



PENELITIAN

~ LAINNYA ~

Analisis Parameter COD Dan BOD Pengolahan Limbah Cair Di RSUD Dr.Moewardi Metode Biofilter Aerob

COD And BOD Parameter Analysis Of Liquid Waste Treatment In RSUD Dr. Moewardi Aerobic Bio Filter Method

Anjani Ayundha Widya Lestari¹, Emi Erawati¹

¹ Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta

Corresponding author : anjaniayundha1@gmail.com

Abstrak

Rumah sakit merupakan salah satu unit yang memproduksi limbah atau sampah dari hasil kegiatan yang dilaksanakan di rumah sakit. Semakin kompleks kegiatan pada setiap ruangan atau unit di rumah sakit maka akan besar pula masalah sampah/limbah yang harus ditanggulangi. Rumah Sakit sebagai salah satu penghasil limbah terbesar, potensial menimbulkan pencemaran bagi lingkungan sekitarnya yang akan merugikan masyarakat bahkan Rumah Sakit itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar COD dan BOD pada limbah cair RSUD Dr. Moewardi sebelum dan sesudah di olah di biofilter aerobik dan mengetahui apakah sistem pengolahan limbah cair di RSUD Dr. Moewardi sudah sesuai dengan peraturan yang berlaku di rumah sakit PermenLHK No P.68/Menlhk/setjen/Kum 1/8/2016. Jenis penelitian yang dilaksanakan termasuk dalam penelitian deskriptif dengan uji laboratorium yaitu penelitian dengan menggunakan data hasil analisis kadar COD dan BOD sebelum diolah dan sesudah diolah di IPAL. Metode yang digunakan yaitu analisis anova dan nilai efisiensi IPAL. Hasil analisis COD dan BOD pada inlet terdapat hasil yang sudah memenuhi baku mutu air limbah domestik namun masih terdapat juga yang tidak memenuhi standar baku mutu air limbah domestik. Nilai efisiensi COD tertinggi terdapat pada bulan Januari 2022 sebesar 87,70 %, sedangkan nilai efisiensi BOD tertinggi terjadi pada bulan Januari 2022 yaitu sebesar 90,04 %.

Kata Kunci : *biofilter, BOD, COD, limbah cair*

Abstract

The hospital is one of the units that produce waste or waste from the results of activities carried out in hospitals. The complex the activities in each room or unit in the hospital, the bigger waste problem that must be addressed. Hospitals as one of the largest producers of the waste, have the potential to cause pollution to the surrounding environment which will harm the community and even the hospital itself. This study aims to determine the levels of COD and BOD in the liquid waste of Dr. Moewardi Hospital before and after being treated in a bio filter aerobic and to find out whether the wastewater treatment system at Dr. Moewardi Hospital is in accordance with the applicable regulations in the hospital PermenLHK No P.68/Menlhk/setjen/Kum 1/8/2016. The type of research carried out is included in descriptive research with laboratory tests, namely research using data from analysis of COD and BOD levels before processing and after processing in WWTP. The method used was ANOVA analysis and WWTP efficiency values. The results of the analysis of COD and BOD at the inlet there are results that already meet the quality standards of domestic wastewater but there are also those that do not meet the quality standards of domestic wastewater. The highest COD efficiency value was 87.70 % in January 2022, while the highest BOD efficiency was 90.04 % in January 2022.

