

Analisis Pengujian *Biological Exygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) di Inlet dan Outlet Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSU GMIM Tonsea Airmadidi

James S. Turambi¹, Orbanus Naharia², Sukmarayu P. Gedoan³, Yermia S. Mocosuli⁴

^{1,2,3,4} Biologi, Universitas Negeri Manado, Tondano

e-mail: turambijames86@gmail.com

Abstrak

Rumah Sakit merupakan institusi pelayanan kesehatan bagi masyarakat. Limbah cair yang dihasilkan sebuah rumah sakit umumnya banyak mengandung virus, bakteri, obat-obatan dan senyawa kimia yang dapat membahayakan bagi kesehatan masyarakat sekitar. Hasil dari kualitas pengolahan limbah tidak terlepas dari dukungan dan sistem pengelolaan air limbah itu sendiri. Parameter pencemar air buangan rumah sakit yang perlu diperhatikan yaitu *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), atau Kebutuhan Oksigen Biologi dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Rumah Sakit Umum GMIM Tonsea Airmadidi merupakan salah satu rumah sakit swasta milik GMIM yang ada di Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara dan memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah untuk mengolah limbah cair. Penelitian ini termasuk penelitian cross sectional, bersifat observasional dengan tujuan untuk dapat mengetahui efektivitas sistem pengolahan limbah cair di Rumah Sakit Umum GMIM Tonsea. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penurunan nilai BOD dan COD dari titik inlet ke titik outlet air limbah RSU GMIM Tonsea.

Kata kunci: *BOD, COD, IPAL*

Abstract

Hospital is a health service institution for the community. Liquid waste generated by a hospital generally contains many viruses, bacteria, drugs and chemical compounds that can be harmful to the health of the surrounding community. The results of the quality of sewage treatment cannot be separated from the support and the wastewater management system itself. Parameters for hospital waste water pollution that need attention are *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), or *Biological Oxygen Demand* and *Chemical Oxygen Demand* (COD). GMIM Tonsea Airmadidi General Hospital is one of GMIM's private hospitals in North Minahasa Regency, North Sulawesi Province and has a Wastewater Treatment Plant to treat liquid waste. This research is a cross-sectional study, observational in nature with the aim of being able to determine the effectiveness of the liquid waste treatment system at GMIM Tonsea General Hospital. The results showed that there was a decrease in the value of BOD and COD from the inlet point to the outlet point of GMIM Tonsea General Hospital wastewater

Keywords: *BOD, COD, IPAL*

PENDAHULUAN

Undang Undang Republik Indonesia nomor 44 tahun 2009 mendefinisikan rumah sakit sebagai institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna dan menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan serta rawat darurat. Undang-undang tersebut menjelaskan bahwa rumah sakit merupakan institusi pelayanan kesehatan bagi masyarakat dengan karakteristik tersendiri yang dipengaruhi oleh perkembangan ilmu pengetahuan kesehatan, kemajuan teknologi dan kehidupan sosial ekonomi masyarakat serta harus tetap mampu meningkatkan pelayanan yang lebih bermutu dan terjangkau oleh masyarakat agar terwujud derajat kesehatan yang setinggi-tingginya (Pemerintah RI, 2009).

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (PMK) nomor 07 tahun 2019 tentang kesehatan lingkungan rumah sakit mengatur Persyaratan pendirian rumah sakit dimana salah

satunya adalah persyaratan tentang pengelolaan limbah cair (Menkes RI, 2019). Limbah cair yang dihasilkan oleh sebuah rumah sakit umumnya banyak mengandung virus, bakteri, obat-obatan dan senyawa kimia yang dapat membahayakan bagi kesehatan masyarakat sekitar rumah sakit tersebut. Limbah yang berasal dari laboratorium perlu diwaspadai, karena bahan-bahan kimia yang digunakan dalam proses uji laboratorium tidak dapat diurai hanya dengan aerasi atau *activated sludge*. Bahan-bahan tersebut mengandung logam berat infeksius, sehingga harus disterilisasi atau dinormalkan sebelum dialirkan menjadi limbah tak berbahaya (Asmadi, 2012).

Kualitas pengolahan limbah tidak terlepas dari dukungan dan sistem pengelolaan itu sendiri. Suatu pengelolaan limbah yang baik sangat dibutuhkan dalam mendukung hasil kualitas *effluent* sehingga tidak melebihi syarat baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah dan tidak menimbulkan pencemaran pada lingkungan sekitar. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 07 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan, setiap rumah sakit diwajibkan untuk memiliki sarana instalasi pengolahan limbah cair, dan apabila tidak memiliki maka wajib melakukan kerjasama dengan pihak ketiga. Hasil studi pengelolaan limbah rumah sakit di Indonesia menunjukkan bahwa hanya 53.4% rumah sakit yang melaksanakan pengelolaan limbah cair dan dari rumah sakit yang mengelola limbah tersebut hanya 51.1% yang melakukan dengan instalasi pengolahan air limbah cair dan *septic tank*.

