

Analisis Kualitas Limbah Cair berdasarkan Perbedaan Waktu Operasional (Studi Kasus Hotel X)

Ikhda Farah Damayanti, Anindya Hapsari*, Muhammad Al-Irsyad, Supriyadi

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: anindya.hapsari.fik@um.ac.id

Paper received: 24-8-2023; revised: 31-8-2023; accepted: 4-9-2023

Abstract

Waste is the end result of all human activities that no longer have economic value and cause environmental harm. Hospitality liquid waste classified as domestic waste will produce various substances that can pollute the environment. Hotel X is one of the hotels that has received complaints from the public regarding the quality of the wastewater it discharges. Factors that result in an increase in the number of quality levels of liquid waste produced, one of which is the time of hotel operational activities. The existence of this research has the aim to determine and examine whether there are differences in the quality of liquid waste consisting of pH, BOD, COD, TSS, fatty oil, and ammonia at weekend and weekdays operational times. This research is quantitative using a cross sectional approach. The population and samples used are 2 IPAL outlets located at Hotel X. The data collection technique uses testing with the in situ method for pH parameters, and through the laboratory for BOD, COD, TSS, fatty oil parameters, and ammonia. The results showed that there was no difference between pH, BOD, COD, TSS, fatty oil, and ammonia with the operational time of Hotel X, with a significance value of $p = 1.000$; $p = 0.317$.

Keywords: liquid waste quality; operational time; hotel

Abstrak

Limbah adalah hasil akhir dari segala aktivitas manusia yang sudah tidak mempunyai nilai ekonomi serta menyebabkan kerugian lingkungan. Limbah cair perhotelan tergolong sebagai limbah domestik akan menghasilkan berbagai zat yang dapat mencemari lingkungan. Hotel X merupakan salah satu hotel yang pernah mendapatkan pengaduan dari masyarakat mengenai kualitas air limbah yang dibuangnya. Faktor yang mengakibatkan meningkatnya jumlah kadar kualitas limbah cair yang dihasilkan salah satunya ialah waktu kegiatan operasional hotel. Adanya penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui dan mengkaji apakah ada perbedaan kualitas limbah cair yang terdiri atas pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak, dan amonia pada waktu operasional akhir pekan dan hari kerja. Penelitian ini berjenis kuantitatif menggunakan pendekatan *cross sectional*. Adapun populasi serta sampel yang dipakai yaitu 2 *outlet* IPAL yang berada di Hotel X. Teknik pengumpulan data menggunakan pengujian dengan metode *in situ* untuk parameter pH, serta melalui laboratorium untuk parameter BOD, COD, TSS, minyak lemak, dan amonia. Hasil penelitian memperlihatkan bahwasanya tidak terdapat perbedaan antara pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak, dan amonia dengan waktu operasional Hotel X, dengan nilai signifikansi $p=1,000$; $p=0,317$.

Kata kunci: kualitas limbah cair; waktu operasional; hotel

1. Pendahuluan

Sanitasi merupakan permasalahan yang menjadi perhatian serius di Indonesia saat ini. Sanitasi yang buruk akan menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan hidup masyarakat dan membuat lebih rentan terhadap timbulnya beberapa penyakit (Aisah et al., 2019). Baik buruknya kondisi sanitasi suatu lingkungan sangat dipengaruhi oleh perilaku dan tata cara manusia yang hidup di lingkungan tersebut, bagaimana mereka mengolah dan memelihara sanitasi di lingkungan tempat tinggalnya (Sa'ban et al., 2020).

Permasalahan dalam sanitasi disebabkan oleh banyak faktor salah satunya yaitu limbah yang dibuang dengan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu, menyebabkan tercemarnya kebersihan suatu lingkungan sehingga menurunkan kualitas lingkungan tersebut. Menurut (Rahayu et al., 2021) permasalahan sanitasi didominasi oleh limbah berjenis cair seperti air yang bersumber dari industri dan domestik (kegiatan rumah tangga). Limbah domestik inilah yang menjadi faktor utama tercemarnya lingkungan terlebih di perairan sungai, sebab limbah domestik mengandung banyak zat anorganik dan organik didalamnya (Hasibuan, 2016). Air limbah jika langsung dibuang dengan tanpa pengolahan terlebih dahulu akan mengandung berbagai bahan berbahaya yang perlu dioksidasi agar tidak menimbulkan kerugian bagi lingkungan dan manusia (Rahmat & Mallongi, 2018).

Kota Batu adalah salah satu kota dengan daya tarik yang cukup tinggi di kalangan wisatawan mancanegara maupun domestik. Letak geografis dan kondisi alam Kota Batu sangat mendukung untuk dikembangkan menjadi tempat wisata yang dapat menarik wisatawan dari dalam dan atau luar negeri (Intyaswono et al., 2016). Secara geografis Kota Batu terletak di daerah dataran tinggi menyebabkan banyaknya jumlah wisatawan yang berkunjung mendorong kebutuhan akan akomodasi perhotelan untuk memberikan jasa berupa layanan penginapan.

Pembangunan hotel yang kian pesat dapat menimbulkan stigma negatif dalam masyarakat mengenai pencemaran lingkungan akibat dari jumlah konsumsi energi dan kebutuhan air yang tinggi. Limbah yang banyak dihasilkan oleh perhotelan adalah limbah padat dan limbah cair. Perhotelan menjadi salah satu jenis bisnis atau usaha dengan potensi pencemaran air yang tinggi (Erliza, 2019). Melalui catatan Laporan Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Kota Batu Provinsi Jawa Timur di tahun 2020, indeks kualitas air Kota Batu tercatat berada di angka 53,6 yang berarti kualitas air dalam kondisi tercemar ringan (DLH Kota Batu, 2021). Pada beberapa sub daerah aliran Sungai Brantas masuk kedalam kategori tercemar ringan. Batas administrasi wilayah Sungai Brantas sendiri juga melewati wilayah Kota Batu, dimana Sungai Brantas merupakan aliran air yang bersumber dari Gunung Arjuno. Air memiliki peran penting dalam kehidupan manusia setiap harinya oleh sebab itu permasalahan menurunnya kualitas air ini perlu menjadi perhatian bersama.

