minum, kegiatan sanitasi, memasak, dan lain-lain. Namun sekitar 80% dari air yang digunakan untuk aktivitas akan dibuang dalam bentuk air yang telah tercemar. Sehingga sangat penting untuk menjaga sumber air dari terjadinya pencemaran (Gufran and Mawardi, 2019). Pencemaran air merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi serta komponen lainnya ke dalam air sehingga terjadi penurunan kualitas air sampai pada tingkat tertentu. Dimana hal tersebut menyebabkan terganggunya fungsi air sehingga tidak sesuai dengan peruntukannya (Gufran and Mawardi, 2019). Pencemaran air dapat disebabkan oleh faktor alam dan kegiatan manusia (Farhan, Cintya Lauren and Fuzain, 2023). Namun pada kenyataannya sering disebabkan oleh ulah manusia seperti membuang limbah ke lingkungan tanpa adanya pengolahan yang tepat.

Berdasarkan Undang-Undang RI Nomor 39 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan. Limbah dapat diartikan juga sebagai bahan buangan yang dapat berdampak negatif pada lingkungan dan masyarakat apabila tidak dikelola dengan baik. Pembuangan air limbah ke lingkungan secara langsung dapat menyebabkan pencemaran, penurunan kualitas air dan tanah, serta dapat merusak ekosistem. Air limbah yang berada di badan air mengandung bahan kimia, logam berat, bakteri, dan zat berbahaya lainnya yang dapat mencemari sumber air dan mengganggu ekosistem dalam air (Akhmaddhian and Hanipah, 2021). Zat berbahaya bersama dengan air akan meresap ke tanah ataupun air tanah kemudian akan terserap oleh tanaman yang tumbuh di atasnya. Apabila dikonsumsi manusia akan mengganggu kesehatan (Prasetio, Komari and Dewi, 2020).

Laboratorium kesehatan masyarakat merupakan salah satu penghasil limbah cair yang bersifat infeksius ataupun non infeksius baik medis dan non medis. Limbah cair yang dihasilkan oleh laboratorium berasal dari kegiatan sanitasi, proses pencucian peralatan laboratorium, dan buangan reagen pasca pemeriksaan. Apabila melebihi standar baku mutu air limbah maka dapat mencemari lingkungan. Usaha yang dapat dilakukan agar air limbah memenuhi standar baku mutu sehingga aman untuk dibuang ke lingkungan salah satunya adalah dengan menggunakan sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) (Rahmawati, Hemon and Yuniar, 2019).

Parameter kualitas air limbah dapat dilihat dari karakteristik fisika, kimia, dan mikrobiologi. Parameter fisika meliputi *Total Suspended Solid* (TSS) dan suhu; parameter kimia meliputi *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), kadar phosphate, dan pH; serta parameter mikrobiologi meliputi bakteri *Coliform* dan *e- coli*. Parameter

mikrobiologi dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan virus, dan bakteri pada air. Selain itu apabila ditemukan konsentrasi yang melebihi baku mutu maka menjadi petunjuk bahwa terdapat cemaran patogen infeksius yang dapat menimbulkan penyakit melalui perantara air (Diza Pratiwi, Widyorini and Rahman, 2019; Sulistiyawati, 2019).

UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember menjadi salah satu penghasil limbah cair yang telah memiliki Instalasi pengolahan Air Limbah (IPAL). Setiap harinya UPTD Labkesda Jember menerima berbagai pengujian baik manusia, makanan, dan lingkungan sehingga menghasilkan limbah termasuk limbah cair. Sehingga perlu dilakukan pengujian terkait dengan keberadaan bakteri *Coliform* dan *E. coli* sebagai gambaran efektivitas proses pengolahan air limbah di UPTD Labkesda Jember. Apabila konsentrasi bakteri *Coliform* dan *E. coli* tinggi pada outlet IPAL, maka dapat menunjukkan bahwa proses pengolahan belum efektif dalam mengurangi kontaminan. Berdasarkan uraian tersebut penulis ingin melakukan kajian mengenai keberadaan bakteri *Coliform* dan *E. coli* pada inlet dan outlet IPAL UPTD Labkesda Jember, serta proses pengolahan air limbah di UPTD Labkesda Jember.