Parameter pencemar air buangan rumah sakit yang perlu diperhatikan diantaranya *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Kadar BOD dan COD yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan sehingga mengakibatkan kematian organisme dalam air (Isyuniarto & Andrianto, 2008). Penelitian yang dilakukan oleh Rampengan dkk (2015) tentang Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL) RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado berdasarkan parameter BOD, COD dan coliform total menyimpulkan bahwa nilai BOD dan COD telah memenuhi syarat baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup NO: KEP- 58/MENLH/12/1995, sedangkan coliform total belum memenuhi syarat. Menurut peneliti, belum efektifnya IPAL RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dalam menurunkan kadar bakteri *coliform total* pada limbah cair, dikarenakan proses-proses yang berfungsi untuk menurunkan kadar bakteri *coliform total* dalam IPAL belum berjalan dengan baik.

Rumah Sakit Umum (RSU) GMIM Tonsea memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah untuk mengolah limbah cair. Air limbah yang dihasilkan bersumber dari kegiatan perawatan yang terdiri dari ruang jalan dan rawat inap, ruang Instalasi Rawat Darurat (IRD), Instalasi Bedah Sentral (IBS), laboratorium, ruang poliklinik, laundry rumah sakit, ruang radiologi, dapur, kamar mandi dan kamar mayat. Limbah cair tersebut diolah dalam instalasi pengolahan air limbah dengan sistem *biofilter aerobic* dan ditangani oleh unit Instalasi Pemeliharaan Sarana Rumah Sakit (IPSRS) RSU GMIM Tonsea. Sistem *biofilter aerobic* adalah sistem pengolahan limbah cair dengan bantuan aerasi untuk menguraikan zat organik serta lumpur aktif untuk pemberian oksigen secara mekanis pada saat proses pengolahan. Adapun keunggulan dari penggunaan sistem pengolahan ini yaitu lumpur yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan proses pengolahan *activated sludge process*, biaya operasional yang lebih rendah dan tahan terhadap perubahan beban secara mendadak. Namun ada pula kelemahan memakai sistem ini, yaitu membutuhkan operator yang terampil dan didiplin dalam mengatur jumlah massa mikroba dalam reaktor, membutuhkan penanganan lumpur yang berlanjut, serta efisiensi yang dapat tidak stabil dikarenakan proses fotosintesis yang dapat terhambat pada malam hari.

METODE

Penelitian ini termasuk penelitian *cross sectional*, bersifat observasional. Populasi dalam penelitian ini ialah air limbah Rumah Sakit, dan jumlah sampel dalam penelitian ini yakni 6 sampel, dimana 3 sampel pada pengambilan bak inlet dan 3 sampel pada pengambilan bak outlet. Teknik yang digunakan adalah *grab sampling* atau sampel sesaat yaitu pengambilan sampel air limbah yang mewakili keadaan yang ada pada satu tempat di waktu tertentu. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji T sampel berpasangan atau *paired sample t test* dan Uji Wilcoxon menggunakan SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian pada hari pertama didapatkan bahwa nilai BOD dan COD cenderung naik dari titik inlet ke titik outlet dan melewati baku mutu pada pengambilan sampel di pagi hari. Pada pengambilan di siang dan sore hari nilai BOD dan COD mengalami penurunan yang signifikan dari titik inlet ke titik outlet, sedangkan indikator pH cenderung mengalami kenaikan nilai dari titik inlet ke titik outlet pada tiga waktu pengambilan yaitu pagi, siang dan sore hari (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Uji Hari Pertama

No	Parameter	Pagi		Siang		Sore		Baku mutu
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
1	pH	7,13	7,24	6,92	7,17	7,33	7,36	6 – 9
2	BOD	45	50	40	27	37	13	30 mg/L
3	COD	114	201	116	60	118	104	100 mg/L

Pada pengambilan dan pengujian sampel hari kedua, didapatkan nilai BOD dan COD yang cenderung turun dari titik inlet ke titik outlet. Hal tersebut diatas berlaku pada tiga waktu pengambilan sampel. Nilai indikator pH juga cenderung turun pada sore hari (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Uji Hari Kedua

No	Parameter	Pagi		Siang		Sore		Baku mutu
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
1	pH	7,21	7,08	7,1	6,89	6,95	6,7	-
2	BOD	77	14	64	17	76	21	30 mg/L
3	COD	105	18	208	19	111	27	100 mg/L

Pada pengujian hari ketiga didapatkan bahwa nilai BOD dan COD cenderung sama dengan pengujian pada hari kedua dimana nilai BOD dan COD cenderung turun dari titik inlet ke titik outlet. Hal tersebut diatas juga berlaku pada tiga waktu pengambilan sampel. Nilai indikator pH justru lebih stabil dibandingkan dengan nilai pH pada pengujian di hari kedua (Tabel 3).