Hingga tahun 2019 tercatat jumlah usaha akomodasi dan hotel di wilayah Kota Batu mencapai 967 buah (BPS Kota Batu, 2022). Hotel X adalah satu dari sekian hotel berbintang di wilayah Kota Batu, dimana setiap harinya selalu dikunjungi oleh wisatawan. Jumlah rata-rata pengunjung Hotel X pada tahun 2022 mulai bulan Januari hingga Oktober adalah 3.154 pengunjung. Berdasarkan okupansi hotel diketahui bahwa pengunjung pada akhir pekan mencapai 75%, sedangkan pada hari kerja jumlah pengunjung sekitar 27%. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah pengunjung pada akhir pekan lebih banyak daripada pada hari kerja. Sebagai salah satu hotel berbintang di wilayah Kota Batu, Hotel X telah difasilitasi dengan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) yang berguna untuk mengolah terlebih dahulu limbah cair yang dihasilkan sebelum dibuang. Hotel X memiliki 2 unit IPAL untuk mengolah air limbah.

IPAL adalah sebuah perangkat teknik berguna untuk mengolah sisa proses produksi yang tidak berguna atau mengubah zat-zat pencemar agar tidak menjadi bahaya bagi lingkungan. Limbah cair hotel masuk ke dalam jenis limbah domestik. Maka dari itu, baku mutu limbah cair hotel mengacu dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Baku mutu lingkungan yang

ditetapkan untuk limbah cair hotel terdiri dari pH dengan kadar maksimum 6-9, BOD memiliki kadar maksimum 30 mg/L, COD memiliki kadar maksimum 100 mg/L, TSS memiliki kadar maksimum 30 mg/L, minyak lemak memiliki kadar maksimum 5 mg/L, amonia memiliki kadar maksimum 10 mg/L, dan total *Coliform* memiliki kadar maksimum 3000/100 ml.

Berdasarkan laporan hasil verifikasi pengaduan masyarakat diketahui bahwa terdapat kasus pengaduan masyarakat yang disampaikan kepada Dinas Lingkungan Hidup Kota Batu pada tanggal 21 September 2022 mengenai adanya indikasi pencemaran air limbah Hotel X yang menyebabkan bau dan pencemaran air permukaan (DLH Kota Batu, 2022). Berdasarkan laporan pengaduan tersebut, diketahui hasil uji kualitas limbah cair Hotel X saat bulan Juli 2022, kadar BOD pada IPAL blok 1 melebihi baku mutu, sedangkan pada IPAL blok 2 kadar COD, TSS, BOD, dan total *Coliform* melebihi baku mutu, sedangkan untuk standar baku mutu lainnya telah memenuhi syarat. Pada hasil uji bulan Agustus 2022, IPAL Hotel X pada blok 1 seluruhnya telah sesuai dengan standar baku mutu, sedangkan pada IPAL blok 2 diketahui bahwa kadar COD dan BOD melebihi baku mutu.

Berdasarkan paparan latar belakang masalah diatas, peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian mengenai adakah perbedaan kualitas limbah cair terutama pada bagian *outlet* IPAL hotel sehubungan dengan waktu operasional hotel (hari kerja dan akhir pekan). Selain itu, dari penelitian Pratiwi & Sumadewi (2019) yang hanya meneliti mengenai kualitas air bersih dan limbah cair tanpa memperhatikan waktu pengambilan sampel dapat dijadikan rujukan untuk penelitian yang terbaru. Menurut Hardi & Mardani (2015) kualitas limbah cair akan mengalami peningkatan pada waktu sore hari dibandingkan pada waktu pagi hari. Adanya penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui dan mengkaji apakah ada perbedaan kualitas limbah cair yang terdiri atas BOD, pH, TSS, amonia, COD, dan minyak lemak pada waktu operasional akhir pekan dan hari kerja. Total *Coliform* tidak ikut diteliti karena hasil pembuangan IPAL langsung dibuang ke sungai dan sungai tersebut tidak digunakan sebagai sumber air minum. Hari operasional merupakan hari dimana dilakukannya berbagai aktivitas pada hotel.

2. Metode

Penelitian ini berjenis kuantitatif menggunakan pendekatan *cross sectional*. Peneliti akan menganalisis kualitas limbah cair didalam *outlet* IPAL Hotel X yang berada di Kota Batu ditinjau dari Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Kemudian untuk mencari perbedaan waktu operasional hotel pada hari kerja dan akhir pekan dengan kualitas air limbah dalam *outlet* IPAL hotel. Parameter yang diteliti yaitu pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak, dan amonia. Penelitian dilakukan pada bulan Maret-Juni 2023.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *grab sampling* yang berupa pengambilan sampel air di satu lokasi dan satu waktu. Pengambilan sampel pada akhir pekan dipilih pada hari Minggu. Sedangkan pada hari kerja dipilih pada pertengahan dari hari Senin hingga Kamis yaitu pada hari Rabu untuk waktu pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode yang sesuai ketentuan SNI 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah-Bagian 59. Seluruh sampel yang telah didapatkan dilakukan pengujian di laboratorium Jasa Tirta. Hanya parameter pH saja yang dilakukan pengujian secara *In Situ* karena uji pH perlu dilakukan secara langsung. pH air diuji dengan memakai metode yang sesuai dengan pedoman SNI 06-6989.11-2004. Metode analisa yang

dilakukan di laboratorium menggunakan pedoman metode yang berbeda-beda. Pengukuran BOD menggunakan metode APHA.5210 B-2017, pengukuran COD berpedoman pada SNI 6989.2.2019, pengukuran TSS berpedoman pada APHA 2540 D-2017, pengukuran minyak lemak menggunakan APHA.5520 B-2017, dan pengukuran amonia menggunakan APHA.4500 - NH3 F-2017. Seluruh pengujian sampel dilakukan pengulangan sebanyak dua kali.

Tabel 1. Alat dan Bahan Pengambilan Sampel

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1	Air sampel	Bahan yang diuji
2	Botol plastik	Sebagai tempat penyimpanan sampel air
3	Kertas label	Sebagai pembeda antara sampel satu dengan lainnya
4	Aquades	Untuk mensterilkan alat
5	Gayung	Untuk mengambil sampel dalam <i>outlet</i> IPAL
6	Gelas	Sebagai wadah sampel untuk pengujian <i>in situ</i>
7	pH meter digital	Sebagai alat pengujian pH

Dalam membuktikan hipotesis, penelitian ini menggunakan analisis statistik jenis Uji *mann whitney* karena sebaran data yang tidak normal dan memiliki skala data ordinal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

3.1.1 Hasil Uji pH

Hasil pemeriksaan kadar pH Hotel X dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian pH