METHODS

Jenis kajian yang digunakan adalah deskriptif dengan menggunakan teknik sampling *purposive sampling*. Kajian ini dilakukan di UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember pada tanggal 15 Juli – 23 Agustus 2024. Pengambilan sampel air limbah dilakukan di IPAL UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember pada inlet dan outlet.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam kajian ini adalah pipet ukur, bulb pipet, lampu spiritus rak tabung inkubator korek api, ose. Bahan yang digunakan dalam kajian ini adalah Sampel air limbah 100 ml, Aquades steril 9 ml dan 99 ml, Media LB 1, Media LB 2, Media BGLB, Alkohol 70%.

Metode penentuan keberadaan bakteri *Coliform* dan *E. coli* adalah metode *Most Probable Number* (MPN) dengan tabung fermentasi berdasarkan SNI 06-4158-1996 dan SNI 13-3957-1995 yang terdiri dari uji pendugaan dan uji penegasan.

Uji Pendugaan

Secara *aseptic* menginkolasikan masing-masing 1 ml sampel air limbah ke dalam tabung berisi 7ml LB1 dan aquades steril 9ml sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Lakukan pengenceran dengan cara yang sama akan menggunakan aquades secara selang-seling (9 ml kemudian 99 ml dst.) sehingga diperoleh pengenceran 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} . Inkubasi semua tabung reaksi pada suhu 37°C selama 2×24 jam. Apabila

terdapat gelembung pada tabung durham maka dianggap positif, kemudian diperlukan uji penegasan.

Uji Penegasan

Lakukan inokulasi bakteri dari tabung reaksi yang memiliki gelembung pada durham ke tabung berisi BGLB menggunakan ose yang telah dipanaskan hingga merah dan telah didinginkan. Inkubasi semua tabung reaksi pada suhu 37°C untuk melihat *Coliform* dan pada suhu 44°C untuk melihat *E. coli* selama 2x24 jam. Apabila terdapat gelembung pada tabung durham maka dianggap positif.

RESULTS AND DISCUSSION

Gambaran Umum UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember

UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) Kabupaten Jember berlokasi di Jalan Dr. Soebandi I Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember. Merupakan satuan organisasi mandiri yang menjalankan tugas teknis operasional serta tugas teknis yang berasal dari organisasi induk (Dinas Kesehatan Kabupaten Jember). UPTD Labkesda memiliki struktur organisasi yang dipimpin oleh Kepala UPTD Labkesda Jember. Kemudian Kepala Sub Bagian Tata Usaha, Tim Mutu, Sub Bagian Umum dan Kepegawaian, Kebersihan dan Keamanan, serta 3 Laboratorium. Pelayanan yang diberikan oleh UPTD Labkesda Jember mencakup bidang Laboratorium Kesehatan Masyarakat/ Lingkungan, Laboratorium Klinik, serta Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan.

Laboratorium Kesehatan Masyarakat (Labkesmas) terdiri dari 6 orang pegawai dan menyediakan pelayanan untuk pemeriksaan air minum, air bersih, air badan air, air limbah, BTM Makanan, mikrobiologi makanan dan minuman, udara ruang, dan pemeriksaan swab.

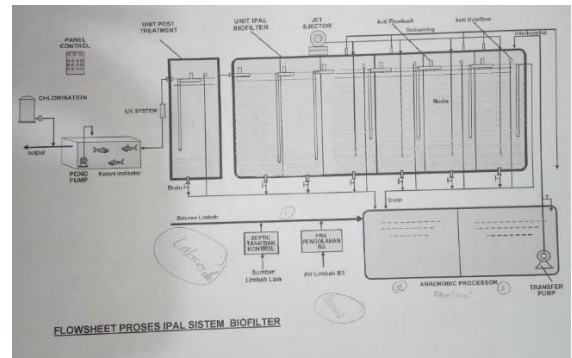
Gambaran Proses Pengolahan Air Limbah UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Jember

Pengolahan air limbah di UPTD Labkesda Jember menggunakan IPAL dengan sistem Biofilter (*green leaf*). IPAL dengan model ini menggunakan metode gabungan dari aerob dan anaerob yang memanfaatkan bakteri untuk menguraikan polutan dalam air limbah dan sebagai media yang berfungsi menjadi tempat melekatnya bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. IPAL *green leaf* banyak digunakan oleh fasilitas pelayanan kesehatan karena memiliki kelebihan seperti biaya operasional yang tergolong rendah, pengelolaan sangat mudah, tidak memerlukan lahan yang luas, dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang dapat menyebabkan eutrofikasi, dapat menghilangkan padatan tersuspensi dengan baik, dan suplai udara untuk aerasi relatif kecil (Kemenkes RI, 2011).