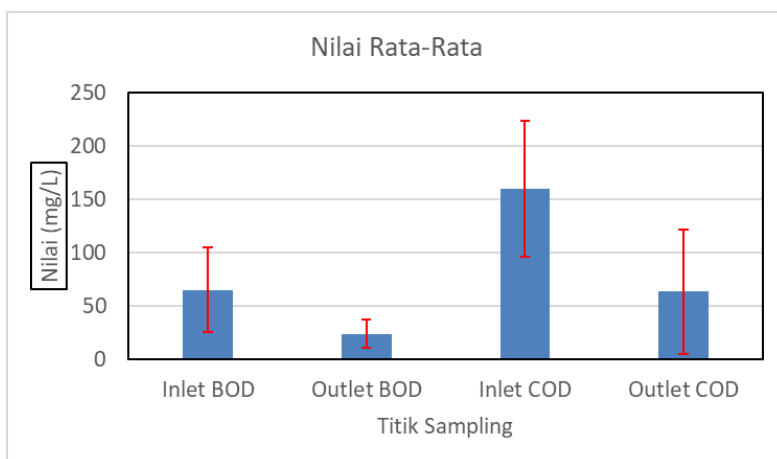
Tabel 3. Hasil Uji Hari Ketiga

No	Parameter	Pagi		Siang		Sore		Baku mutu
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	
1	pH	6,59	6,72	6,82	6,95	6,84	6,78	-
2	BOD	101	7	68	29	74	35	30 mg/L
3	COD	291	33	198	62	177	44	100 mg/L

Analisis Deskriptif

Pada penelitian ini dilakukan analisis deskriptif terhadap hasil pengujian sampel. Dari analisis deskriptif tersebut didapatkan bahwa nilai terendah BOD pada titik Inlet adalah 37 dan tertinggi adalah 101 sedangkan pada titik outlet nilai terendah adalah 7 dan tertinggi 50. Standar deviasi dari seluruh data hasil pengujian BOD pada titik inlet adalah 20.796 dan pada titik outlet adalah 13.219.

Pada hasil pengujian COD didapatkan bahwa pada titik inlet, nilai COD terendah adalah 105 dan tertinggi adalah 291 sedangkan pada titik outlet nilai COD terendah adalah 201 dan tertinggi 291. Standar deviasi COD pada inlet 63.678 dan pada outlet 58.366. Sebaran data-data tersebut diatas dapat dilihat dalam grafik berikut ini (Gambar 1).



Gambar 1. Sebaran Data Penelitian

Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan terhadap data BOD dan COD dengan menggunakan uji Kolmogorov-smirnov. Dari uji normalitas tersebut didapatkan bahwa signifikansi BOD pada titik inlet dan titik outlet adalah 0,2 atau berada di atas 0,05 sehingga disimpulkan bahwa data BOD berdistribusi normal. Pada data COD didapatkan bahwa signifikansi COD pada titik inlet adalah 0,01 dan pada titik outlet adalah 0,03 atau berada di bawah 0,05 sehingga disimpulkan bahwa data COD tidak berdistribusi normal.

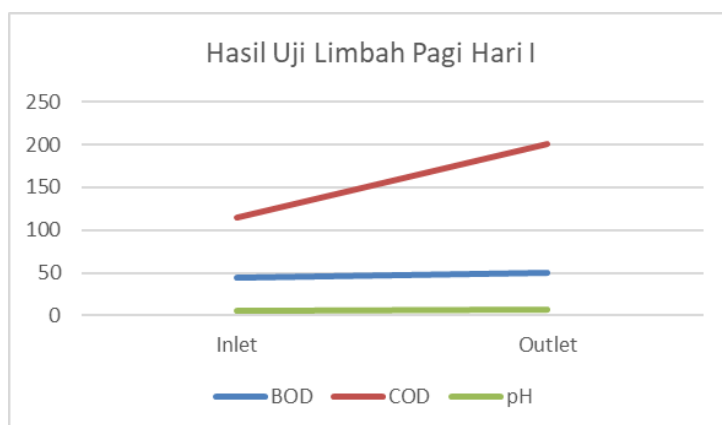
Uji Hipotesis

Uji hipotesis dalam penelitian ini menggunakan uji non-parametrik willcoxon. Uji willcoxon digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai mean atau rata-rata sampel yang berpasangan pada data yang tidak berdistribusi normal. Hasil uji hipotesis pada 8 sampel menunjukkan bahwa BOD dan COD Outlet lebih rendah dari Inlet dengan nilai Asymp. Sig (2-tailed) BOD = 0.011 dan COD = 0.033 atau $<0,05$. Pada Uji Wilcoxon jika nilai Nilai Asymp. Sig $<0,05$ maka terdapat perbedaan yang signifikan pada sampel berpasangan yang diuji. Dari hasil uji hipotesis di atas dimana nilai Asymp. Sig lebih kecil dari 0,05 maka penelitian ini menerima H_0 yaitu terdapat penurunan parameter COD dan BOD dari inlet ke outlet IPAL RSU GMIM Tonsea.

