

EFEKTIVITAS INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH SECARA BIOLOGIS AEROBIK TERHADAP PENURUNAN KADAR COD, BOD, PH, TSS DAN MPN COLIFORM DI RUMAH SAKIT

Arief Wibowo^{1,3}, Linda Hotmaida^{2*}, Gurdani Yogisutanti³

¹ Rumah Sakit HA Rotinsulu Bandung

^{2,3} Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat Institut Kesehatan Immanuel Bandung

Email : lindahotmaida13@gmail.com

Abstrak

Rumah sakit sebagai tempat pelayanan kesehatan yang dirancang, dioperasikan, serta dipelihara dengan memperhatikan aspek kesehatan manusia dan lingkungan yang mencakup kebersihan fisik, limbah padat, limbah cair, air bersih, dan serangga atau binatang pengganggu. Diperlukan sistem pengolahan air limbah rumah sakit, sehingga ketika di keluarkan ke lingkungan tidak memiliki dampak bagi lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis efektivitas pengolahan air limbah secara biologis aerobik di RS Paru Dr. H. A. Rotinsulu dengan parameter COD, BOD, pH, TSS dan MPN Coliform tahun 2021. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan desain penelitian *quasi experiment*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem *biologis aerobik* di RS Paru Dr. H. A. Rotinsulu efektif dalam menurunkan kadar parameter yaitu COD sebesar 58,03%, TSS sebesar 55,24%, MPN Coliform sebesar 99,89%. Sistem pengolahan air limbah masih belum efektif dalam menurunkan parameter pH yaitu mengalami kenaikan dari 7,36 menjadi 7,56 tetapi masih memenuhi baku mutu. sementara untuk BOD meskipun terdapat penurunan sebesar 58,53%, namun hasil penurunan tersebut tidak memenuhi baku mutu dan dapat dikatakan tidak efektif. Untuk dapat hasil outlet yang baik dan memenuhi standar baku mutu diharapkan tenaga sanitarian agar melakukan pemantauan atau pengecekan berkala sehingga mencegah terganggunya proses pengolahan air limbah

Kata Kunci: limbah rumah sakit, sistem pengolahan air limbah, efektivitas

Abstrack

Hospital as a place for health services that is designed, operated, and maintained by taking into account aspects of human health and the environment which includes physical cleanliness, solid waste, liquid waste, clean water, and insects or nuisance animals. A hospital wastewater treatment system is needed so that when it is released into the environment it does not have an impact on the environment. The purpose of this study was to analyze the effectiveness of aerobic biological wastewater treatment at Dr. Lung Hospital. HA Rotinsulu with parameters COD, BOD, pH, TSS and MPN Coliform in 2021. The type of research used is quantitative research with a research quasi-experimental design. Based on the research that has been done, it was found that hospital wastewater treatment with systems aerobic biological at the Dr. Lung Hospital. Rotinsulu HA was effective in reducing the levels of parameters, namely COD by 58.03%, TSS by 55.24%, MPN Coliform by 99.89%. The wastewater treatment system is still not effective in reducing the pH parameter, which has increased from 7.36 to 7.56 but still meets the quality standard. while for BOD, although there was a decrease of 58.53%, the results of the decrease did not meet the quality standard and could be said to be ineffective. In order to get good outlet results and meet quality standards, it is expected that sanitarian staff will carry out periodic monitoring or checks so as to prevent disruption of the wastewater treatment process.

Keywords: hospital waste, wastewater treatment system, effectiveness

Pendahuluan

Rumah sakit merupakan organisasi yang kompleks, unik, padat modal, padat karya, padat teknologi, padat masalah, dan padat limbah yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat. Rumah sakit sebagai tempat pelayanan kesehatan yang dirancang, dioperasikan, serta dipelihara dengan memperhatikan aspek kesehatan manusia dan lingkungan yang mencakup kebersihan fisik, limbah padat, limbah cair, air bersih, dan serangga atau binatang pengganggu (Halim, 2013).

