

Analisis Kebutuhan Oksigen Biologi, Oksigen Terlarut, Total Suspensi Solit Dan Derajat Keasaman pada Air Limbah Rumah Sakit Pancaran Kasih Manado

**Adolfina Sumangando¹, Nickson J. Kawung², Rizald M. Rompas², Sonny Untu¹,
Nerni O. Potalangi¹**

¹Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Kristen Indonesia

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi
Manado

*Penulis Korespondensi, email: sumangandoadolfina@gmail.com

Diterima: 15 Maret 2022; Disetujui: 14 April 2022

ABSTRAK

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi limbah buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian; limbah cair klinis seperti air bekas cucian luka, cucian darah, dan limbah laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah mengukur dan mengetahui Jumlah kebutuhan oksigen biologis (BOD), Oksigen Terlarut (DO), total suspensi terlarut (TSS) dan pH pada air limbah rumah sakit pancaran kasih Manado. Pengambilan sampel air limbah menggunakan metode purposive sampling, dan analisis kualitas air limbah dilaksanakan dilaboratorium. Hasil penelitian diperoleh BOD₀ Inlet 5.19 mg/l, outlet 3,46 mg/l, BOD₅ inlet 2,67 mg/l, outlet 1.85 mg/l, DO₀ inlet 72,5 mg/l, outlet -3,75 mg/l, DO₅ inlet 72,5 mg/l, outlet 48,5 mg/l, TSS inlet 5,28 mg/l, outlet 30,15 mg/l dan pH inlet 8,0, outlet 7,0. Proses pengolahan air limbah rumah sakit Pancaran Kasih Manado sesuai sistem pengoalahan air limbah. Kandungan BOD, DO, TSS dan pH dibawah standar baku mutu air limbah rumah sakit sesuai dengan Kepmenkes Ri No. 1204 /Sk/X/2004.

Kata kunci: Air limbah, BOD, DO, TSS, pH

Abstract

Hospital wastewater are the all liquid waste originating from the process of the hospital activities which includes waste from bathrooms, kitchens, washing waters; clinical liquid waste such as water from wound washing, blood washing and laboratory waste. The purpose of this study was to measure and determine the amount of biological oxygen demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), total dissolved suspension (TSS) and pH in the wastewater of Pancaran Kasih Hospital, Manado. The wastewater sampling is using purposive sampling method, and the analysis of wastewater quality carried out in the laboratory. The results obtained BOD₀ inlet 5.19 mg/l, outlet 3.46 mg/l, BOD₅ inlet 2.67 mg/l, outlet 1.85 mg/l, DO₀ inlet 72.5 mg/l, outlet -3.75 mg/l, DO₅ inlet 72.5 mg/l, outlet 48.5 mg/l, TSS inlet 5.28 mg/l, outlet 30.15 mg/l and pH inlet 8.0, outlet 7.0. The process of wastewater treatment in Pancaran Kasih Hospital Manado was according to the wastewater treatment system. The content of BOD, DO, TSS and pH was below to the quality standard of hospital wastewater quality that accordance with Ministry of Health RI No. 1204 /SK/X/2004.

Keywords: Wastewater, BOD, DO, TSS, pH

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan fasilitas sosial yang tak mungkin dapat dipisahkan dengan masyarakat, dan keberadaannya sangat

diharapkan oleh masyarakat, karena sebagai manusia, masyarakat tentu menginginkan kesehatan tetap terjaga. Oleh karena itu rumah sakit mempunyai kaitan erat dengan keberadaan

kumpulan manusia atau masyarakat tersebut. Dimasa lalu, suatu rumah sakit dibangun disuatu wilayah yang jaraknya cukup jauh dari daerah pemukiman, dan biasanya dekat dengan sungai dengan pertimbangan agar pengelolaan limbah baik padat maupun cair tidak berdampak negatif bahkan dampak tersebut dapat diperkecil¹.

Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikro-organisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat disekitarnya. Oleh karena itu dampak air limbah rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku¹.