Pembahasan

BOD dan COD

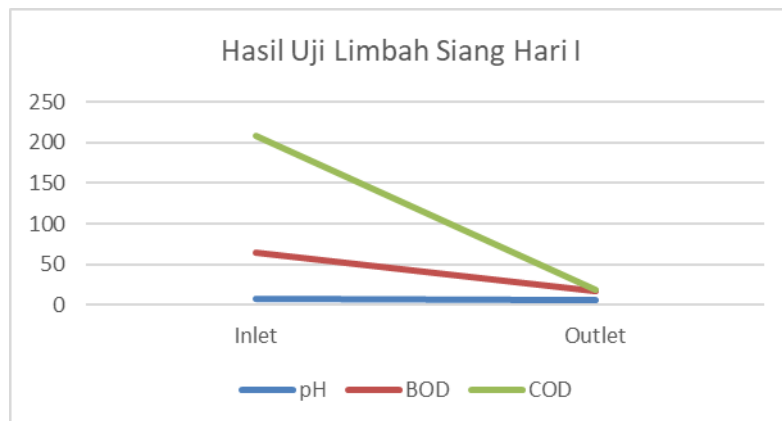
Dari hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat kenaikan nilai BOD dan COD pada Air Limbah Rumah Sakit Umum GMIM Tonsea dari titik Inlet ke titik Outlet pada waktu pengambilan pagi hari sebagaimana dalam tabel 2. Perubahan nilai BOD, COD dan pH dari titik inlet ke titik outlet dapat dilihat dalam grafik berikut ini:



Gambar 2. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Pagi Hari Pertama

Dari gambar 2 diatas dapat dilihat tren yang menanjak pada BOD dan COD. Hal tersebut dimungkinkan karena berdasarkan data observasi, pada saat pengambilan sampel mesin blower pada Instalasi Pengolahan Air Limbah dalam keadaan rusak sehingga menyebabkan asupan oksigen yang dibutuhkan oleh sistem biofilter berkurang yang berimbas pada naiknya nilai BOD dan COD pada titik outlet.

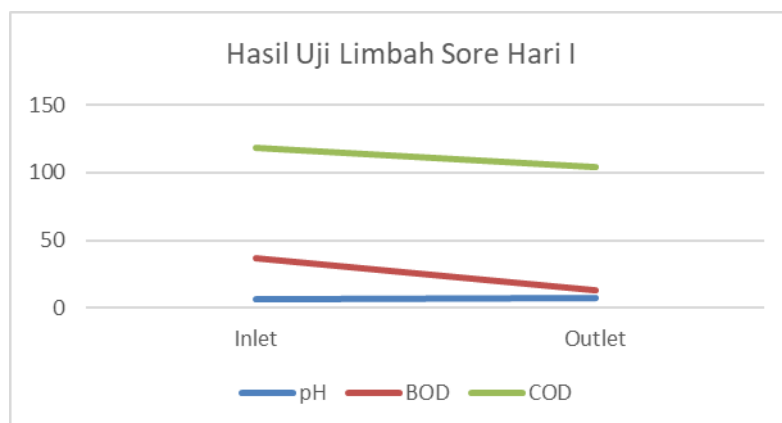
Hasil pengujian sampel di siang hari setelah mesin blower diperbaiki, hasil uji menunjukkan penurunan nilai BOD dan COD secara signifikan (Tabel 1) sebagaimana yang ditunjukkan dalam grafik berikut ini:



Gambar 3. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Siang Hari Pertama

Dari gambar 3 diatas dapat dilihat penurunan nilai BOD maupun COD yang signifikan. Hal tersebut dimungkinkan karena dengan penambahan oksigen ke dalam air limbah atau aerasi limbah maka proses penguraian yang dilakukan oleh bakteri terhadap senyawa-senyawa polutan organik dapat dipercepat (Fadzry dkk, 2020).

Pada pengujian sampel di sore hari, menunjukkan penurunan nilai BOD dan COD sebagaimana dalam grafik ini:



Gambar 4. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Sore Hari Pertama

Dari grafik 4 diatas juga dapat dilihat penurunan nilai BOD maupun COD yang signifikan. Hal tersebut di atas juga dimungkinkan karena adanya perbaikan mesin *blower* pada Instalasi Pengolahan Air Limbah sehingga proses penambahan oksigen ke dalam air limbah dapat berjalan maksimal dan mempercepat proses penguraian polutan-polutan dalam air limbah.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan sistem biofilter pada umumnya merupakan rancang bangun IPAL yang menggabungkan proses biologi aerob dan anaerob. Prinsip kerja dari IPAL biofilter aerob anaerob umumnya adalah sebagai berikut:

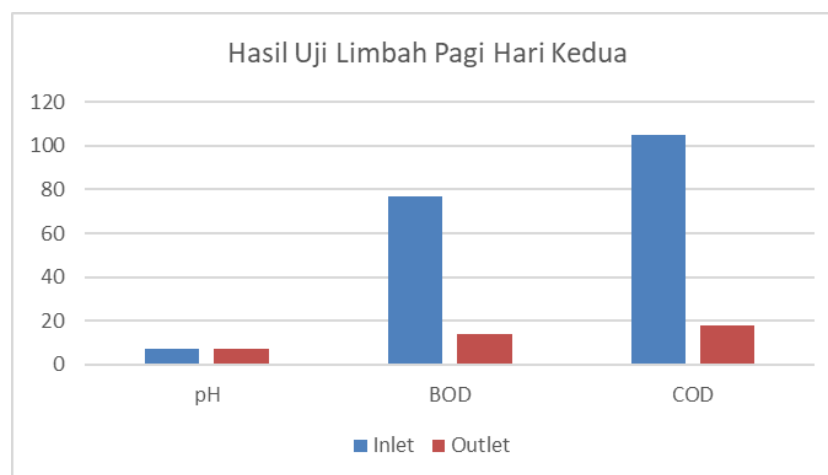
1. Seluruh air limbah yang dihasilkan dari kegiatan domestik, dialirkan seluruhnya ke dalam bak pemisah minyak dan lemak. Bak pemisah minyak dan lemak berfungsi untuk

menangkap atau memisahkan lemak atau minyak yang berasal dari kegiatan dapur serta untuk menangkap kotoran pasir, tanah atau senyawa padatan yang tidak dapat terurai secara biologis.