Kementerian Kesehatan RI pernah melakukan survei pengelolaan limbah di 88 rumah sakit di luar Kota Jakarta. Menurut kriteria *World Health Organization* (WHO), pengelolaan limbah rumah sakit yang baik bila persentase limbah medis 15%. Namun, di Indonesia mencapai 23,3%, melakukan pewadahan 20,5%, pengangkutan 72,7% limbah rumah sakit. (Kerubun, 2014).

Berdasarkan data dari Kementerian LHK yang dihimpun dari 34 provinsi di Indonesia, hingga 15 Oktober 2020 tercatat sebanyak 1.662,75 ton limbah COVID-19. Limbah medis yang dihasilkan dari fasilitas pelayanan kesehatan termasuk dalam kategori limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah jenis ini merupakan limbah dengan karakteristik tertentu yang mana baik secara langsung maupun tidak langsung dapat menimbulkan dampak berbahaya bagi manusia maupun lingkungan pasalnya terjadi peningkatan jumlah limbah medis yang cukup signifikan

yakni sekitar 30-50% (Kemenkes, 2020)

Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Bandung mencatat, selama tiga bulan terakhir, limbah medis yang berasal dari rumah sakit dan klinik di Kota Bandung sudah mencapai 2 ton. Meski jumlahnya lebih sedikit dari sampah biasa, namun akibatnya lebih berbahaya. "Limbah medis bukan saja mengotori lingkungan tapi juga bisa membawa virus atau bakteri (Budianto, 2021)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sukadewi (2020) menunjukkan bahwa pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem biofilter di Rumah Sakit Balimed efektif dalam menurunkan kadar parameter TSS sebesar 89,69%, BOD sebesar 95,51%, COD sebesar 90,32% namun pengolahan limbah cair masih belum efektif menurunkan parameter pH dimana terjadi peningkatan dari 7,64 menjadi 7,82 tetapi masih memenuhi baku mutu.

Rumah Sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu ialah salah satu rumah sakit rujukan Covid-19 di Kota Bandung yang berwujud Rumah Sakit Khusus Paru, Rumah Sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu berada langsung di bawah naungan Kementerian Kesehatan yang masuk dalam kategori Tipe A. Rumah Sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu merupakan salah satu unit pelayanan kesehatan yang dalam kegiatannya menghasilkan limbah medis maupun limbah non medis baik dalam bentuk padat maupun cair. Limbah medis dalam bentuk padat di rumah sakit biasanya dihasilkan dari kegiatan yang berasal dari ruang perawatan (rawat inap), poliklinik umum, poliklinik gigi, poliklinik spesialis,

poliklinik umum, laboratorium dan farmasi. Sementara limbah cair yang berasal dari laboratorium dan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun, dan radioaktifnya.

Berdasarkan latar belakang, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Hubungan pengetahuan dan sikap pasien TB dengan kejadian TB kategori 2 di Rumah Sakit Paru dr. H. A. Rotinsulu Bandung”.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan Desain yang digunakan dalam penelitian ini

adalah *Quasi Experimental Design* (Eksperimen semu). Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Paru dr. H. A. Rotinsulu dengan jumlah sampel 8 (delapan) yang terdiri dari 7 (tujuh) data sekunder hasil pemeriksaan dari bulan Januari 2021 dan 1 data primer pemeriksaan minggu ke-3 Bulan Juli 2021. Prosedur penelitian yang dilakukan yaitu dari pengambilan sampel air limbah kemudian pemeriksaan air limbah yang dilakukan di laboratorium, sehingga hasil yang didapatkan dilakukan perhitungan efektivitas sistem pengolahan air limbah dengan rumus (Metcalf & Eddy dalam Wirajaya (2018):

$$Efektivitas\ IPAL = \frac{Parameter\ Inlet - Parameter\ Outlet}{Parameter\ Inlet} \times 100\%$$