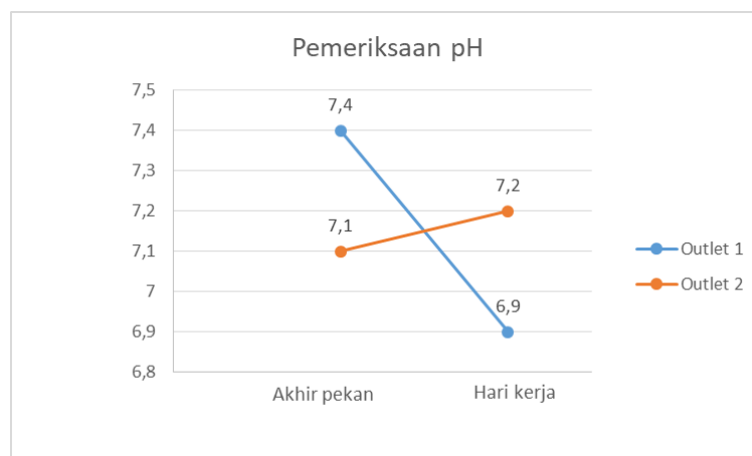
Titik Sampel	Hasil Pemeriksaan			Keterangan
	Waktu Pengambilan	Kadar pH	Rata-rata	
Outlet 1 P1	Akhir pekan	7,3	7,4	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		7,4		
Outlet 2 P1		6,9	7,1	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		7,2		
Outlet 1 P1	Hari kerja	6,8	6,9	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		7,0		
Outlet 2 P1		7,1	7,2	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		7,3		

Keterangan: P1 adalah pengambilan ke 1, P2 adalah pengambilan ke 2

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa hasil uji pH yang telah dilakukan di akhir pekan adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar pH sebesar 7,3 dan pada pengambilan ke 2 sebesar 7,4. Jumlah rata-rata kadar pH di *outlet* 1 adalah 7,4. Sedangkan pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar pH sebesar 6,9 dan pada pengambilan ke 2 sebesar 7,2. Jumlah rata-rata kadar pH di *outlet* 2 pada pengukuran akhir pekan adalah 7,1.

Hasil uji pH yang dilakukan di waktu hari kerja adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar pH sebesar 6,8 dan pada pengambilan ke 2 sebesar 7,0. Jumlah rata-rata

kadar pH di *outlet* 1 adalah 6,9. Pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar pH sebesar 7,1 dan pada pengambilan ke 2 sebesar 7,3. Jumlah rata-rata kadar pH di *outlet* 2 pada pengukuran hari kerja adalah 7,2.



Gambar 1. Grafik Pemeriksaan pH

Hasil pemeriksaan pH menunjukkan bahwa pada *outlet* 1 kualitas kadar pH mengalami penurunan pada pemeriksaan di hari kerja. Sedangkan pada *outlet* 2 kualitas kadar pH mengalami peningkatan pada pemeriksaan di hari kerja. Meskipun begitu hasil seluruh pengujian kedua *outlet* menunjukkan bahwa kadar pH air limbah pada kedua *outlet* Hotel X di waktu akhir pekan dan hari kerja telah memenuhi syarat baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Permen LHK No 68 Tahun 2016, dimana nilai baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 6-9.

3.1.2 Hasil Uji BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Hasil pemeriksaan kadar BOD Hotel X dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Tabel 3. Hasil Pengujian BOD

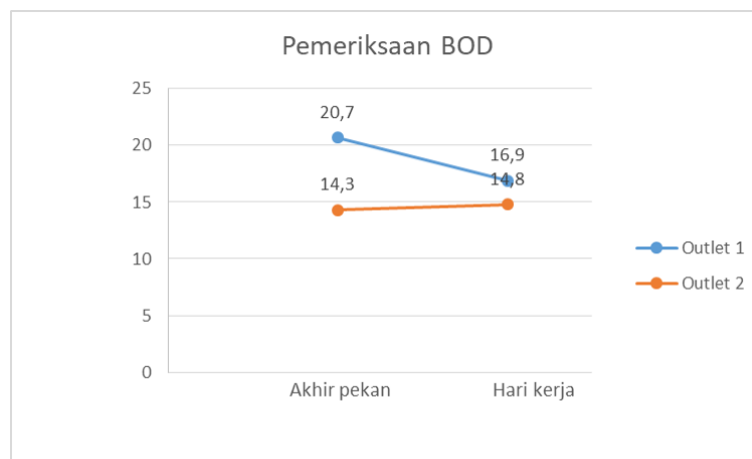
Titik Sampel	Hasil Pemeriksaan			Keterangan
	Waktu Pengambilan	Kadar BOD	Rata-rata	
Outlet 1 P1	Akhir pekan	20,13 mg/L	20,7 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		21,27 mg/L		
Outlet 2 P1	Akhir pekan	14,26 mg/L	14,3 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		14,36 mg/L		
Outlet 1 P1	Hari kerja	16,54 mg/L	16,9 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		17,18 mg/L		
Outlet 2 P1	Hari kerja	12,47 mg/L	14,8 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		17,13 mg/L		

Keterangan: P1 adalah pengambilan ke 1, P2 adalah pengambilan ke 2

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa hasil uji BOD yang telah dilakukan di akhir pekan adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar BOD sebesar 20,13 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 21,27 mg/L. Jumlah rata-rata kadar BOD di *outlet* 1 adalah 20,7 mg/L. Sedangkan pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar BOD

sebesar 14,26 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 14,36 mg/L. Jumlah rata-rata kadar BOD di *outlet* 2 pada pengukuran akhir pekan adalah 14,3 mg/L.

Hasil uji BOD yang dilakukan di waktu hari kerja adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar BOD sebesar 16,54 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 17,18 mg/L. Jumlah rata-rata kadar BOD di *outlet* 1 adalah 16,9. Pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar BOD sebesar 12,47 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 17,13 mg/L. Jumlah rata-rata kadar BOD di *outlet* 2 pada pengukuran hari kerja adalah 14,8 mg/L.



Gambar 2. Grafik Pemeriksaan BOD

Hasil pemeriksaan BOD menunjukkan bahwa pada *outlet* 1 kualitas kadar BOD mengalami penurunan pada pemeriksaan di hari kerja. Sedangkan pada *outlet* 2 kadar BOD mengalami peningkatan pada pemeriksaan di hari kerja. Hasil seluruh pengujian kedua *outlet* menunjukkan bahwa kadar BOD air limbah pada kedua *outlet* Hotel X di waktu akhir pekan dan hari kerja telah memenuhi syarat baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Permen LHK No 68 Tahun 2016, dimana nilai baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 30 mg/L.