2. Air limpasan dari bak pemisah lemak selanjutnya dialirkan ke dalam bak pengendap awal untuk mengendapkan partikel lumpur, pasir, dan kotoran organik tersuspensi. Selain sebagai tempat untuk pengendapan, bak ini juga berfungsi sebagai tempat untuk menguraikan senyawa organik yang berbentuk padatan, *sludge digestion* (pengurai lumpur) dan penampung lumpur.
3. Air limpasan dari bak pengendap awal ini kemudian dialirkan ke dalam bak reaktor biofilter yang terdiri dari dua buah bak reaktor yaitu bak anaerob dan bak aerob dengan aliran dari atas ke bawah. Dalam bak reaktor ini bakteri atau mikroorganisme dikembangkan untuk menguraikan zat organik yang belum terurai dengan bantuan aerasi yang terus menerus pada reaktor aerob.
4. Sesudah melewati proses penguraian dalam bak reaktor anaerob dan aerob, limpasan air dialirkan ke dalam bak pengendap akhir guna pengendapan lumpur yang mengandung mikroorganisme dari bak reaktor untuk selanjutnya dialirkan ke bak klorinasi dan bak indikator biologi (Wulandari, 2014).

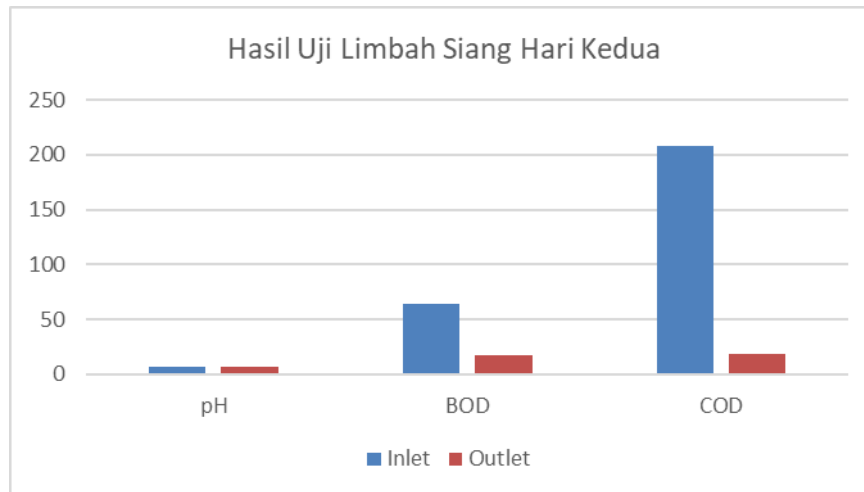
Berdasarkan empat prinsip kerja IPAL tersebut diatas, terdapat dua komponen penting dalam pengolahan air limbah dengan sistem biofilter yaitu: proses penambahan oksigen dan proses pertumbuhan bakteri (Sugiharto, 1987). Jika proses penambahan oksigen atau aerasi tidak berjalan, maka akan memiliki dampak yang tidak maksimal pada penurunan BOD maupun COD dalam air limbah.

Pada hari kedua terdapat penurunan nilai COD dan BOD dari titik inlet ke titik outlet di tiga waktu pengambilan sampel (Tabel 2). Demikian juga pada hari ketiga menunjukkan kondisi yang sama dimana terdapat penurunan nilai BOD COD dari titik inlet ke titik outlet (Tabel 3). Angka perubahan nilai BOD, COD dan pH dari titik inlet ke titik outlet pada hari kedua dan ketiga dapat dilihat dalam grafik berikut ini:



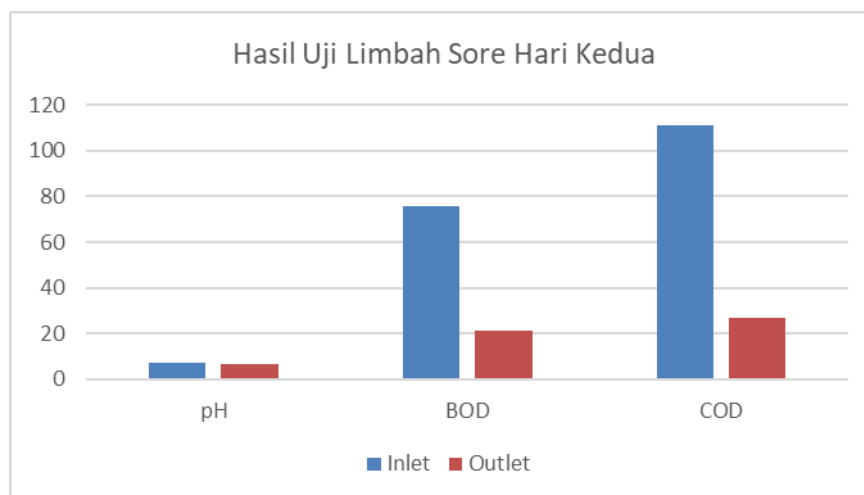
Gambar 5. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Pagi Hari Kedua