Hasil

Nilai Efektivitas IPAL di RS Paru Dr. H. A Rotinsulu

N o	Parameter	Satuan	Rata-rata Inlet	Rata-rata Outlet	Nilai efektivitas (%)
FISIKA					
1	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/l	47,75	21,37	55,24
KIMIA					
1	COD	mg/l	138,98	58,32	58,03
2	BOD	mg/l	78,63	32,57	58,53
3	pH	-	7,36	7,56	-
BIOLOGI					
1	MPN COLIFORM	MPN/100ml	965.500		99,89

Penelitian ini dilaksanakan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Rumah Sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu selama 1 bulan dari bulan Juli sampai Agustus 2021. Hasil penelitian untuk uji parameter BOD limbah cair RS Paru Dr. H. A. Rotinsulu untuk inlet kadar rata-rata sebesar 78,63 mg/l, dan outlet kadar rata-rata sebesar 32,56 mg/l, Hasil uji

parameter COD limbah cair untuk inlet kadar rata-rata sebesar 138,98 mg/l, dan outlet kadar rata-rata sebesar 58,32 mg/l, Hasil uji parameter pH limbah cair untuk inlet kadar rata-rata sebesar 7,36, dan outlet kadar rata-rata sebesar 7,56. Hasil uji parameter TSS limbah cair untuk inlet kadar rata-rata sebesar 47,75, dan outlet kadar rata-rata

sebesar 21,37, Hasil uji parameter MPN Coliform limbah cair untuk inlet kadar rata-rata sebesar 965.500, dan outlet kadar rata-rata sebesar 978,71.

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat presentase nilai efektivitas IPAL RS Paru Rotinsulu dalam menurunkan parameter air limbah yaitu Zat padat tersuspensi sebesar 55,24%, BOD sebesar 58,53%, COD sebesar 58,03%, dan MPN Coliform 99,89%, sedangkan tidak ada presentase nilai pada parameter pH dikarenakan terjadi kenaikan rata-rata inlet dengan rata-rata outlet.

Pembahasan

Pengolahan air limbah rumah sakit menggunakan sistem aerobik dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas air limbah yang dihasilkan, sehingga dapat dibuang ke badan air. Efektivitas IPAL RS Paru Rotinsulu dalam mengolah air limbah yang dihasilkan dapat dilihat dari hasil pemeriksaan outlet dan dibandingkan dengan standar baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor P68/Menlh/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan IPAL RS Paru Rotinsulu memiliki persentase efektivitas dalam menurunkan Zat padat tersuspensi sebesar 55,24%, BOD sebesar 58,53%, COD sebesar 58,03%, hal ini dapat dilihat dari perbandingan nilai rata-rata inlet dan nilai rata-rata outlet, sedangkan tidak ada presentase nilai pada parameter pH dikarenakan terjadi kenaikan rata-rata inlet dengan

rata-rata outlet sebesar 2,7% tetapi masih memenuhi baku mutu.

Hasil pemeriksaan terhadap parameter pH limbah cair sebelum dan setelah pengolahan masih tetap memenuhi syarat karena kadarnya berada di bawah kadar maksimum limbah cair yang diperkenankan bagi kegiatan rumah sakit sesuai dengan Keputusan Menteri Kementerian Lingkungan Hidup NO.P68/Menlh/Setjen/Kum.1/8/2016 kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 6-9. Perubahan nilai pH air menjadi lebih tinggi karena terkontaminasi dengan unggun pasir yang mengandung kalsium.

Hasil penelitian menunjukkan terjadi peningkatan nilai pH, pH diperoleh sebesar 2.7% yang didapat melalui perhitungan nilai efektivitas, namun masih memenuhi syarat baku mutu pH yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup yaitu 6-9. Sejalan dengan Penelitian yang dilakukan oleh Sukadewi dkk (2020) didapatkan kenaikan pH rata-rata inlet sebesar 7,64 ke rata-rata outlet sebesar 7,82 Namun hasil yang didapat masih berada pada batas normal baku mutu. Degradasi protein organik menjadi ammonium dapat menaikkan pH menjadi basa, hal ini diakibatkan karena aktifitas mikroor- ganisme yang mendegradasi bahan organik.