Keywords : *bio filter, BOD, COD, liquid waste*

PENDAHULUAN

Pelayanan di rumah sakit Umum Daerah Dr. Moewardi adalah pelayanan 24 jam, selain berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, pasien, dan pengunjung RSUD Dr. Moewardi juga berhubungan dengan lingkungan rumah sakit. Karena setiap intalasi di rumah sakit menghasilkan limbah rumah sakit yang berbentuk padat, cair maupun gas. Rumah sakit adalah unit fasilitas umum yang menghasilkan limbah atau sampah dari kegiatan yang dilakukan di lingkungan rumah sakit (Putri, 2018); (Yustiani & Octavian, 2019); (Setiyanto dkk., 2016a). Rumah Sakit sebagai penghasil limbah memiliki potensi menimbulkan pencemaran bagi lingkungan (Maulana dkk., 2015). Banyaknya limbah rumah sakit yang dihasilkan maka banyak pula masalah sampah atau limbah yang harus ditanggulangi. Sampah atau limbah rumah sakit dapat mengganggu kesehatan lingkungan karena berbagai kandungan berbahaya yang terkandung didalamnya dapat menimbulkan dampak kesehatan (Sumalik & Nasrul, 2018) seperti antibiotik, radionuklida, dan desinfektan (Khan dkk., 2019) Limbah rumah sakit yang perlu diupayakan pengolahannya yaitu limbah cair (Fitriana & Weliyadi, 2016) karena air limbah perlu pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air (Pakasi, 2011).

Limbah cair merupakan air buangan termasuk tinja yang berasal dari seluruh kegiatan rumah sakit yang memiliki kandungan bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan (Firdaus, 2021); (Erdi, 2022); (Lubis dkk., 2020). Limbah cair rumah sakit, umumnya berasal dari kegiatan-kegiatan seperti perawatan, bedah, laboratorium, poliklinik, farmasi, *laundry*, dapur, asrama, dan kantor (Timpua & Pianaung, 2019a) yang mengandung senyawa organik dan anorganik cukup tinggi dan konsentrasinya melebihi baku mutu. Oleh sebab itu dampak limbah cair rumah sakit bagi kesehatan masyarakat sangat besar, maka tiap rumah sakit diwajibkan memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (Ronny & Syam, 2018). PermenLHK No P.68/Menlhk/setjen/Kum 1/8/2016 tentang baku mutu limbah cair mewajibkan setiap rumah sakit harus mengolah air limbah sampai standart yang diijinkan (Ratnawati & Alkholif, 2014). Pengelolaan limbah cair rumah sakit memiliki arti penting dalam mengamankan dan mengatasi lingkungan dari gangguan zat pencemar (Sari & Hermiyanti, 2020a). Biofilter diterapkan secara luas untuk nitrogen dan bahan organik pembuangan di instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (Cui dkk., 2020).

Biofilter merupakan reaktor dengan prinsip kerja menggunakan mikroorganisme tumbuh pada media filter yang membentuk lapisan *biofilm*. Biofilter terbagi menjadi dua jenis yaitu *biofilter aerob* dan *biofilter anaerob* (Hariyani & Sarto, 2018a). *Biofilter aerob* merupakan alat pengolahan limbah yang menggunakan bantuan mikroorganisme, pada alat tersebut disuplai kebutuhan oksigen secara kontinyu

(Rohana & Umar, 2020). Teknologi biofilter dalam menangani sistem pengolahan air limbah skala kecil maupun besar dapat beroperasi secara baik tanpa ada masalah serta mampu menurunkan kadar senyawa organik seperti COD, BOD, ammonia, dan fosfat (Hariyani & Sarto, 2018b).

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Juherah & Sirma, 2017) dan dapat terurai secara hayati (Lv dkk., 2022). Kadar COD yang tinggi menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut dalam air yang mengakibatkan kematian organisme akuatik (Hardiana & Mukimin, 2014). Tingginya bahan organik dan anorganik dalam air limbah domestik akan menyebabkan kenaikan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam air (Sarahrut & Herlina, 2018). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikroorganisme dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. (Setiyanto dkk., 2016b).