Dari gambar 5 diatas dapat dilihat bahwa pada hari kedua pagi penurunan nilai COD dan BOD sangat signifikan, sedangkan parameter pH sebagai parameter penunjang berada pada nilai yang hampir stabil dan memenuhi bakumutu, dalam artian bahwa air limbah berada pada suasana netral yang memungkinkan mikroorganisme dapat hidup untuk menguraikan zat-zat organik dalam limbah.



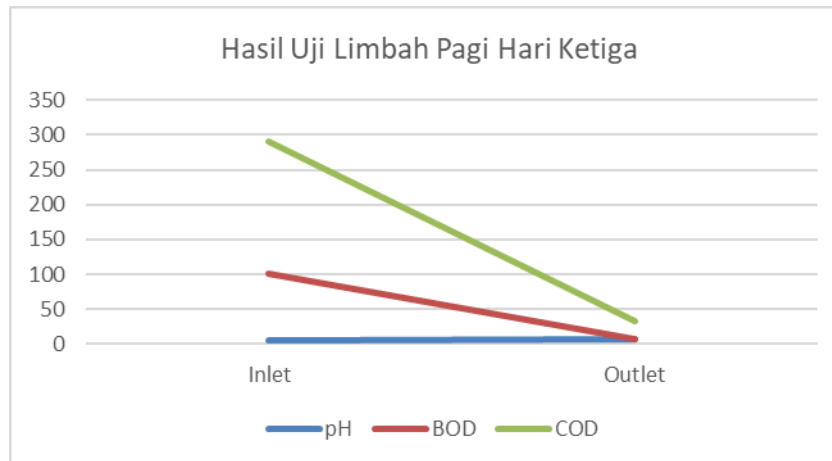
Gambar 6. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Siang Hari Kedua

Dari gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa pada hari kedua siang juga terdapat penurunan nilai COD dan BOD sangat signifikan. Parameter pH sebagai parameter penunjang tetap menunjukkan nilai yang stabil dan memenuhi bakumutu, atau berada pada suasana netral yang memungkinkan mikroorganisme dapat hidup untuk menguraikan zat-zat organik dalam limbah.



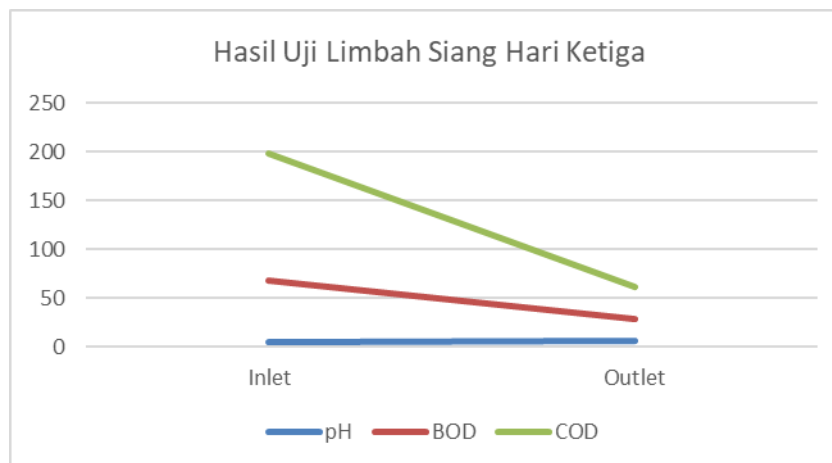
Gambar 7. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Sore Hari Kedua

Dari gambar 7 diatas dapat lihat bahwa terdapat penurunan nilai COD dan BOD sangat signifikan dan nilai parameter pH sebagai parameter penunjang tetap stabil dan memenuhi bakumutu, atau berada pada suasana netral yang memungkinkan mikroorganisme dapat hidup untuk menguraikan zat-zat organik dalam limbah



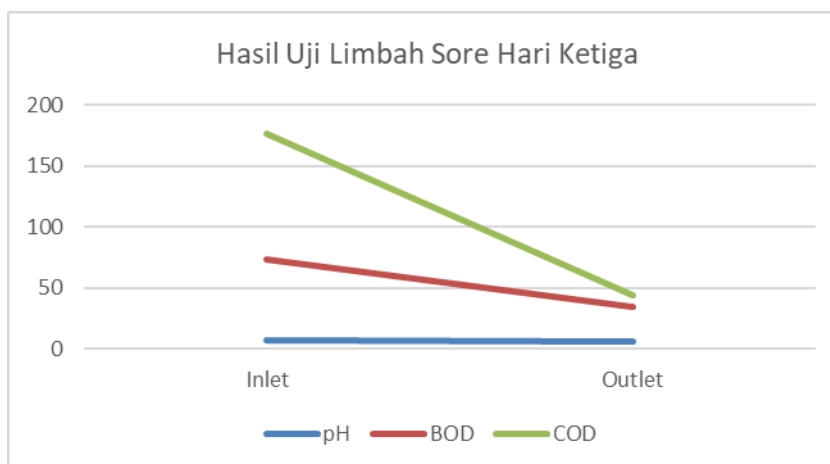
Gambar 8. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Pagi Hari Ketiga