Proses pengolahan air limbah di UPTD Labkesda Jember memiliki beberapa tahapan yang dimulai dari pengolahan awal (*preliminary treatment*). Pada tahap ini dilakukan penyaringan sebelum masuk ke bak penampung pertama atau inlet yaitu dengan memasang filter pada saluran wastafel dan toilet. Sehingga partikel seperti kerikil, kayu, ataupun sampah kecil lain tidak masuk ke inlet. Pengolahan primer (*primary treatment*) termasuk didalamnya adalah pengendapan yang terletak pada bak penampung 1 dan 2. Selanjutnya pengolahan akhir (*final treatment*) yang menggunakan proses klorinasi untuk menghilangkan bakteri.

Pengolahan air limbah di UPTD Labkesda dimulai dari seluruh limbah cair yang berasal dari Labkesda akan dialirkan ke inlet melalui saluran air kotor (air limbah) baik dari toilet ataupun wastafel. Namun limbah padat yang berasal dari toilet akan langsung menuju ke *septic tank*. Setelah mencapai batas tertentu air limbah dari inlet akan dialirkan ke bak penampung 1 (pra pengolahan B3) yang kemudian akan mengalami proses pengendapan. Apabila dalam prosesnya air limbah di bak penampung 1 penuh maka akan otomatis mengalir ke bak penampung 2. Melalui *transfer pump* air limbah dari bak penampung 1 dialirkan ke *anaerobic processor* untuk mengalami proses anaerob kemudian dialirkan kembali ke bak penampung 2. *Transfer pump* bak penampung 2 akan mengalirkan air limbah ke unit IPAL biofilter untuk proses aerob kemudian masuk ke unit *post treatment* untuk menyempurnakan proses sedimentasi. Air limbah akan dikeluarkan menuju outlet yang dalam perjalannya akan melalui proses klorinasi.

Gambar 1. Flowsheet Proses IPAL



Proses klorinasi di IPAL UPTD Labkesda Jember tidak dilakukan pada bak klorinasi, namun dengan pemberian kaporit pada saluran air limbah sebelum masuk ke bak pembuangan atau bak outlet. Hal tersebut dilakukan karena tidak tersedianya bak klorinasi sehingga pemberian kaporit tidak disesuaikan dengan jumlah air limbah yang diolah. Penggunaan kaporit/klorin perlu diperhatikan karena menghasilkan senyawa organoklorin seperti *Polychlorinated Biphenyls* (PCBs), dioksin, *Dichloro Diethyl Trichloromethane* (DDT) dan lain-lain yang dapat mencemari air dan dapat mengganggu kesehatan manusia apabila terpapar (Mulyati et al., 2022). Selain tidak sesuainya klorinasi, UPTD

Labkesda Jember juga tidak memiliki lampu sinar uv. Pemberian sinar uv merupakan salah satu proses yang digunakan untuk membunuh bakteri dan virus pada air limbah setelah melalui proses pengolahan pada IPAL. Dimana diperlukan untuk menghapus senyawa organik secara keseluruhan pada air limbah (Yasmin, 2023).

Gambaran Keberadaan Bakteri *Coliform* Pada Inlet dan Outlet IPAL

Subjek yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah yang berasal dari inlet dan outlet IPAL yang kemudian diuji menggunakan uji penduga dengan media LB sehingga didapatkan hasil berikut. Tabel 1. Hasil Uji Penduga

Nama Sampel	Kontrol	Pengenceran					Keterangan Hasil
		P0	P1	P2	P3	P4	
Inlet	3-3-3	3	3	3	3	3	Positif
Outlet	0-0-0	0	0	0	0	0	Negatif

Keterangan:

P0 : Tanpa adanya pengenceran

P1 : Pengenceran pertama (10^{-1})

P2 : Pengenceran kedua (10^{-2})

P3 : Pengenceran ketiga (10^{-3})

P4 : Pengenceran keempat (10^{-4})

Berdasarkan tabel 1 sampel yang berasal dari inlet positif mengandung bakteri *Coliform* yang ditandai dengan adanya gelembung gas pada durham dan air menjadi keruh. Selanjutnya sampel yang positif dari uji penduga akan dilanjutkan dengan uji penegasan menggunakan media BGLB yang kemudian dipanaskan pada suhu 37°C untuk melihat keberadaan bakteri *Coliform*. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Penegasan *Coliform*

Nama Sampel	Pengenceran					Keterangan Hasil
	P0	P1	P2	P3	P4	
Inlet	3	3	3	3	3	Positif