Kandungan pH yang tinggi jika tidak ditangani dengan benar dapat mencemari lingkungan, dikarenakan dapat mempengaruhi fisik air, suhu, rasa, bau dan kekeruhan serta sekaligus membahayakan nyawa manusia karena menyebabkan penyakit dan kerusakan ekosistem. Perubahan nilai pH air menjadi tinggi dikarenakan adanya kontaminasi dengan unggun

pasir yang mengandung kalsium. Limbah yang mempunyai pH rendah akan bersifat korosif terhadap logam yang akan mengakibatkan karat dan mengakibatkan pertumbuhan jamur, nilai pH yang tinggi dapat menghambat aktivitas mikroorganismenya.

Pengolahan air limbah dengan proses biologis aerob dapat menurunkan kandungan Zat Padat Tersuspensi (TSS) dari 47,75 mg/l menjadi 21,37 mg/l. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa IPAL di Rumah sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu efektif dalam menurunkan kandungan TSS karena sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan. Hasil pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biologis aerob tersebut dapat menurunkan kadar TSS rata-rata sebesar 55,24%. Hasil penelitian tersebut maka dapat dikatakan bahwa IPAL di Rumah sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu efektif dalam menurunkan kandungan TSS karena sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan, kecuali pada pemeriksaan tanggal 29 Juli 2021 setelah pengolahan, kadar TSS tidak memenuhi syarat. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sukadewi dkk (2020) Parameter TSS dalam hasil pemeriksaan laboratorium mengalami penurunan yaitu nilai TSS inlet 32 mg/l ke nilai TSS outlet 3,3 mg/l dan mendapatkan nilai efektifitas sebesar 89,69%. TSS yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesa tumbuhan laut baik yang mikro maupun makro sehingga oksigen yang dilepaskan tumbuhan menjadi berkurang dan akibatnya adalah ikan-ikan menjadi mati (Nurfatihmah dkk., 2019).

Pengolahan air limbah dengan proses biofilter aerob dapat menurunkan kandungan BOD dari 78,63 mg/l menjadi 32,57 mg/l. Hasil pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biofilter aerob tersebut dapat menurunkan kadar BOD rata-rata sebesar 58,53%. Berdasarkan Hasil penelitian tersebut maka dapat dikatakan bahwa IPAL di Rumah sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu tidak efektif dalam menurunkan kandungan BOD karena belum sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup yaitu sebesar 30 mg/l. Hasil penelitian tersebut membuktikan bahwa IPAL di Rumah sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu tidak efektif dalam menurunkan kandungan BOD karena melebihi standar maksimal baku mutu yang ditetapkan kecuali pada Bulan Januari, Februari, Maret, Mei dan Juni setelah pengolahan hasilnya memenuhi syarat.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Buntaa dkk (2019) bahwa kadar BOD yang terdapat pada air limbah tidak memenuhi syarat yang telah ditetapkan. Parameter BOD yang tinggi dapat disebabkan karena Parameter BOD yang tinggi dapat disebabkan karena banyaknya kandungan zat organik berupa sisa-sisa sayuran, buah-buahan, minyak dan daun-daunan yang akan menimbulkan bau busuk akibat dari proses dekomposisi yang ada dan akan meningkatkan nilai BOD atau adanya kerusakan pada mesin blower, sehingga terganggunya bakteri pengurai karena kekurangan oksigen untuk mengurai kadar bahan pencemar (Suyono dan Budiman, 2011). Menurut Salmin (2005), kondisi

tersebut akan berdampak terhadap kematian organisme perairan seperti ikan akibat kekurangan oksigen terlarut.