Dari gambar 8 diatas juga dapat lihat bahwa terdapat penurunan nilai COD dan BOD seperti pada hari pertama dengan nilai parameter pH tetap stabil dan memenuhi bakumutu, atau berada pada suasana netral yang memungkinkan mikroorganisme dapat hidup untuk menguraikan zat-zat organik dalam limbah



Gambar 9. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Siang Hari Ketiga

Dari gambar 9 diatas dapat lihat bahwa terdapat penurunan nilai COD dan BOD yang signifikan dan nilai parameter pH yang tetap stabil dan memenuhi bakumutu seperti pada pagi hari atau berada pada suasana netral yang memungkinkan mikroorganisme dapat hidup untuk menguraikan zat-zat organik dalam limbah



Gambar 10. Perubahan Nilai dari Inlet ke Outlet pada Sore Hari Ketiga

Dari gambar 10 diatas dapat lihat bahwa ada penurunan nilai BOD dan COD yang signifikan sedangkan parameter pH tetap menunjukkan nilai yang hampir stabil. Hal diatas dimungkinkan karena adanya perbaikan mesin blower sehingga penambahan oksigen atau aerasi dapat berjalan maksimal dan mendukung proses penguraian pada sistem biofilter aerob pada pengolahan air limbah di RSUD GMIM Tonsea Minahasa Utara. Proses penambahan oksigen tersebut di atas merupakan proses pengambilan polutan yang terdapat dalam air limbah yang berupa gas, cairan, ion koloid, atau bahan tercampur. Aerasi dapat meningkatkan kecepatan berkontaknya gelembung udara dengan air limbah untuk menguraikan BOD dan COD, sedangkan bakteri diperlukan untuk menguraikan bahan polutan organik yang terdapat dalam air limbah (Sugiharto, 1987). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sari (2015) yang menyimpulkan bahwa pengolahan air limbah dengan sistem biofilter mampu menurunkan nilai BOD dan COD pada air limbah.

Pada analisis deskriptif, didapatkan simpangan baku atau standar deviasi yang tinggi sebagaimana dalam gambar 1. Standar deviasi yang tinggi menandakan banyaknya variasi dalam data penelitian. Meskipun demikian tidak berarti data penelitian tidak memenuhi syarat uji dikarenakan tidak ada standar mutlak berapa standar deviasi yang baik. Hal tersebut diatas dimungkinkan karena mengingat limbah yang diproduksi oleh rumah sakit atau yang dialirkan ke dalam IPAL berbeda-beda kandungan polutan pada tiap waktu, sehingga menyebabkan nilai COD maupun BOD sangat variatif.

Berdasarkan hasil uji statistik pada uji hipotesis yang menggunakan uji Wilcoxon didapatkan nilai signifikansi 0,33 pada uji BOD dan 0,11 pada uji COD yang berada di bawah 0,05. Dalam uji Wilcoxon ditetapkan jika nilai signifikansi uji lebih kecil dari 0,05 maka ada perbedaan yang signifikan antara variabel uji sehingga H_0 diterima dan H_1 ditolak sedangkan jika nilai uji lebih besar dari 0,05 maka H_0 ditolak dan menerima H_1 , sehingga penelitian ini menerima H_0 yaitu Terdapat penurunan parameter COD dan BOD dari inlet ke outlet IPAL RSUD GMIM Tonsea.

Umumnya instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dengan metode biofilter aerob anaerob sangat efektif terhadap penurunan nilai BOD dan COD dalam air limbah. Beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti tentang efektivitas IPAL biofilter aerob anaerob maupun penelitian mengenai kualitas BOD dan COD dalam limbah yang menggunakan IPAL biofilter aerob anaerob sebagaimana yang dilakukan oleh Karini dkk (2020) menyimpulkan bahwa kualitas BOD dan COD di titik outlet sesudah pengolahan memenuhi baku mutu. Hal yang sama dilakukan oleh Saputra (2018) yang menyimpulkan bahwa bakteri dalam IPAL dengan sistem aerob anaerob mampu menurunkan nilai BOD dan COD.

Selain pengolahan air limbah dengan sistem biofilter aerob anaerob, terdapat juga beberapa sistem pengolahan air limbah yang dapat menurunkan nilai BOD dan COD dalam air limbah seperti sistem lumpur aktif dan sistem *biological rotating contractor*. Namun instalasi pengolahan air limbah dengan sistem aerob anaerob lebih banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan dibanding sistem pengolahan air limbah yang lain diantaranya

pengoperasiannya mudah dan biaya operasinya murah, lumpur atau endapan yang dihasilkan sedikit dan suplai oksigen yang digunakan lebih sedikit serta dapat digunakan pada limbah dengan kadar BOD yang sangat tinggi (Wulandari, 2014).