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi: limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian; limbah cair klinis yakni air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah, dll; air limbah laboratorium; dan lainnya. Air limbah rumah sakit yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah cair klinis umumnya mengandung senyawa pulutan organik yang cukup tinggi, dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis, sedangkan untuk air limbah rumah sakit yang berasal dari laboratorium biasanya mengandung logam berat yang mana bila air limbah tersebut dialirkan kedalam proses pengolahan secara biologis, logam berat tersebut dapat mengganggu proses pengolahannya. Oleh karena itu untuk pengolahan air limbah rumah sakit, maka air limbah yang berasal dari laboratorium dipisahkan dan ditampung, kemudian diolah secara kimia-fisika¹.

Kebutuhan oksigen biologi adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam air (mg/l) yang diperlukan selama stabilisasi dari bahan organik yang dapat berdekomposisi (mengurai) oleh kegiatan bakteri aerob. Stabilisasi yang sempurna memerlukan lebih dari seratus hari pada suhu 20°C. Namun dalam pengukuran BOD ini lazim dilakukan adalah perombakan

bahan organik yang dapat mengurai secara biokimia selama 5 hari dan oleh karenanya disebut juga BOD₅. Makin tinggi BOD makin tinggi pula oksigen yang diperlukan untuk merombak bahan organik secara biokimia (dalam suasana aerob), yang berarti menunjukkan banyaknya (tingginya konsentrasi) pencemar organik didalam air perlu diketahui bahwa tidak semua bahan organik dapat terurai oleh mikro. Untuk mengatasi keterbatasan ini dilakukan pengukuran dengan uji chemical oxygen demand².

Oksigen berperan penting dalam suatu perairan karena sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berfungsi dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga menentukan biologik yang dilakukan oleh organisme aerobik dan anaerobik. Peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrien yang ada pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrien dan gas³.

Total tersuspensi solid (TSS) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya.

Zat padat tersuspensi (TSS) merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik disuatu perairan. *Total Suspended Solid* (TSS), adalah salah satu parameter yang digunakan untuk pengukuran air kualitas air. Pengukuran TSS berdasarkan pada berat kering partikel yang terperangkap oleh filter, biasanya dengan ukuran pori tertentu. Umumnya, filter yang digunakan memiliki ukuran pori 0,45µm. Nilai TSS dari contoh air biasanya ditentukan dengan cara menuangkan air dengan volume tertentu, biasanya dalam ukuran liter, melalui sebuah filter dengan ukuran pori-pori tertentu⁴. pH (potensial hidrogen) adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen dari larutan. Pengukuran pH akan mengungkapkan derajat keasaman dan alkali (basa) dari suatu larutan. Setiap organisme

memiliki derajat keasaman yang berbeda-beda hal ini tergantung dari fisiologi tubuh setiap organisme.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium BTKL PP Kelas I

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam pemeriksaan parameter BOD, DO, TSS dan pH adalah :

- a) Air sampel
- b) DO meter
- c) Botol DO
- d) Botol sampel
- e) Pipet volumetrik 1,0 ml dan 10,0 ml
- f) Labu ukur 100 ml, 200 ml, 1000 ml
- g) 1 ml asam sulfat
- h) 1 ml kalsium klorida
- i) 1 ml perak sulfat
- j) Kertas saring
- k) pH meter

Penelitian ini menggunakan metode analisis laboratorium dan data hasil analisis menggunakan analisis deskriptif dimana data ditampilkan dan bentuk tabel.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling dimana dilakukan pada bak penampungan awal (inlet) dan bak penampungan terakhir (outlet) dilakukan 3 kali pengambilan yaitu pagi, siang dan sore hari. Pengambilan sampel menggunakan botol aqua kemudian dimasukkan dalam coolbox.

Analisis BOD dan DO

Pembuatan pereaksi

Larutan $MnSO_4$: Larutkan 480 mg $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ dalam 600 mL air suling, setelah larut encerkan dengan aquadest sampai 1000 mL dan disimpan di botol berwarna coklat.