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah kebutuhan oksigen biologis yang diperlukan mikroorganisme untuk memecah bahan organik secara *aerobic* (Daroni & Arisandi, 2020). Dalam menurunkan BOD menggunakan bantuan mikroorganisme seperti bakteri, fungi dan virus yang ada pada limbah cair. Pengolahan yang baik mampu menurunkan kadar BOD sampai dengan 95% (Timpua & Pianaung, 2019b). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kadar BOD air limbah diakibatkan oleh kandungan serta jenis bahan organik yang ada di dalam air, suhu, densitas plankton, oksigen terlarut, nilai pH, dan keberadaan mikroba. Apabila kandungan BOD tinggi, maka akan mengakibatkan penyusutan oksigen terlarut melalui proses penguraian bahan organik pada kondisi aerobik dan penurunan nilai pH dalam suatu perairan (Wibowo & Syarif, 2021). Ketika suatu limbah tingkat degradasinya semakin tinggi, maka rasio BOD/COD tersebut akan berbanding lurus menjadi semakin besar (Sari & Hermiyanti, 2020b).

Berdasarkan hasil analisis COD, BOD dan pH di bak *inlet* IPAL RSUD Dr.Moewardi. Limbah di bak *inlet* di uji oleh Laboratorium PT. Cito Diagnosa Utama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis COD, BOD, dan pH di bak *inlet*

Parameter yang di analisis	Oktober	November	Desember	Januari
COD (mg/L)	239	76,2	92,0	627
BOD (mg/L)	100	37	52	211
pH	8,5	9,3	8,4	7,4

Data sekunder RSUD Dr.Moewardi

Karena masih tingginya kadar COD dan BOD yang belum sesuai dengan baku mutu, perlu dilakukan pengolahan air limbah agar sesuai dengan PermenLHK No P.68/Menlhk/setjen/Kum 1/8/2016. Maka peneliti tertarik melakukan penelitian tersebut.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah *observational analytic* dalam pendekatan deskriptif untuk mengetahui kualitas air limbah Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Moewardi berdasarkan parameter COD dan BOD. Jenis penelitian yang dilaksanakan termasuk dalam penelitian deskriptif dengan uji laboratorium yaitu penelitian dengan menggunakan data hasil analisis kadar COD dan BOD sebelum diolah dan sesudah diolah di IPAL. Metode yang digunakan yaitu analisis anova dan nilai efisiensi IPAL

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel air limbah pada bak *inlet* dan bak *outlet*, air limbah tersebut berasal dari kegiatan yang dilaksanakan di RSUD Dr. Moewardi. Uji kadar COD dan BOD air limbah RSUD Dr.Moewardi dilakukan oleh PT.Cito Diagnostika Utama. Setelah sampel diuji kandungan kadar COD dan BOD pada air limbah RSUD Dr.Moewardi dilakukan analisis ANOVA satu arah pada bak *inlet* dan bak *outlet* serta analisis efisiensi IPAL.

Hasil Uji Kadar COD dan BOD Di Bak Inlet dan Bak Outlet Terhadap pH)

Berdasarkan hasil uji kadar COD, BOD dan pH di bak *inlet* IPAL RSUD Dr. Moewardi. Limbah di bak *inlet* di uji oleh Laboratorium PT. Cito Diagnosa Utama dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil uji kadar COD, BOD, dan pH di bak *inlet*

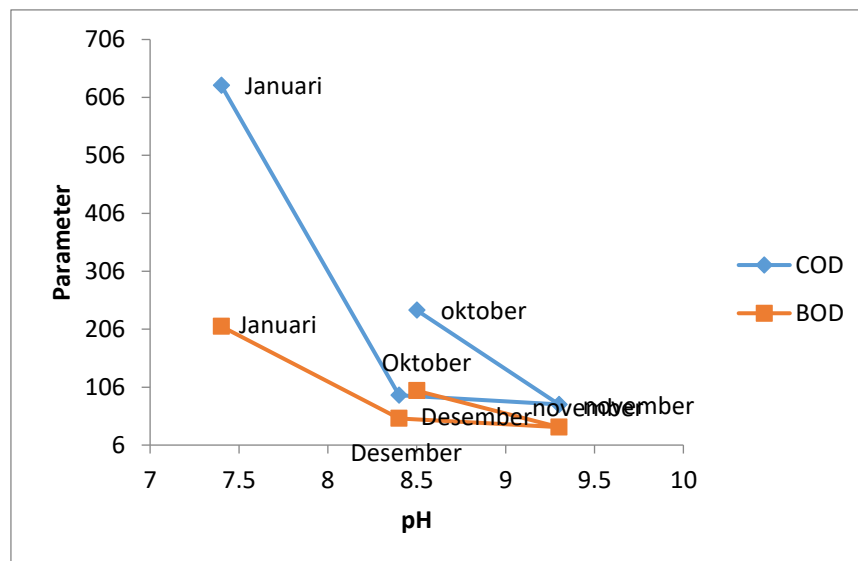
Parameter yang di analisis	Oktober	November	Desember	Januari
COD (mg/L)	239	76,2	92,0	627
BOD (mg/L)	100	37	52	211
pH	8,5	9,3	8,4	7,4