3.1.3 Hasil Uji COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil pemeriksaan kadar COD Hotel X dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

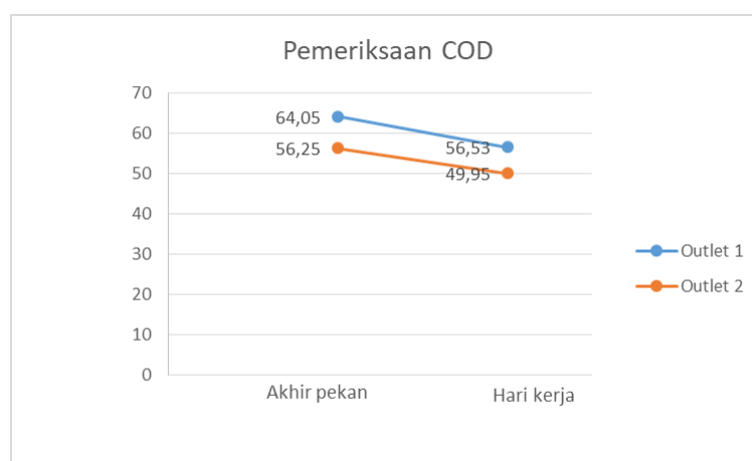
Tabel 4. Hasil Pengujian COD

Titik Sampel	Hasil Pemeriksaan			Keterangan
	Waktu Pengambilan	Kadar COD	Rata-rata	
Outlet 1 P1	Akhir pekan	63,57 mg/L	64,05 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		64,52 mg/L		
Outlet 2 P1	Akhir pekan	55,62 mg/L	56,25 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		56,88 mg/L		
Outlet 1 P1	Hari kerja	55,85 mg/L	56,53 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		57,21 mg/L		
Outlet 2 P1	Hari kerja	48,09 mg/L	49,95 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		51,81 mg/L		

Keterangan: P1 adalah pengambilan ke 1, P2 adalah pengambilan ke 2

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa hasil uji COD yang telah dilakukan di akhir pekan adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar COD sebesar 63,57 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 64,52 mg/L. Jumlah rata-rata kadar COD di *outlet* 1 adalah 64,05 mg/L. Sedangkan pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar COD sebesar 55,62 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 56,88 mg/L. Jumlah rata-rata kadar COD di *outlet* 2 pada pengukuran akhir pekan adalah 56,25 mg/L.

Hasil uji COD yang dilakukan di waktu hari kerja adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar COD sebesar 55,85 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 57,21 mg/L. Jumlah rata-rata kadar COD di *outlet* 1 adalah 56,53 mg/L. Pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar COD sebesar 48,09 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 51,81 mg/L. Jumlah rata-rata kadar COD di *outlet* 2 pada pengukuran hari kerja adalah 49,95 mg/L.



Gambar 3. Grafik Pemeriksaan COD

Hasil pemeriksaan COD menunjukkan bahwa kedua *outlet* mengalami penurunan kadar COD yang signifikan pada pemeriksaan di hari kerja. Hasil seluruh pengujian kedua *outlet* menunjukkan bahwa kadar COD air limbah pada kedua *outlet* Hotel X di waktu akhir pekan dan hari kerja telah memenuhi syarat baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Permen LHK No 68 Tahun 2016, dimana nilai baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 100 mg/L.

3.1.4 Hasil Uji TSS (*Total Suspended Solid*)

Hasil pemeriksaan kadar TSS Hotel X dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

Titik Sampel	Hasil Pemeriksaan			Keterangan
	Waktu Pengambilan	Kadar TSS	Rata-rata	
Outlet 1 P1	Akhir pekan	5,4 mg/L	8,7 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		11,9 mg/L		
Outlet 2 P1	Akhir pekan	5,0 mg/L	5,1 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		5,1 mg/L		
Outlet 1 P1	Hari kerja	6,4 mg/L	5,9 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		5,4 mg/L		

Outlet 2 P1	4,9 mg/L	5 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2	5,1 mg/L		

Keterangan: P1 adalah pengambilan ke 1, P2 adalah pengambilan ke 2

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa hasil uji TSS yang telah dilakukan di akhir pekan adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar TSS sebesar 5,4 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 11,9 mg/L. Jumlah rata-rata kadar TSS di *outlet* 1 adalah 8,7 mg/L. Sedangkan pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar TSS sebesar 5,0 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 5,1 mg/L. Jumlah rata-rata kadar TSS di *outlet* 2 pada pengukuran akhir pekan adalah 5,1 mg/L.

Hasil uji TSS yang dilakukan di waktu hari kerja adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar TSS sebesar 6,4 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 5,4 mg/L. Jumlah rata-rata kadar TSS di *outlet* 1 adalah 5,9 mg/L. Pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar TSS sebesar 4,9 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sebesar 5,1 mg/L. Jumlah rata-rata kadar TSS di *outlet* 2 pada pengukuran hari kerja adalah 5 mg/L.



Gambar 4. Grafik Pemeriksaan TSS

Hasil pemeriksaan kadar TSS menunjukkan bahwa kedua *outlet* Hotel X mengalami penurunan pada pemeriksaan kualitas kadar TSS di hari kerja. Hasil seluruh pengujian kedua *outlet* menunjukkan bahwa kadar TSS air limbah pada kedua *outlet* Hotel X di waktu akhir pekan dan hari kerja telah memenuhi syarat baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Permen LHKNo 68 Tahun 2016, dimana nilai baku mutu yang telah ditetapkan sebanyak 30 mg/L.

3.1.5 Hasil Uji Minyak Lemak

Hasil pemeriksaan kadar minyak lemak Hotel X dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

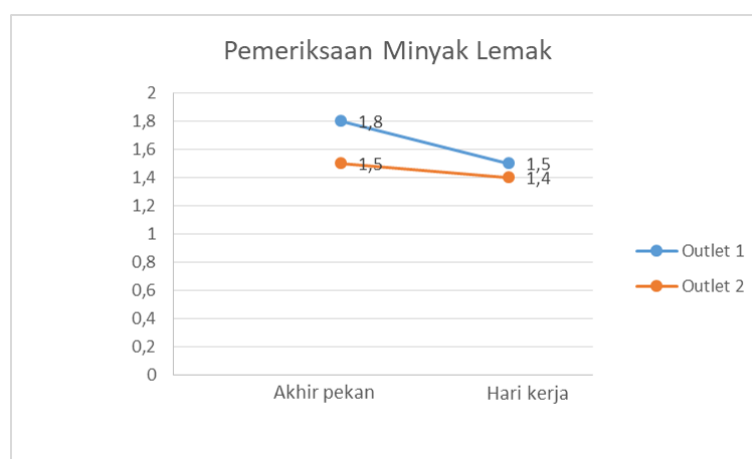
Tabel 6. Hasil Pengujian Minyak Lemak

Titik Sampel	Hasil Pemeriksaan			Keterangan
	Waktu Pengambilan	Kadar Minyak Lemak	Rata-rata	
Outlet 1 P1	Akhir pekan	1,5 mg/L	1,8 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		2,0 mg/L		
Outlet 2 P1	Akhir pekan	1,5 mg/L	1,5 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		1,5 mg/L		
Outlet 1 P1	Hari kerja	1,5 mg/L	1,5 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		1,5 mg/L		
Outlet 2 P1	Hari kerja	<1,280 mg/L	1,4 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		1,5 mg/L		