Berdasarkan tabel MPN maka didapatkan jumlah bakteri *Coliform* pada sampel inlet IPAL adalah sebesar $>11.000.000$ JPT/100 ml. Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013, nilai tersebut melebihi baku mutu air limbah yaitu sebesar 10.000 JPT/100 ml. Tingginya bakteri baik *Coliform* pada inlet disebabkan karena inlet merupakan bak penampung pertama dari limbah cair yang dihasilkan oleh UPTD Labkesda Kabupaten Jember. Dimana belum melalui pengolahan (IPAL) serta belum diberikan perlakuan atau *treatment* khusus untuk menurunkan kandungan bakteri. Inlet juga merupakan bak pertama screening untuk equalisasi penampungan dan pengendapan sehingga ditemukan keberadaan bakteri *Coliform* pada inlet dengan jumlah yang banyak. Pembuangan sisa

reagen pengujian mikrobiologi dan sampel air yang mengandung *Coliform* pada wastafel menjadi penyumbang ditemukannya jumlah bakteri *Coliform* yang tinggi pada inlet IPAL.

Berbeda dengan sampel air limbah yang berasal dari outlet IPAL. Dimana keberadaan bakteri *Coliform* tidak ditemukan. Tidak ditemukannya bakteri *Coliform* pada titik outlet terjadi karena air limbah telah melalui proses pengolahan dan berbagai *treatment* sehingga bakteri *Coliform* mengalami penurunan mencapai 0 JPT/100 ml. Salah satunya adalah proses klorinasi yang memiliki peran penting dalam membunuh bakteri. Hingga saat ini penggunaan klorinasi pada bak penampungan IPAL menjadi pilihan terbaik untuk menurunkan *Coliform* pada limbah cair medis (Sulistiyawati, 2019). Penggunaan klorin mudah larut dalam air memiliki efektivitas reduksi terhadap *Coliform* hingga mencapai 98%. Akan tetapi dalam penggunaannya sebagai desinfektan perlu memperhatikan residu yang dihasilkan agar tidak menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan (Busyairi et al., 2020). Penelitian yang dilakukan oleh (Hariyani and Sarto, 2018) menunjukkan bahwa penggunaan IPAL sistem biofilter aerob anaerob memiliki kemampuan untuk mengolah *Coliform* dengan debit puncak 99,9% pada air limbah rumah sakit.

Gambaran Keberadaan Bakteri *E. coli* Pada Inlet dan Outlet IPAL

Berdasarkan tabel 1 sampel yang berasal dari inlet positif perlu dilakukan uji penegasan sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Penegasan *E. coli*

Nama Sampel	Pengenceran					Keterangan Hasil
	P0	P1	P2	P3	P4	
Inlet	3	3	3	3	3	Positif

Berdasarkan tabel MPN maka didapatkan jumlah bakteri *E. coli* pada sampel inlet IPAL adalah sebesar $>11.000.000$ JPT/100 ml.

Keberadaan bakteri *E. coli* dengan jumlah yang tinggi pada inlet mengindikasikan adanya bakteri patogen yang berasal dari spesimen makhluk hidup seperti kotoran manusia maupun kotoran hewan karena bakteri *E. coli* umumnya hidup pada usus manusia dan hewan (Rahayu, Nurjanah and Komalasari, 2018; Sulistiyawati, 2019). Sehingga perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak menimbulkan pencemaran dan mengganggu kesehatan manusia.

Melalui Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang dimiliki oleh UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Jember, kandungan bakteri *E. coli* mengalami penurunan dimana ditemukan sebesar 0 JPT/100 ml pada titik outlet IPAL. Penurunan nilai bakteri *E. coli* terjadi karena air limbah telah mengalami proses pengolahan dan mendapatkan

berbagai *treatment*. Terjadinya penurunan keberadaan bakteri *E. coli* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kualitas pada air limbah. Hal tersebut mencerminkan bahwa pengolahan air limbah di UPTD Labkesda Jember telah berjalan dengan efektif dan efisien. Efisiensi instalasi pengolahan air limbah cair dapat dilihat berdasarkan perbandingan kualitas *influent* (inlet) dan *effluent* (outlet) IPAL atau berdasarkan berkurangnya kandungan pencemar (Goni, Mangangka and Sompie, 2021). Efektivitas IPAL didukung juga oleh pemeliharaan IPAL agar dapat terus berfungsi dengan baik. Pemeriksaan dan pengawasan yang dilakukan secara berkala bermanfaat untuk mencegah peralatan yang rusak semakin parah dan mengetahui sejak dini apabila terdapat masalah pada IPAL sehingga dapat segera diperbaiki. Manfaat lain dari pengawasan adalah meminimalisir adanya efek negatif bagi lingkungan yang disebabkan oleh proses pengolahan air limbah.