Larutan Alkali Iodida Azida: Timbang 10 gram NaN_3 larutkan dalam 500 mL aquadest, tambahkan 500 gram NaOH dan 135 gram NaI aduk sampai larut. Encerkan larutan ini dengan aquadest menjadi tepat 1 liter. (NaOH dan NaI bisa diganti dengan 700 gram

KOH & 150 gram KI). Simpan larutan ini ke dalam botol. Larutan Asam Sulfat pekat p.a

Larutan Kanji: Timbang 0,5 gram kanji larutkan dalam 100 mL air mendidih, aduk hingga larut dan simpan di tempat dingin (*refrigerator*).

Larutan Natrium Thiosulfat 0,025 N: Timbang 6,205 gram $Na_2S_2O_7$ larutkan dalam aquadest yang telah dididihkan terlebih dahulu (agar bebas CO_2). Standarkan normalitasnya saat akan dipakai dengan larutan standar (KIO_3 atau $K_2Cr_2O_7$).

Prinsip

Berdasarkan oksigen yang terdapat dalam sampel yang akan mengoksidasi $MnSO_4$ yang ditambahkan ke dalam larutan $Na_2S_2O_7 \cdot 5H_2O$ pada suasana basa sehingga terbentuk endapan MnO_2 dengan penambahan H_2SO_4 dan KI, maka akan dibebaskan kemudian dititrasi secara iodometri oleh dengan menggunakan indikator kanji sampai terjadi perubahan warna dari biru menjadi tepat tak berwarna.

Prosedur

Air sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari dalam incubator dikelaurkan, Tambahkan 2 ml Alkali iodida azida, dan 2 $MnSO_4$, Homogenkan dengan cara bolak balik sebanyak 12 kali, Diamkan beberapa menit sampai endapan terpisah dengan air limbah, Jika endapan berwarna coklat maka air sampel mengandung oksigen, Pindahkan larutan bening yang ada dibotol winkler dengan cara dituang dalam erlemeyer 500 ml, Larutan bening dibotol winkler tambahkan 2 ml H_2SO_4 , Homogenkan dengan cara digoyangkan sampai tercampur merata, Pindahkan larutan bening yang ada dibotol winkler dengan cara dituang dalam erlemeyer 500 ml, Larutan dititrasi dengan $Na_2S_2O_7$ 0,025N sampai sampel berubah warna menjadi kuning mudah, Tambahkan 1 ml indikator amilum sehingga warnanya berubah menjadi donker, Kemudian dititrasi dengan $Na_2S_2O_7$ 0,025 N sampai sampel berubah warna menjadi bening, Catat pemakaian $Na_2S_2O_7$ 0,025 N sampai sampel berubah warna menjadi kuning mudah, Terjadinya perubahan warna dengan penambahan $Na_2S_2O_7$ menunjukkan adanya DO (oksigen Terlarut)

Perhitungan :

$$\text{DO(mg/L)} = \frac{a \times N \text{ natrium tiosulfat} \times 1000}{V \text{ sampel} - 5 \text{ (hari)}}$$

Keterangan :

N natrium thiosulfat = Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$
0.025 N

Untuk perhitungan BOD adalah sebagai berikut

$$\text{BOD} = (X_0 - X_5) - (B_0 - B_5) (1-P)/P$$

$$X_0 = D_0 \text{ nol hari sampel (mg O}_2\text{/l)}$$

$$X_5 = D_0 \text{ 5 hari sampel (mg O}_2\text{/l)}$$

$$B_0 = B_0 \text{ nol hari sampel (Mg O}_2\text{/l)}$$

$$B_5 = B_5 \text{ 5 hari sampel (mg O}_2\text{/l)}$$

Pengujian TSS

Pengujian TSS menggunakan metode gravimetri. Caranya adalah sampel air disaring menggunakan kertas saring ukuran 0,45 mikron, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 103 – 105°C hingga diperoleh berat tetap.

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 1000}{V}$$

Keterangan :

A = berat kertas saring dgn residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

V = volume contoh (mL)

Pengujian pH

Pengujian pH air limbah menggunakan kertas pH. Caranya kertas pH dicelupkan dalam sampel kemudian dibandingkan dengan indikator warna masing-masing nilai pH

Analisa Data

Hasil pengujian sampel dianalisa secara deskriptif kemudian dibandingkan dengan Standar Baku Mutu Air Limbah Rumah Sakit sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. KEP-58/MENLH/12/1995, Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit ⁵.