Keterangan: P1 adalah pengambilan ke 1, P2 adalah pengambilan ke 2

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa hasil uji minyak lemak yang telah dilakukan di akhir pekan adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar minyak lemak sejumlah 1,5 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sejumlah 2,0 mg/L. Jumlah rata-rata kadar minyak lemak di *outlet* 1 adalah 1,8 mg/L. Sedangkan pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar minyak lemak sejumlah 1,5 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sejumlah 1,5 mg/L. Jumlah rata-rata kadar minyak lemak di *outlet* 2 pada pengukuran akhir pekan adalah 1,5 mg/L.

Hasil uji minyak lemak yang dilakukan di waktu hari kerja adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar minyak lemak sejumlah 1,5 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sejumlah 1,5 mg/L. Jumlah rata-rata kadar minyak lemak di *outlet* 1 adalah 1,5 mg/L. Pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar minyak lemak sejumlah <1,280 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sejumlah 1,5 mg/L. Jumlah rata-rata kadar minyak lemak di *outlet* 2 pada pengukuran hari kerja adalah 1,4 mg/L.



Gambar 5. Grafik Pemeriksaan Minyak Lemak

Hasil pemeriksaan pada kadar minyak lemak menunjukkan bahwa kedua *outlet* Hotel X mengalami penurunan pada pemeriksaan di hari kerja. Hasil seluruh pengujian kedua *outlet* menunjukkan bahwa kadar minyak lemak air limbah pada kedua *outlet* Hotel X di waktu akhir

pekan dan hari kerja telah memenuhi syarat baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Permen LHK No 68 Tahun 2016, dimana nilai baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 5 mg/L.

3.1.6 Hasil Uji Amonia

Hasil pemeriksaan kadar amonia Hotel X dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

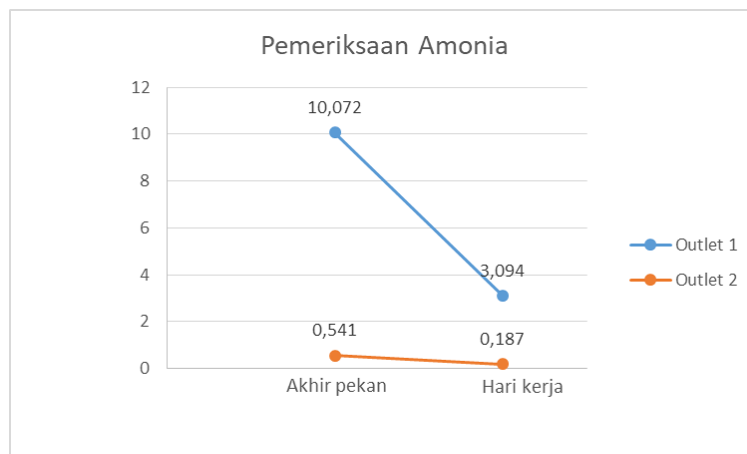
Tabel 7. Hasil Pengujian Amonia

Titik Sampel	Hasil Pemeriksaan			Keterangan
	Waktu Pengambilan	Kadar Amonia	Rata-rata	
Outlet 1 P1	Akhir pekan	10,35 mg/L	10,072 mg/L	Tidak Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		9,794 mg/L		
Outlet 2 P1		0,3679 mg/L	0,541 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		0,7134 mg/L		
Outlet 1 P1	Hari kerja	2,909 mg/L	3,094 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 1 P2		3,279 mg/L		
Outlet 2 P1		0,1823 mg/L	0,187 mg/L	Memenuhi Syarat
Outlet 2 P2		0,1909 mg/L		

Keterangan: P1 adalah pengambilan ke 1, P2 adalah pengambilan ke 2

Berdasarkan tabel 7 menunjukkan bahwa hasil uji amonia yang telah dilakukan di akhir pekan adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar amonia yang terkandung sejumlah 10,35 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sejumlah 9,794 mg/L. Jumlah rata-rata kadar amonia di *outlet* 1 adalah 10,072 mg/L. Sedangkan pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar amonia sejumlah 0,3679 mg/L kemudian pada pengambilan ke 2 ditemukan sejumlah 0,7134 mg/L. Jumlah rata-rata kadar amonia di *outlet* 2 pada pengukuran akhir pekan adalah 0,541 mg/L.

Hasil uji amonia yang dilakukan di waktu hari kerja adalah pada *outlet* 1 pengambilan ke 1 menunjukkan kadar amonia sejumlah 2,909 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sejumlah 3,279 mg/L. Jumlah rata-rata kadar amonia di *outlet* 1 adalah 3,094 mg/L. Pada *outlet* 2 menunjukkan hasil pada pengambilan ke 1 kadar amonia sejumlah 0,1823 mg/L dan pada pengambilan ke 2 sejumlah 0,1909 mg/L. Jumlah rata-rata kadar amonia di *outlet* 2 pada pengukuran hari kerja adalah 0,187 mg/L.



Gambar 6. Grafik Pemeriksaan Amonia

Hasil pemeriksaan kadar amonia pada Hotel X menunjukkan bahwa kedua *outlet* telah mengalami penurunan yang cukup signifikan pada pemeriksaan di hari kerja terutama pada *outlet* 1. Hasil pengujian kadar amonia air limbah menunjukkan bahwa *outlet* 1 Hotel X dengan pengukuran yang diambil pada akhir pekan, kualitas amonia yang dihasilkan dinyatakan tidak memenuhi syarat atau melebihi nilai baku mutu. Sedangkan pada *outlet* 2 kualitas amonia yang dihasilkan telah memenuhi nilai baku mutu. Pada pengukuran di hari kerja kedua *outlet* hotel X kerja telah memenuhi syarat baku mutu air limbah domestik yang mengacu pada Permen LHK No 68 Tahun 2016, dimana nilai baku mutu yang telah ditetapkan sebesar 10 mg/L.