Pihak UPTD Labkesda melakukan pemeriksaan secara rutin yang dilakukan dengan mengisi formulir monitoring harian, mingguan, dan bulanan. Formulir tersebut berisi beberapa hal yang perlu diperiksa seperti parameter fisik, kimia, dan biologi, serta keadaan alat penyusun IPAL. Selain dilakukan pengisian formulir monitoring, UPTD Labkesda bekerjasama dengan pihak ketiga dalam pemeliharaan IPAL yang dilakukan minimal 1 tahun sekali. Akan tetapi pemeliharaan terakhir kali dilaksanakan pada bulan mei tahun 2023 dimana belum terdapat pemeliharaan kembali sampai bulan agustus 2024. Berdasarkan data sekunder yang didapatkan, masih terdapat kekosongan dalam pengisian formulir monitoring pada beberapa bagian. Sehingga perlu ditingkatkan terkait keteraturan dalam pengisian formulir monitoring dan sesegera mungkin untuk melakukan pemeliharaan agar performa IPAL tetap terjaga.

Pengawasan terhadap sistem dan peralatan IPAL termasuk dalam manajemen pengelolaan IPAL yang juga mempengaruhi efektivitas pengolahan air limbah. Selain pengawasan, manajemen terdiri dari struktur organisasi, dana, proses operasional, SDM, SOP, dan prasarana (Hariyani and Sarto, 2018). Sumber daya manusia memiliki peran yang penting dalam pengolahan air limbah sebagai operator yang mengoperasikan IPAL. Dimana diperlukan pengetahuan terkait pengolahan air limbah yang tepat mulai dari masuknya air limbah ke IPAL sampai keluar dari IPAL. Operator IPAL di Labkesda memiliki pengetahuan dan keterampilan yang baik terkait proses pengolahan air limbah. Apabila terdapat alat yang tidak berfungsi dapat segera diperbaiki sehingga tidak selalu memerlukan tenaga teknis IPAL. Hal tersebut dapat menghemat pengeluaran untuk IPAL sehingga dana dapat dialihkan untuk kebutuhan UPTD Labkesda yang lain.

CONCLUSION

Berdasarkan kajian tersebut maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut.

1. UPTD Labkesda Kabupaten Jember merupakan satuan organisasi mandiri yang menjalankan tugas teknis operasional serta tugas teknis yang berasal dari organisasi induk (Dinas Kesehatan Kabupaten Jember). Pelayanan yang diberikan oleh UPTD Labkesda Jember mencakup bidang Laboratorium Kesehatan Masyarakat/Lingkungan, Laboratorium Klinik, serta Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan. Laboratorium Kesehatan Masyarakat (Labkesmas) menyediakan pelayanan untuk pemeriksaan air minum, air bersih, air badan air, air limbah, BTM Makanan, mikrobiologi makanan dan minuman, udara ruang, dan pemeriksaan swab.
2. Berdasarkan tahapannya, IPAL UPTD Labkesda memiliki tahapan *preliminary treatment*, *primary treatment*, dan *final treatment*. IPAL UPTD Labkesda Jember tidak melalui pengolahan sekunder (*Secondary treatment*) dikarenakan limbah cair yang dihasilkan oleh UPTD Labkesda tidak didominasi oleh material organik. Selain pengolahan sekunder, IPAL di UPTD Labkesda Jember tidak melalui pengolahan lanjutan (*Advanced treatment*) karena tujuan dari pengolahan air limbah hanya sampai pada penurunan kadar polutan sehingga aman dibuang ke lingkungan. Pengolahan air limbah dimulai dari terkumpulnya air limbah di inlet kemudian dialirkan ke bak penampung 1 untuk mengalami pengendapan atau sedimentasi yang selanjutnya akan dialirkan untuk proses anaerob. Setelah melalui proses anaerob air limbah masuk ke bak penampung 2 kemudian dialirkan kembali untuk melalui proses aerob. Setelah melalui proses aerob, air limbah dikeluarkan menuju outlet yang dalam perjalannya akan melalui sinar uv dan klorinasi.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan ditemukan bakteri *Coliform* pada inlet IPAL dengan total >11.000.000 JPT/100 ml. Sedangkan pada outlet IPAL tidak ditemukan keberadaan *Coliform*. Hal tersebut menunjukkan bahwa IPAL di UPTD Labkesda Jember efektif dalam menurunkan angka bakteri *Coliform*.
4. Bakteri *E. coli* ditemukan pada inlet IPAL dengan total yang sama dengan *Coliform* yaitu sebesar >11.000.000 JPT/100 ml. Sedangkan pada outlet IPAL tidak ditemukan keberadaan bakteri *E. coli*. Hal tersebut menunjukkan bahwa IPAL di UPTD Labkesda Jember efektif dalam menurunkan angka bakteri *E. coli*.