Pengolahan air limbah dengan proses biofilter aerob dapat menurunkan kandungan COD dari 138.98 mg/l menjadi 58.32 mg/l. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka dapat dikatakan bahwa IPAL di Rumah sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu efektif dalam menurunkan kandungan COD karena sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan Kementerian Lingkungan Hidup yaitu sebesar 100 mg/l. Hasil pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biofilter aerob tersebut dapat menurunkan kadar COD rata-rata sebesar 58,03%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa IPAL di Rumah Sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu efektif dalam menurunkan kandungan COD karena sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan, kecuali pada pemeriksaan tanggal 12 April dan 29 Juli 2021 setelah pengolahan, kadar COD tidak memenuhi syarat. Nilai COD yang tinggi terjadi karena adanya faktor lingkungan yang mempengaruhi seperti kandungan oksigen terlarut yang ada dalam reaktor cukup untuk membantu bakteri menguraikan senyawa polutan dalam reaktor (Nevya Rizki dkk., 2017).

Beberapa dampak yang dapat ditimbulkan oleh tingginya kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) apabila dibuang langsung ke badan air tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu antara lain membahayakan kesehatan makhluk hidup menimbulkan kerusakan pada bangunan maupun tanah, merusak kehidupan biota air, serta menimbulkan bau yang tidak sedap

dan merusak pemandangan (Diana Islamawati, 2018). Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Sukadewi dkk (2020) di Rumah Sakit Bali med Denpasar, pengolahan air limbah dengan proses biologis aerobik dapat menurunkan kandungan COD dari 72,33 mg/l menjadi 7 mg/l dengan nilai efektivitas sebesar 90,32%.

Hasil penelitian yang dilakukan pada air limbah Rumah sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu sebelum pengolahan didapatkan kandungan rata-rata total coliform 965500 koloni/100 ml, setelah pengolahan menunjukkan kandungan rata-rata total coliform 978,78 koloni/100 ml. Berdasarkan hasil tersebut maka disimpulkan bahwa IPAL di Rumah sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu efektif dalam menurunkan kandungan MPN Coliform karena kandungan rata-ratanya masih dalam batas standar baku mutu yang telah ditetapkan kementerian lingkungan hidup yaitu sebesar 3000 MPN/100 ml, kecuali pada bulan Mei 2021 setelah pengolahan kadar MPN Coliform tidak sesuai dengan nilai baku mutu.

Hasil pengolahan air limbah rumah sakit dengan proses biofilter aerob tersebut dapat menurunkan kadar MPN Coliform rata-rata sebesar 99,89%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Sulistiyawati (2019) bahwa hasil uji laboratorium pada kadar MPN Coliform terjadi penurunan 100% atau tidak ditemukan coliform pada outlet. Konsentrasi Total Coliform yang tinggi melebihi batas standar baku mutu air limbah merupakan indikator adanya cemaran patogen infeksius yang menimbulkan penyebaran penyakit melalui perantara media air (*water diseases*).

Selain itu kandungan limbah cair dengan konsentrasi Total Coliform yang tinggi juga dapat mempengaruhi kehidupan organisme biota pada suatu perairan (Sulistiawati, 2019)

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

Kadar bahan pencemar pada inlet dengan parameter COD, BOD, pH, TSS dan MPN Coliform berada di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan kecuali kadar pH yang nilainya masih dalam standar baku mutu. Kadar bahan pencemar pada outlet dengan parameter COD, BOD, pH, TSS dan MPN Coliform sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan kecuali kadar BOD yang kadar outlet rata-rata di atas standar baku mutu yang telah ditetapkan Instalasi Pengolahan air limbah dapat dikatakan tidak efektif karena ada salah satu indikator bahan pencemar yang tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh kementerian lingkungan hidup.