3.1.7 Kualitas Air Limbah dengan Waktu Operasional

Tabel 8. Hasil Analisis Antar Variabel Kualitas Air Limbah dengan Waktu Operasional

Variabel	P-value	Keterangan
pH		
Outlet 1	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Outlet 2	1,000	Tidak Ada Perbedaan
BOD		
Outlet 1	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Outlet 2	1,000	Tidak Ada Perbedaan
COD		
Outlet 1	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Outlet 2	1,000	Tidak Ada Perbedaan
TSS		
Outlet 1	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Outlet 2	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Minyak lemak		
Outlet 1	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Outlet 2	1,000	Tidak Ada Perbedaan
Amonia		
Outlet 1	0,317	Tidak Ada Perbedaan
Outlet 2	1,000	Tidak Ada Perbedaan

Dari hasil analisis menggunakan uji *mann whitney* setelah dilakukan pengkodean didapatkan hasil bahwa tidak terdapat perbedaan antara seluruh kualitas air limbah yang terdiri dari pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak, dan amonia terhadap waktu operasional Hotel X, dengan nilai signifikansi (sig) atau p value sebanyak $1,000 > \alpha (0,05)$ dan p value sebanyak $0,317 > \alpha (0,05)$ pada pengukuran amonia di *outlet* 1.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan pengujian diatas diketahui bahwa kualitas air limbah Hotel X secara keseluruhan telah sesuai dengan standar baku mutu air limbah domestik. Pada pengukuran pH (derajat keasaman) yang dilakukan secara *In situ* diketahui bahwa kadar pH di akhir pekan lebih tinggi dibandingkan dengan kadar pH pada hari kerja. Hasil yang didapat pada penelitian ini selaras dengan hasil dari penelitian Khotimah *et al.*, (2021) dimana sampel limbah domestik yang diambil pada akhir pekan memiliki kadar lebih tinggi jika dibandingkan dengan sampel yang diambil pada hari kerja. Namun, terdapat penelitian lain yang tidak menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian ini seperti penelitian dari Mohamed *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa kadar pH pada limbah industri domestik yang dihasilkan pada hari kerja lebih tinggi daripada di akhir pekan, karena jumlah pengunjung lebih banyak pada hari kerja daripada saat akhir pekan. Meskipun begitu kualitas limbah yang dihasilkan masih dalam standar baku mutu. Sehingga hal tersebut tidak akan membahayakan bagi sungai di wilayah sekitar. Air dengan kadar pH yang terlalu rendah atau tinggi dapat berdampak pada organisme yang hidup didalamnya (Effendi, 2016).

Menurut Prambudy *et al.*, (2019) BOD merupakan kadar oksigen yang diperlukan mikroorganisme guna memecah bahan limbah yang terdapat di air, sedangkan COD adalah kadar oksigen kimiawi yang berguna untuk reaksi oksidasi terhadap pelepasan bahan dalam air. Pengujian kadar BOD dan COD 1 memperlihatkan bahwasanya tidak ditemukan perbedaan yang menonjol dari pengukuran saat akhir pekan dan hari kerja. Akan tetapi, dari hasil pemeriksaan kedua menunjukkan bahwa kadar BOD dan COD terlihat berbeda, waktu akhir pekan kadarnya lebih tinggi dari hari kerja. Selaras dengan penelitian Abdullah *et al.*, (2020) yang meneliti kadar BOD dan COD usaha laundry dalam satu pekan terlihat kadar tertinggi terdapat pada hari minggu. Namun, hasil penelitian yang didapatkan ini tidak sejalan dengan penemuan pada penelitian Wicheisa *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwasanya kadar COD limbah dapat berbeda setiap harinya tergantung pada jumlah limbah yang dihasilkan. COD biasanya memiliki nilai yang lebih besar daripada nilai BOD, meski tidak selalu demikian. Nilai kadar COD limbah air yang tinggi menandakan adanya degradasi bahan anorganik dan organik dari limbah tersebut (Supriyantini, 2017).

TSS digunakan untuk menggambarkan banyaknya partikel yang tersuspensi di dalam air. TSS juga digunakan sebagai informasi awal tentang kondisi perairan suatu wilayah (Parwati & Purwanto, 2017). Pemeriksaan pada kadar TSS limbah *outlet* IPAL Hotel X menunjukkan bahwa kedua *outlet* menghasilkan kadar TSS yang memenuhi syarat baku mutu limbah cair domestik pada kedua waktu yang berbeda yaitu saat akhir pekan dan hari kerja. Kadar TSS pada hari kerja mengalami penurunan daripada pada saat pengambilan sampel di akhir pekan. Hal ini dikarenakan proses pengendapan air limbah yang lebih lama dalam IPAL dapat menyebabkan effluent yang dihasilkan akan lebih rendah. Proses penurunan kadar TSS terjadi sebab adanya proses resirkulasi dan pengendapan yang mengakibatkan turunnya konsentrasi TSS, waktu tinggal air juga mempengaruhi TSS karena semakin lama air tersimpan dalam

reaktor maka akan banyak pula padatan yang tersuspensi kemudian diserap lapisan biofilm sehingga efisiensi penurunan TSS menjadi tinggi (Al Kholif, 2018). Kadar TSS yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terhambat dan terganggunya penetrasi cahaya yang dibutuhkan ketika fotosintesis (Sofarini et al., 2019).

Konsentrasi Minyak lemak adalah yang tertinggi dalam persyaratan baku mutu air limbah domestik dari konsentrasi maksimum sejumlah parameter lainnya. Lemak dan minyak limbah cair bersumber dari kegiatan laundry dan dapur (Edwin et al., 2013). Melalui pengujian yang telah dilaksanakan oleh peneliti diketahui bahwasanya terjadi penurunan kadar yang cukup signifikan dari pengambilan sampel pertama pada saat akhir pekan dengan kadar minyak lemak sebanyak 1,6 mg/L menjadi 1,4 mg/L pada saat pengambilan sampel kedua di hari kerja. Tingkat penurunan minyak dan lemak akan semakin tinggi jika waktu tinggal semakin lama. (Akbar, 2021). Air limbah yang mengandung minyak dianggap salah satu air limbah paling berbahaya bagi lingkungan oleh Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat. Air limbah yang mengandung minyak, apabila tidak diolah secara benar maka akan menimbulkan resiko besar bagi lingkungan sekitar yaitu dapat menyebabkan polusi udara dan kontaminasi air permukaan serta air bawah tanah (Adetunji & Olaniran, 2021).