Hasil Dan Pembahasan

Sistem instalasi pengolahan air limbah rumah sakit pancaran kasih Manado, dimulai dari kamar mandi dan WC, wastafel kemudian ke bak kontrol. Untuk pengolahan limbah cair dari laundry dialirkan ke unit pengolahan detergent kemudian ke bak kontrol. Sedangkan untuk limbah cair dari dapur dialirkan ke unit pengolahan kandungan minyak/lemak dan selanjutnya ke bak kontrol. Kemudian untuk

limbah cair dari laboratorium dialirkan langsung ke bak kontrol dan seterusnya ke bak pengolahan penyerap logam berat. Limbah dari ke empat bagian ditampung pada satu bak pengontrol terakhir yang menggunakan saringan kasar dan halus baru kemudian di buang ke lingkungan melalui pipa. Hasil pengukuran kandungan BOD, DO, TSS dan pH pada air limbah di bak penampungan air limbah terakhir dan ke lingkungan ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Analisis kandungan BOD, DO, TSS dan pH pada air limbah Rumah Sakit Pancaran Kasih Manado.

Sampel	BOD ₀ (mg O ₂ /l)	BOD ₅ (mg O ₂ /l)	BOD Total	DO ₀ (mg O ₂ /l)	DO ₅ (mg O ₂ /l)	TSS mg/l	pH
Inlet	5,19	2,67	2,87	72,5	55,50	5,28	8.0
Outlet	3,46	1.85	-3.75	48,5	30,15	3,129	7.0

Baku mutu BOD (30 mg/l)

pH (6-9)

TSS (30 mg/l)

Berdasarkan Tabel terhadap data hasil analisis laboratorium tentang kandungan BOD, DO, TSS dan pH masih di bawah baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan RI nomor 1204/SK/X/2004. Dapat dilihat juga bahwa kandungan BOD setelah adanya treatment air limbah menurun dari 20,10 mg/l menjadi 2,87 mg/l, demikian juga DO, TSS dan pH nilainya dibawah baku mutu maksimal untuk limbah rumah sakit (Tabel) ⁶. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengolahan air limbah di rumah sakit Pancaran Kasih Manado telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Pemerintah. Hal ini memang harus diperhatikan oleh pihak pengelola rumah sakit karena rumah sakit tersebut berada di pusat kota Manado. Dengan adanya pengolahan air limbah yang baik maka dampak terhadap pencemaran lingkungan dapat diminimalisir terutama bagi masyarakat yang ada disekitar rumah sakit.

Kandungan BOD (Biological Oksigen Demand, atau kebutuhan oksigen biologis) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk menguraikan (mendegradasi) limbah bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut. Mekanisme penguraian bahan buangan organik melalui proses

oksidasi oleh mikroorganisme di dalam air. BOD juga menggambarkan jumlah bahan organik yang dapat terurai secara biologis di lingkungan air. Semakin banyak bahan organik yang terdapat dalam air, semakin banyak organisme mikro yang dapat didukungnya, sehingga akan meningkatkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai bahan organik tersebut, dan nilai BOD dari air tersebut akan semakin besar. Ini berarti semakin tinggi nilai BOD semakin tercemar air tersebut, karena proses penguraian bahan organik ini akan menghabiskan semakin banyak oksigen terlarut.

Oksigen terlarut dijadikan salah satu indikator terhadap air limbah karena dibutuhkan oleh mikroorganisme terutama bakteri untuk mengurai semua zat-zat organik yang terlarut atau tidak terlarut dalam air limbah. Oksigen terlarut adalah jumlah oksigen dalam miligram yang terdapat dalam satu liter air. Pengukuran oksigen terlarut diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik ⁷.