Saran

Bagi Rumah Sakit Paru Dr. H. A. Rotinsulu Bandung diharapkan pihak rumah sakit dapat melakukan pemantauan intensif berupa pengecekan terhadap mesin yang ada pada IPAL karena ada salah satu indikator air limbah yaitu BOD yang tidak memenuhi syarat untuk disalurkan ke badan air sungai salah satu penyebabnya adalah kerusakan pada alat blower yang berfungsi memberikan oksigen kepada bakteri pengurai untuk mengurai bahan pencemar. Bagi Institusi Pendidikan Institut Kesehatan Immanuel

Bandung dapat mengarahkan peneliti selanjutnya untuk melakukan pengujian lengkap dari mulai inlet, outlet, dan di sungai yang menjadi saluran terakhir air limbah tersebut disalurkan.

Daftar Pustaka

- Diana Islamawati. (2018). Studi Penurunan Kadar Cod (Chemical Oxygen Demand) Menggunakan Ferri Klorida (Fecl₃) Pada Limbah Cair Tapioka Di Desa Ngemplak Margoyoso Pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 6(6), 69–78.
- Halim D.; Djohan A. J. 2013. *Pengelolaan Limbah Rumah Sakit*. Jakarta Penerbit : Salemba Medika.
- Kemenkes Ajak K/L Bersinergi Dalam Akselerasi Penanganan Limbah Medis, (2020) <https://www.kemkes.go.id/article/view/20111500006/kemenkes-ajak-k-l-bersinergi-dalam-akselerasi-penanganan-limbah-medis.html>., diperoleh 27 Mei 2021).
- Kerubun, A. A. (2014). Wastewater Quality in Tulehu Regional Public Hospital Ali. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 180–185.
- Nevya Rizki, Sutrisno, E., & Sri Sumiyati. (2017). Penurunan Konsentrasi Cod Dan Tss Pada Limbah Cair Tahu Dengan Teknologi Kolam (Pond) - Biofilm Menggunakan Media Biofilter Jaring Ikan Dan Bioball Nevya. *Psychology Applied to Work: An Introduction to Industrial and*

- Organizational Psychology, Tenth Edition Paul, 53(9), 1689–1699.*
- Nurfatimah, F. M., Afu, L. O. A., & Pratikino, A. G. (2019). Sebaran Total Suspended Solid (Tss) Permukaan Di Perairan Desa Wawatu, Kecamatan Moramo Utara Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*, 4(3),123.<https://doi.org/10.33772/jsl.v4i3.8776>
- Pencemaran Air: Pengertian, Penyebab, Dampak, Pencegahan, (2020), <https://www.kompas.com/skola/read/2020/01/15/170000969/pencemaran-air-pengertian-penyebab-dampak-pencegahan?page=all>.,diperoleh 31 Mei 2021.
- Salmin, O. T. (2005). Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 30(3), 21-26.
- Sukadewi, N. M. T. E., Astuti, N. P. W., & Sumadewi, N. L. U. (2020). Efektivitas Sistem Pengolahan Limbah Cair di Rumah Sakit Bali Med Denpasar Tahun 2020. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 6(2017), 113–120.
- Suyono, dan Budiman. 2011. Ilmu Kesehatan Masyarakat Dalam Konteks Kesehatan Lingkungan. Penerbit Buku Kedokteran EGC: Jakarta
- Widjajanti, E. 2009. Penanganan Limbah Laboratorium Kimia. Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA, UNY. Yogyakarta:
- PPM Prodi Dik Kim.Buntaa, M. V, Sondakh, R. C., Umboh, J. M. L., Kesehatan, F., Universitas, M., & Ratulangi, S. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Rumah Sakit Bhayangkara Tingkat Iii Kota Manado. *Kesmas*, 8(4), 6–11.
- Wirajaya. (2018). Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Di Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Badung Mangusada. Skripsi Sarjana. Fakultas Ilmu Kesehatan, Sains Dan Teknologi. Universitas Dhyana Pura, Badung