SIMPULAN

Terdapat penurunan nilai BOD dan COD dari titik inlet (Xin) ke titik outlet (Xout) air limbah RSUD GMIM Tonsea. Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUD GMIM Tonsea efektif terhadap penurunan nilai BOD dan COD dari titik inlet (Xin) ke titik outlet (Xout).

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan terima kasih kepada RSUD GMIM Tonsea dan Laboratorium BTKL Manado yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad. 2013. Dampak Limbah Medis. The Indonesian Public Health Portal. Jurnal Limbah Medis Jakarta. 11(2): 7-9.
- Anonimous. 2009. Undang-Undang RI Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit.
- Anonimous. 2019. Kementerian Kesehatan RI. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta
- Arfan, dkk.2012. Studi Instalasi Pengolahan Air Limbah RSUP. Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar. 2012; 1(1): 5-7.
- Arifin, Istiqamah, dan S. Hamzani. 2016. Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit X Kabupaten Banjar. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 13 (1), hal. 306-314.
- Aris, 2012. Evaluasi Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit dengan Sistem Bio Natural (Studi Kasus Di RSUD Kelet Jepara) 2012; 11(1): 71-72.
- Atima. 2005. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. Biologi Science dan Education. 4(1), hal. 83
- Atima, W.A. 2015. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air Dan Baku Mutu Air Limbah Jurnal Biology Science & Education 2015 BIOLOGI SEL (vol 4 no 1 edisi jan-jun 2015 Page 85-98
- Asmadi. 2013. Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit. Yogyakarta: Goysen Publishing.
- Badan Riset Universitas Indonesia. Studi Kualitas Limbah Cair Rumah Sakit di Provinsi Maluku 2013; 3 (1): 6-7.
- BPPT. Pengelolaan Limbah Rumah Sakit Menuju Green Hospital. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2014; 1(1) 25-26.
- Creswell, J. W. 2010. Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ditjen Bina Upaya Kesehatan Dasar. 2014. Permenkes No. 75 tahun 2014 Pusat Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Menkes RI. Diakses: 9 Oktober 2015.
- Fadzry N, Hidayat H dan Eniati E. 2020. Analisis COD, BOD dan DO pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai Pengolahan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP ESDM Yogyakarta. Indonesian Journal Of Chemical Research. Vol.5 No.2
- Hadi, N. E. 2000. Aplikasi Metode Kualitatif dalam Penelitian Kesehatan. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Kementerian Kesehatan RI. 2004.
- Iqbal. 2013. Evaluasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Dr.Pirngadi Medan). 2013; 1(1): 41- 42.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan RI. 2019. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 07 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit.
- Kementerian Kesehatan RI. 2020. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 03 Tahun 2020 tentang Klasifikasi dan Perijinan Rumah Sakit

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 56 Tahun 2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. 2015. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor 56 tahun 2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik
- Kerubun, A.A. 2014. Kualitas Limbah Cair di Rumah Sakit Umum Daerah Tulehu JURNAL MKMI, September 2014, hal 180-185
- Mallongi, R.B.A. 2018. Studi Karakteristik Dan Kualitas BOD Dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto Dg. Pasewang Kabupaten Jeneponto. Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan. vol. 1 No. 1 (2018):
- Pratiyo. 2012. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit dengan Sistem Dewatering dalam Menurunkan Angka Bakteri Coliform Di RS Panti Wilasa Citarum Semarang. 2012;1(2): 20-25.
- Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun. 2014.
- Pruss, A, Giroult, E dan Rushbrook, P. 2005. Pengelolaan Aman Limbah Layanan Kesehatan. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Rahmat, B. dan A. Mallongi. 2018. Studi Karakteristik Dan Kualitas BOD Dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Umum Daerah Lanto Dg. Pasewang Kabupaten Jeneponto. Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK) Volume 1. Edisi Juni 2018
- Rahmawati dan Azizah. 2013. Studi Kualitas limbah Cair di Rumah Sakit Umum Daerah Nganjuk, 2013; 2 (5): 44-45.
- Rampengan, M.A.G., B. Polii, W. B. S. Joseph. 2015. Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado Berdasarkan Parameter Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Bakteri Coliform Total.
- Sami. 2012. Penyisihan COD, TSS, dan pH dalam Limbah Cair Domestik dengan Metode Fixed-Bed Column Up Flow. Jurnal Redaksi Lhokseumawe. 2012; 10 (21): 27-28.
- Sugito. 2013. Aplikasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Biofilter untuk Menurunkan Kandungan Pencemar BOD, COD dan TSS di Rumah Sakit Bunda Surabaya. 2013; 3(9): 19-21.
- Waang, D. G., F. Hironimus, dan R. Ruslan. 2016. Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Dan Penilaian Masyarakat Terhadap Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Umum W. Z. Yohanes Kupang. Jurnal Bumi Lestari, 16 (2), hal. 92-99
- World Health Organization. 2005. Dasar-dasar: Regulasi Manajemen Limbah Medis, Lingkungan dan Kesehatan Limbah Medis: Batasan: Indira Gandhi National Open University.
- Wulandari P R. 2014. Perencanaan dan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus Di Perumahan PT Pertamina Unit Pelayanan III Plaju Sumatera Selatan. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. 2014; 2 (3) hal 499 – 509.