REFERENCES

- [1] Akhmaddhian, S. and Hanipah, P. (2021) 'Penegakan Hukum terhadap Tindak Pidana Pencemaran Tanah Akibat Limbah Industri', *Jurnal Penelitian Universitas Kuningan*, 12(2), pp. 192–200.
- [2] Busyairi, M. *et al.* (2020) 'Efektivitas Pengolahan Air Limbah Domestik Grey Water Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Biofilter Aerob (Studi Kasus: IPAL INBIS Permata Bunda, Bontang)', *Serambi Engineering*, V(4), pp. 1306–1312.
- [3] Diza Pratiwi, A., Widyorini, N. and Rahman, A. (2019) 'Analisis Kualitas Perairan Berdasarkan Total Bakteri Coliform di Sungai Plumbon, Semarang', *Journal of Maquares*, 8(3), pp. 211–220. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquar.es>.
- [4] Farhan, A., Cintya Lauren, C. and Fuzain, N.A. (2023) 'Analisis Faktor Pencemaran Air dan Dampak Pola Konsumsi Masyarakat di Indonesia', *Jurnal Hukum dan HAM Wara Sains*, 02(12), pp. 1095–1103. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.58812/jhhws.v2i12.803>.
- [5] Goni, P., Mangangka, I.R. and Sompie, O.B.A. (2021) 'Evaluasi Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Umum Pusat Prof. Dr. R. D. Kandou Manado', *Jurnal Tekno*, 19(77), pp. 35–40.
- [6] Gufran, M. and Mawardi (2019) 'Dampak Pembuangan Limbah Domestik terhadap Pencemaran Air Tanah di Kabupaten Pidie Jaya', *Serambi Engineering*, IV(1), pp. 416–425.
- [7] Hariyani, N. and Sarto (2018) 'Evaluasi penggunaan biofilter anaerob-aerob untuk
- [8] meningkatkan kualitas air limbah rumah sakit', *BKM Journal of Community Medicine and Public Health*, 34(5), pp. 199–204.
- [9] Kemenkes RI (2011) *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan.
- [10] Mulyati, S.A. *et al.* (2022) 'The Effectiveness Of Chlorine Tablets To Reducing Coliform In Wastewater Treatment Plant', *Jurnal Sains Natural*, 12, pp. 10–16. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.31938/jsn.v%2012i1>.
- [11] Prasetyo, B.E., Komari, A. and Dewi, L. (2020) 'Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Gula PG. Pesantren Baru di Kediri Jawa Timur', *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Industri Universitas Kediri*, 2(2), pp. 64–74. Available at: <http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmatis/index>.
- [12] Rahayu, W.P., Nurjanah, S. and Komalasari, E. (2018) *Escherichia Coli : Patogenitas, Analisis dan Kajian Risiko*. 1st edn. Bogor: IPB Press.
- [13] Rahmawati, D., Hemon, M.T. and Yuniar, N. (2019) 'Analisis Spasial Sebaran IPAL RS di Wilayah Kota Kendari Berdasarkan Efektivitas Pengelolaannya', *Jurnal Perencanaan Wilayah*, 4(1), pp. 1–15. Available at: <https://id.scribd.com/document/423757392/74-62-21040-1-SM> (Accessed: 28 July 2024).
- [14] Sulistiyawati, I. (2019) 'Kuantitas Total Bakteri Coliform pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair Medis Laboratorium Klinik', *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 19(3), p. 675. Available at: <https://doi.org/10.33087/jiubj.v19i3.718>.
- [15] Yasmin, H.Z. (2023) 'Efektivitas Kombinasi Konsentrasi Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dan Waktu Kontak Sinar Ultraviolet-C Terhadap Penurunan Bakteri Coliform Pada Limbah Cair RS PKU Muhammadiyah Surakarta', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(1), pp. 72–82. Available at: <https://doi.org/10.14710/jkm.v11i1.34578>.