Data sekunder RSUD Dr.Moewardi

Berdasarkan Tabel 1 di dapatkan hasil COD *inlet* berada dibawah baku mutu yaitu pada bulan November 2021 sebesar 76,2 mg/L dan Desember 2021 sebesar 92 mg/L, sedangkan pada bulan Oktober 2021 dan Januari 2022 kadar COD melebihi baku mutu yaitu masing-masing sebesar 239 mg/L dan 627 mg/L.

Kadar BOD di *inlet* pada bulan Oktober 2021 – Januari 2022 didapatkan hasil yang melebihi baku mutu sebesar 100, 37, 52, dan 211 mg/L.

Grafik 1: Hasil uji kadar COD, dan BOD terhadap pH di bak *inlet*



Grafik 1 menunjukkan grafik bahwa tinggi rendahnya kadar COD dan BOD dipengaruhi oleh pH

Hasil uji kadar COD, BOD, dan pH di bak *outlet* didapatkan hasil pada Tabel 3.

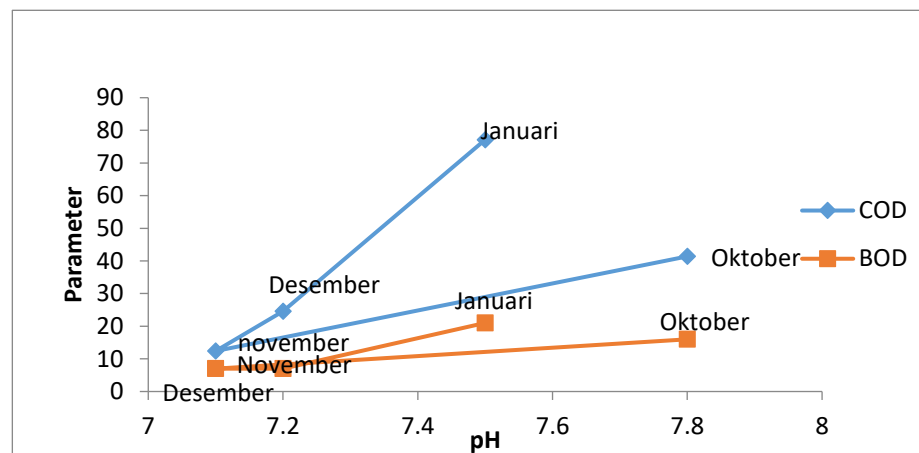
Tabel 3. Hasil uji kadar COD, BOD, dan pH di bak *outlet*

Parameter yang di analisis	Oktober	November	Desembe r	Januari
COD (mg/L)	41,4	12,4	24,6	77,1
BOD (mg/L)	16	7	7	21
pH	7,8	7,1	7,2	7,5

Data sekunder RSUD Dr.Moewardi

Berdasarkan Tabel 3 parameter COD dan BOD di bak *outlet* telah memenuhi baku mutu air limbah domestik sesuai dengan PermenLHK No P.68/Menlhk/setjen/Kum 1/8/2016.