Total suspensi solid atau dikenal dengan total padatan tidak terlarut (TSS) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Zat yang tersuspensi biasanya terdiri dari zat organik dan anorganik yang melayang-layang dalam air, secara fisika zat ini sebagai penyebab kekeruhan pada air. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya.

Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi tidak boleh dibuang langsung ke badan air karena disamping dapat menyebabkan pendangkalan juga dapat menghalangi sinar matahari masuk ke dalam dasar air sehingga proses fotosintesa mikroorganisme tidak dapat berlangsung ⁸.

Nilai pH adalah gambaran jumlah atau aktivitas hidrogen dalam air. Secara umum, nilai pH menunjukkan seberapa asam atau basa suatu limbah ⁹. Pengertian pH (power of Hydrogen) sebenarnya adalah sebuah ukuran tingkat asam (acidity) atau basa (alkalinity) dari air tersebut. Derajat keasaman atau kadar ion H dalam air merupakan salah satu faktor kimia yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang hidup di suatu lingkungan.

Konsentrasi pH yang baik akan membantu kehidupan biologis dalam air limbah. Jika pH tidak netral akan menyulitkan penjernihan air limbah. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bahwa setiap rumah sakit maupun kegiatan usaha lainnya yang menghasilkan limbah cair harus memenuhi baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan ¹⁰.

Kandungan limbah cair rumah sakit mempunyail karakteristik yang hampir sama dengan limbah domestik karena sebagian berasal dari buangan tubuh manusia dan berbagai unit kegiatan lain, seperti dapur, dan laundry,¹¹ Karakteristik air limbah sebagian besar terdiri dari air (99%) dan sisanya terdiri dari partikel-partikel padat terlarut (*Dissolved solids*) dan tidak terlarut (*Suspended solids*) sebesar 0,1%. Partikel-partikel padat terdiri dari zat organik ($\pm 70\%$) dan zat anorganik ($\pm 30\%$). Zat-zat organik dari protein ($\pm 65\%$), karbohidrat ($\pm 25\%$), dan lemak ($\pm 10\%$). Zat-zat organik tersebut sebagian besar sudah terurai (*degradable*) yang merupakan sumber makanan dan media bakterimikroorganisme. Sedangkan zat-zat anorganik terdiri dari salts, dan metals (logam berat) yang merupakan bahan pencemar yang berbahaya. Pengelompokkan komposisi limbah cair ².

KESIMPULAN

Proses pengolahan air limbah di Rumah sakit Pancaran Kasih Manado sudah sesuai dengan peraturan pemerintah. Hasil analisis parameter kimia seperti BOD, DO, TSS dan pH kandungannya berada di bawah baku mutu air limbah rumah sakit sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI nomor 1204/Sk/X/2004 ⁶.

DAFTAR PUSTAKA

1. Said, Indonesia., Direktorat Teknologi Lingkungan., NI. *Kesehatan masyarakat dan teknologi peningkatan kualitas air*. Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material dan Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi; 1999.
2. Sugiharto. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Kanisius; 2008.

3. Sarudji D. *Kesehatan Lingkungan*. CV. Karya Putra Darwati; 2010.
4. MI. N. Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi Pada Pengolahan Air Limbah PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangkir. *Univ Sumatera Utara*. Published online 2008.
5. No KMLH. Tahun 1995 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit. *Jakarta Kementerian Lingkung Hidup*. Published online 58AD.
6. *KeputusanMenKesR.I.NO.1204/MENKES/SK/X/2004, Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*.
7. Agnes A dan. Perbedaan kadar BOD, COD, DO, TSS dan coliform pada air limbah sebelum dan sesudah pengolahan. *J Kesehat Lingkung*. Published online 2005.
8. Fardiaz S. *Polusi Air Dan Udara*. Kanisius; 1992.
9. Widigdo B. Manajemen Sumberdaya Perairan. *Bahan Kuliah Fak Perikan dan Ilmu Kelautan Inst Pertan Bogor*. Published online 2001.
10. Indonesia MLHR. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. *Kementerian Lingkung Hidup Republik Indones Jakarta*. Published online 2014.
11. G.A. P. No TitPerencanaan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Islam (RSI) Jemursari Surabayale. Published online 2005.