Pada pemeriksaan kadar amonia diketahui bahwa kedua *outlet* Hotel X telah memenuhi persyaratan baku mutu baik pada akhir pekan maupun saat hari kerja. Meskipun pada saat akhir pekan di *outlet* 1 kadar amonia yang dihasilkan melebihi standar baku mutu. Akan tetapi terjadi penurunan yang cukup signifikan dalam kualitas kadar amonia, dimana pada saat akhir pekan kadar amonia pada *outlet* 1 sebanyak 10,072 mg/L, turun menjadi 3,094 mg/L saat hari kerja. Hal ini juga tidak terlepas dari proses pengendapan yang terjadi di dalam IPAL sehingga menyebabkan kualitas kadar amonia menjadi turun. Penelitian ini memperoleh hasil temuan yang selaras dengan penelitian Harahap (2013) yang memperlihatkan bahwasanya semakin lama waktu tinggal limbah cair maka semakin efektif penurunan amonianya, dimana penurunan amonia lebih terlihat pada saat waktu tinggal 5 hari dibandingkan dengan yang hanya memiliki waktu tinggal 1 hari. Selain itu, penurunan kadar amonia ini juga akan diikuti oleh penurunan pH limbah (Aka et al., 2017). Hal ini juga terlihat dari kadar pH limbah yang ikut mengalami penurunan pada saat pengambilan sampel di hari kerja.

Kadar amonia yang tinggi akan menyebabkan bahaya bagi lingkungan perairan bila tidak segera dilakukan pengontrolan. Nitrifikasi NH_3 yang terjadi karena adanya kandungan amonia dalam air menyebabkan penurunan kadar oksigen dalam air tersebut (Kartika & Wahyuningsih, 2019). Menurut (Zhang et al., 2013) tingginya keberadaan amonia dalam perairan juga dapat menimbulkan gangguan dalam fisiologis dan metabolisme seperti respirasi.

Seluruh kualitas limbah cair yang terdiri dari parameter pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak, dan amonia pada *outlet* IPAL Hotel X telah memenuhi persyaratan baku mutu. Fungsi IPAL domestik dapat dikatakan baik jika efluen IPAL memenuhi baku mutu (Adi et al., 2016). Akan tetapi pada saat pengambilan sampel, secara fisik limbah cair yang dihasilkan masih sedikit berbau dan terlihat tidak terlalu jernih. Melalui hasil pemeriksaan uji lab diketahui bahwa seluruh kadar kualitas air limbah menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemeriksaan pada saat hari kerja. Berdasarkan jumlah pengunjung juga menunjukkan bahwa pada akhir pekan jumlah pengunjung lebih meningkat jika dibandingkan pada saat hari kerja. Sehingga perlu dilakukan pengontrolan lebih lanjut terhadap IPAL Hotel X.

Penempatan IPAL yang ada di Hotel X juga telah sesuai dengan standar teknis instalasi pengolahan air limbah oleh Kementerian Kesehatan RI. IPAL Hotel X terletak jauh dari tempat-tempat yang banyak dilewati oleh pengunjung. Posisi IPAL juga berada di ruang yang tertutup sehingga IPAL tidak terkena langsung oleh sinar matahari. Sehingga sinar matahari tidak dapat mempengaruhi kualitas limbah cair yang dihasilkan oleh IPAL. Posisi bangunan IPAL juga terletak di bawah tanah dan bangunan.

4. Simpulan

Dari hasil penelitian mengenai hubungan waktu operasional hotel dengan kualitas limbah cair Hotel X didapatkan hasil bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara waktu operasional hotel pada saat akhir pekan dan hari kerja dengan kualitas air limbah yang dihasilkan. Seluruh parameter pH, BOD, COD, TSS, minyak lemak, dan amonia telah sesuai dengan standar baku mutu limbah cair hotel yang mengacu dalam Permen LHK No 68 Tahun 2016.

Saran yang diberikan kepada Hotel X yaitu meskipun seluruh kualitas limbah cair yang dihasilkan telah baik, akan tetapi pemantauan dan pengecekan terhadap kinerja IPAL harus tetap dilakukan agar kualitas limbah yang dihasilkan tetap terjaga sesuai standar baku mutu.

Penelitian ini memiliki keterbatasan data yang sedikit dan hanya pada lingkup wilayah Hotel X, diharapkan kedepannya penelitian dapat dilaksanakan dengan mempertimbangkan jangkauan wilayah yang lebih luas dan pengambilan sampel dapat dilakukan dengan menggabungkan variabel waktu operasional dan jam operasional hotel. Sehingga dapat memberikan evaluasi, agar pihak pemilik industri domestik dapat ikut serta mencegah terjadinya pencemaran dalam perairan.

Daftar Rujukan

- Abdullah, A. A., Irwan, I., & Prasetya, E. (2020). Analisis Karakteristik Limbah Laundry Terhadap Kejadian Dermatitis Kontak Iritan Pada Pekerja Laundry X Kota Gorontalo. *Jambura Journal of Health Sciences and Research*, 2(1), 43–52. <https://doi.org/10.35971/jjhsr.v2i1.4313>
- Adetunji, A. I., & Olaniran, A. O. (2021). Treatment of industrial oily wastewater by advanced technologies: a review. *Applied Water Science*, 11(6), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01430-4>
- Adi, H. P., Razif, M., Moesriati, A., Lingkungan, J. T., & Teknik, F. (2016). Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Anaerobic Baffled Reactor dan Anaerobic Filter. 5(2), 2–6.
- Aisah, S., Ngaisyah, R. D., & Rahmuniyati, M. E. (2019). Personal Hygiene Dan Sanitasi Lingkungan Berhubungan dengan Kejadian Stunting di Desa Wukirsari Kecamatan Cangkringan. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu*, 1(2), 49–55. <http://prosiding.respati.ac.id/index.php/PSN/article/download/182/176>
- Aka, H. A., Suhendrayatna, & Syaubari. (2017). Penurunan Kadar Amonia Dalam Limbah Cair Oleh Tanaman Air Typha Latifolia (Tanaman Obor). *Jurnal Ilmu Kebencanaan*, 4(3), 72–75.
- Akbar, I. (2021). Pengolahan Limbah Minyak Dan Lemak Di Restoran Padang Dengan Metode Fisik (Oil Grease Trap). *Jurnal TechLINK Vol*, 5(2), 1–7. <https://teknik.usni.ac.id/jurnal/ilham.pdf>
- Al Kholif, M. (2018). Penurunan Beban Pencemar Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Moving Bed Biofilter Reaktor (Mbbf). *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.29080/alard.v4i1.365>
- Badan Standar Nasional Indonesia. (2019). Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter. *Badan Standardisasi Nasional*, 06-6989.11, 1–7.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 6989.59:2008 Metoda Pengambilan Contoh Limbah. Sni 6989.59:2008, 59, 19. http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/SNI_6989-59-2008-_Metoda-Pengambilan-Contoh-Air-Limbah.pdf