Grafik 2: Hasil uji kadar COD, dan BOD terhadap pH di bak *outlet*



Penurunan parameter COD dan BOD disebabkan adanya proses *biofilter aerob*. Sistem pada reaktor biofilter yang terdiri dari medium penyangga, lapisan *biofilm* yang melekat pada medium, lapisan air limbah dan lapisan udara yang terletak diluar. Senyawa polutan yang ada didalam air limbah misalnya senyawa organik (BOD, COD) ammonia, dan fosfat akan terdifusi ke dalam lapisan atau *biofilm* biologis yang melekat pada permukaan medium. Pada saat yang bersamaan dengan menggunakan oksigen terlarut di dalam air limbah, senyawa polutan tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada di dalam lapisan biofilm dan energi yang dihasilkan akan diubah menjadi biomassa. Suplai oksigen akan pada lapisan *biofilm* dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan cara kontak dengan udara luar atau dengan menggunakan *blower* udara atau pompa resirkulasi dalam permukaan media.

Dari hasil penurunan parameter COD dan BOD dari *inlet* ke *outlet* IPAL hal tersebut sesuai berdasarkan penelitian (Hariyani & Sarto, 2018c) bahwa penurunan parameter air limbah terjadi karena bakteri *anaerob-aerob* yang berperan menguraikan bahan organik di dalam air limbah. Bakteri *anaerob-aerob* tumbuh pada suhu yaitu 27-37 °C dan pH 6,6-7,6. Berdasarkan (Lemji & Eckstädt, 2013) menunjukkan pH air limbah (6-8) dapat meningkatkan efisiensi penurunan COD sebesar 86,67±95 % dan berefek kecil terhadap kinerja IPAL untuk rentang suhu yang diberikan, yang sesuai dengan data sekunder RSUD Dr. Moewardi.

Analisis Uji Anova Pengaruh pH Terhadap Penurunan kadar COD dan BOD Pada Bak Inlet dan Outlet

Dengan menggunakan Anova satu arah untuk mengolah data maka akan di ketahui pengaruh pH terhadap penurunan kadar COD dan BOD pada air limbah di *inlet*. Metode anova yang digunakan yaitu metode anova satu arah.

Tabel 4. Hasil Anova di bak *inlet*

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	128.138,2	2	64.069,1	2,67	0,12	4,26
Within Groups	215.723,9	9	23.969,3			
Total	343.862,1	11				

Data didapatkan berdasarkan hasil perhitungan anova

Berdasarkan Tabel 4 hasil anova satu arah pada bak *inlet* diperoleh diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 2,67. Nilai $F_{tabel} = 0,05$ dengan derajat bebas 1 (df_1)= 2 dan derajat bebas 2 (df_2) = 9 adalah 2,67. Nilai $F_{hitung} = 2,67$ lebih kecil dari $F_{tabel} = 4,26$ menunjukkan bahwa pH mempengaruhi penurunan kadar COD dan BOD.

Tabel 5. Hasil Anova di bak *outlet*

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	2.269,09	2	1.134,543	4,06	0,055	4,26

Within Groups	2.517,28	9	2.79,697
Total	4.786,37	11	

Data didapatkan berdasarkan hasil perhitungan anova

Berdasarkan Tabel 5 hasil Anova satu arah diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 4,06. Nilai $F_{tabel} = 0,05$ dengan derajat bebas 1 (df_1) = 2 dan derajat bebas 2 (df_2) = 9 adalah 4,056. Nilai $F_{hitung} = 4,06$ lebih kecil dari $F_{tabel} = 4,26$ menunjukkan bahwa pH mempengaruhi penurunan kadar COD dan BOD.

Analisis Efisiensi IPAL

Analisis efisiensi IPAL penurunan kadar COD dan BOD dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1.

$$EFF (\%) = \frac{\text{nilai awal} - \text{nilai akhir}}{\text{nilai awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

EFF (%) = Efisiensi

Efisiensi IPAL terhadap penurunan kadar COD dan BOD air limbah RSUD Dr. Moewardi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Efisiensi IPAL terhadap penurunan kadar COD dan BOD

Bulan	Efisiensi IPAL (%)	
	COD	BOD
Oktober	82,67	84
November	83,72	81,08
Desember	73,26	86,53
Januari	87,70	90,04

Data didapatkan berdasar perhitungan efisiensi

Efisiensi IPAL terhadap penurunan kadar COD dan BOD pada Tabel 6. Dari data tersebut hasil parameter COD didapatkan persentase efisiensi sebesar 82,67 % pada bulan Oktober 2021; 83,72 % pada bulan November 2021; sebesar 73,26 % pada

bulan Desember 2021; dan 87,70 % pada bulan Januari 2022. Efisiensi paling tinggi yaitu pada bulan Januari 2022 dengan efisiensi sebesar 87,70 %.