- Besse Mahbuba We Tenri Gading, Adib Norma Respati, & Edi Suryanto. (2021). Studi Kasus: Permasalahan Limbah di Tempat Pemotongan Hewan (TPH) Amessangeng, Kota Sengkang. *Jurnal Triton*, 12(1), 68–77. <https://doi.org/10.47687/jtv.12i1.164>
- BPS Kota Batu. (2022). *Statistik Perhotelan Kota Batu*. Kota Batu: Badan Pusat Statistik.
- DLH Kota Batu. (2022). *Laporan Hasil Verifikasi Pengaduan Masyarakat*. Kota Batu: Dinas Lingkungan Hidup.
- DLH Kota Batu. (2021). *Pemetaan Sumber Pencemar dari Sektor UMKM di Kota Batu*. Kota Batu: Dinas Lingkungan Hidup.
- Edwin, T., Indah, S., & Helard, D. (2013). Efisiensi Dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash Sebagai Penyisihan Minyak Dan Lemak Dari Limbah Cair Hotel Dengan Metode Multi Soil Layering (Msl). *Jurnal Dampak*, 10(1), 38. <https://doi.org/10.25077/dampak.10.1.38-45.2013>
- Effendi, H. (2016). River Water Quality Preliminary Rapid Assessment Using Pollution Index. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 562–567. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.108>
- Erliza, A. dkk. (2019). Identifikasi Pencemaran Air di Sepanjang Aliran Sungai Utama DAS Batang Arau Kota Padang. *Jurnal Kapita Selekta Geografi*, 2(5), 29–34.
- Harahap, S. (2013). Pencemaran Perairan Akibat Kadar Amoniak yang Tinggi dari Limbah Cair Industri Tempe. *Jurnal Akuatika*, IV(10), 183–194. <https://shodhganga.inflibnet.ac.in/jspui/handle/10603/7385>
- Hardi, I., & Mardani, S. (2015). Processing and Waste Water Quality in Arya Duta Makassar Hotel. *Higiene: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 1(2), 100–108.
- Hasibuan, R. (2016). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap lingkungan hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi"*, 04(01), 42–52. <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=jurnal+issn+rosmidah+hasibuan>
- Intyaswono, S., Yulianto, E., & Mawardi, M. K. (2016). Peran Strategi City Branding Kota Batu Dalam Trend Peningkatan Kunjungan Wisatawan Mancanegara (Studi Pada Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kota Batu). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*[Vol, 30(1), 65–73.
- Kartika, D., & Wahyuningsih, P. (2019). Analisis Kandungan Amoniak dalam Limbah Outlet KPPL PT . Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 1(2), 6–11.
- Kementerian Kesehatan. (2011). *Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob*. Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik Dan Sarana Kesehatan, Jakarta. 66–71.
- Khotimah, S. N., Anisa Mardhotillah, N., Arifaini, N., & Sumiharni. (2021). Karakterisasi Limbah Cair Greywater pada level Rumah Tangga Berdasarkan Sumber Emisi. *Jurnal Sainis*, 21(02), 71–78. [https://doi.org/10.25299/sainis.2021.vol21\(02\).7876](https://doi.org/10.25299/sainis.2021.vol21(02).7876)
- Mohamed, R., Rahman, A., & Kassim, M. (2014). Moringa Oleifera and Strychnos Potatorum Seeds as Natural Coagulant Compared with Synthetic Common Coagulants in Treating Car Wash Wastewater: Case Study 1. *Asian Journal of Applied Sciences*, 02(05), 2321–0893. www.ajouronline.com
- Parwati, E., & Purwanto, A. D. (2017). Time Series Analysis of Total Suspended Solid (Tss) Using Landsat Data in Berau Coastal Area, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 14(1), 61. <https://doi.org/10.30536/ijreses.2017.v14.a2676>
- Prambudy, H., Supriyatin, T., & Setiawan, F. (2019). The testing of Chemical Oxygen Demand (COD) and Biological Oxygen Demand (BOD) of river water in Cipager Cirebon. *Journal of Physics: Conference Series*, 1360(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1360/1/012010>
- Pratiwi, A. E., & Sumadewi, N. L. U. (2019). Analysis of water quality and hotel liquid waste in Ubud Region, Gianyar. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055051>
- Rahayu, A., Fadhillah Hanum, F., Aldilla Fajri, J., Dwi Anggraini, W., & Khasanah, U. (2021). Review: Pengolahan Limbah cair Industri dengan Menggunakan Silika A Review: Industrial Liquid Waste Treatment Using Silica. *Open Science and Technology*, 02(01), 2776–169. <https://opscitech.com/journal>
- Rahmat, B., & Mallongi, A. (2018). Studi Karakteristik dan Kualitas BOD dan COD Limbah Cair. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 1(69), 1–16.
- Sa'ban, L. M. A., Sadat, A., & Nazar, A. (2020). Jurnal PKM Meningkatkan Pengetahuan Masyarakat Dalam Perbaikan Sanitasi Lingkungan. *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 10–16. <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i1.4365>

- Sofarini, D., Herawati, E. Y., Mahmudi, M., Hertika, A. M. S., Arfiati, D., Musa, M., Amin, M., & Supriharyono. (2019). Analysis of stomach content of piscivorous fishes caught in danau panggang peatland, South Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(12), 3788–3793. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201243>
- Supriyantini, E., Nuraini, R. A. T., & Fadmawati, A. P. (2017). Studi kandungan bahan organik pada beberapa muara sungai di kawasan ekosistem mangrove, di wilayah pesisir pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 29-38.
- Wicheisa, F. V., Hanani, Y., & Astorina, N. (2018). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Limbah Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 2356–3346. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Zhang, J. Y., Ni, W. M., Zhu, Y. M., & Pan, Y. D. (2013). Effects of different nitrogen species on sensitivity and photosynthetic stress of three common freshwater diatoms. *Aquatic Ecology*, 47(1), 25–35. <https://doi.org/10.1007/s10452-012-9422-z>