Sedangkan pada parameter BOD, hasil persentase efisiensi didapatkan nilai sebesar 84 % pada bulan Oktober 2021; 81,08 % pada bulan November 2021; 86,53 % pada bulan Desember 2021; dan 90,04 % pada bulan Januari 2022. Efisiensi paling tinggi yaitu pada bulan Januari 2022 dengan efisiensi sebesar 90,04 %.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis COD dan BOD yang dilakukan oleh laboratorium PT.Cito Diagnosa Utama di *inlet* hasil COD dan BOD masih melebihi baku mutu. Sedangkan pada analisis COD dan BOD di *outlet* telah memenuhi baku mutu air limbah domestik sesuai dengan PermenLHK No P.68/Menlhk/setjen/Kum 1/8/2016. Dari hasil yang diperoleh diuji menggunakan ANOVA satu arah menggunakan program Microsoft Excel 2010. Hasil dari uji ANOVA satu arah didapatkan hasil yaitu pH mempengaruhi penurunan terhadap kadar COD dan BOD air limbah. Efisiensi tertinggi pada pengolahan limbah cair di IPAL RSUD Dr.Moewardi terjadi pada bulan Januari 2022 dengan nilai efisiensi sebesar 87,70 % pada COD dan 90,04 % pada BOD.

DAFTAR PUSTAKA

- Cui, B., Yang, Q., Liu, X., Wu, W., Liu, Z., & Gu, P. (2020). Achieving partial denitrification-anammox in bio filter for advanced wastewater treatment. *Environment International journal*, 138(October 2019), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105612>
- Daroni, T. A., & Arisandi, A. (2020). Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) Di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Journal Juvenil*, 1(4), 558–566.
- Erdi, F. (2022). TEKNOLOGI BIOFILTER SEBAGAI PENGOLAHAN AIR LIMBAH RUMAH SAKIT. *Environmental Engineering Journal ITATS*, 2(1), 28–34.
- Firdaus, N. (2021). Analisis Pengolahan Limbah Padat Rumah Sakit Bhayangkara Kota Palangka Raya Kalimantan Tengah. *Sultan Agung Fundamental Research Journal* //, 2(1), 41–64.
- Fitriana, L., & Weliyadi, E. (2016). Uji Efektifitas Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Pertamedika Menggunakan Sistem Biofilter Aerob-Anaerob. *Harpodon Borneo*, 9(2), 111–122. <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/harpodon/article/view/155>

- Hardiana, S., & Mukimin, A. (2014). PENGEMBANGAN METODE ANALISIS PARAMETER MINYAK DAN LEMAK PADA CONTOH UJI AIR. *Journal of Industrial Pollution Prevention Technology*, 5(1), 1–6.
- Hariyani, N., & Sarto, S. (2018). Evaluasi penggunaan biofilter anaerob-aerob untuk meningkatkan kualitas air limbah rumah sakit Evaluating the use of anaerob-aerob bio filter to increase the quality of hospital wastewater. (*BKM Journal of Community Medicine and Public Health*, 34(5), 199–204.
- Juherah, & Sirma, M. (2017). KEMAMPUAN MEDIA PAPAN PAKIS SEBAGAI BIOFILTER DALAM MENURUNKAN KADAR BOD DAN COD PADA AIR LIMBAH PEMOTONGAN AYAM. *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 17(II), 93–97.
- Khan, N. A., Ahmed, S., Vambol, S., Vambol, V., & Farooqi, I. H. (2019). Field hospital wastewater treatment scenario. *Ecological Questions*, 30(3), 57–69. <https://doi.org/10.12775/EQ.2019.022>
- Lemji, H., & Eckstädt, H. (2013). A pilot scale trickling filter with pebble gravel as media and its performance to remove chemical oxygen demand from synthetic brewery wastewater. *Journal of Zhejiang University. Science.*, 10(14), 924–933.
- Lubis, P. H., Hartati, & Noviades, D. (2020). FUNGSI DINAS LINGKUNGAN HIDUP KOTA JAMBI TERHADAP PENGAWASAN PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN. *Journal of Administration Law*, 1(2), 100–118.
- Lv, Z., Shan, X., Xiao, X., & Cai, R. (2022). Excessive greenhouse gas emissions from wastewater treatment plants by using the chemical oxygen demand standard. *SCIENCE CHINA Earth Sciences*, 65(1), 87–95.
- Maulana, M., Kusnanto, H., & Suwarni, A. (2015). Manajemen Pengolahan Limbah Padat Rumah Sakit Jogja. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 69–76. <https://doi.org/10.47317/jkm.v8i1.271>
- Pakasi, F. G. (2011). Analisis Kualitas Limbah Cair Pada Instalasi Pengolahan Limbah Cair (Iplc) Rumah Sakit Umum Liun Kendage Tahun 2010. *JKL*, 1(1), 13–19.
- Putri, A. H. (2018). Efektivitas Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit Terhadap Dampak Lingkungan Hidup. *Krtha Bhayangkara*, 12(1), 78–90. <https://doi.org/10.31599/krtha.v12i1.31>
- Ratnawati, R., & Alkholif, M. (2014). DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH

- (IPAL) BIOFILTER UNTUK MENGOLAH AIR LIMBAH POLIKLINIK UNIPA SURABAYA. *Jurnal Teknik WAKTU*, 12(02), 73–82.
- Rohana, R., & Umar, F. (2020). Desain Perencanaan Ipal (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Menggunakan Proses Biofilter “Up Flow” Rumah Sakit Pendidikan Unismuh. *Jurnal Linears*, 3(1), 32–37. <https://doi.org/10.26618/j-linears.v3i1.3222>
- Ronny, R., & Syam, D. M. (2018). Aplikasi Teknologi Saringan Pasir Silika dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Mitra Husada Makassar. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 4(2), 62–66.
- Sarahrut, M., & Herlina, N. (2018). Studi Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Domestik Buatan Menggunakan Biofilter Aerob Tercelup dengan Media Bioring. *Jurnal Dampak*, 15(1), 31–36.
- Sari, S. V., & Hermiyanti, P. (2020). Pengaplikasian Kayu Apu (Pistia stratiotes L) Dalam Menurunkan Kadar BOD , COD dan TSS Pada Limbah Cair Laboratorium Di RSUD Besuki Kabupaten Situbondo. *Jurnal Keperawatan Profesional (JKP)*, 8(1), 1–14.
- Setiyanto, R. A., Darundiati, Y. H., & Joko, T. (2016). EFEKTIVITAS SISTEM CONSTRUCTED WETLANDS KOMBINASI MELATI AIR (Echinodorus palaefolius) DAN KARBON AKTIF DALAM MENURUNKAN KADAR COD (Chemical Oxygen Demand) LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(1), 436–441.
- Timpua, T. K., & Pianaung, R. (2019). UJI COBA DESAIN MEDIA BIOFILTER ANAEROB AEROB DALAM MENURUNKAN KADAR BOD, COD, TSS DAN COLIFORM LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT. *JKL*, 9(1), 75–80.
- Wibowo, D., & Syarif, A. (2021). Perencanaan Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Metode Biofilter Anaerob – Aerob. *Jurnal TELUK*, 1, 14–19.
- Yustiani, Y. M., & Octavian, R. E. N. (2019). EVALUASI OPERASIONAL SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH PADAT MEDIS DI RUMAH SAKIT GARUT. *EnviroSan*, 2(1), 14–18.