



PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK DI LINGKUNGAN ECORESORT DAN WISATA BAHARI

Rian Mei Kusuma^{1*}, Raden Kokoh Haryo Putro²

^{1,2} Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi(Penulis): radenkokoh.tl@upnjatim.ac.id

Diterima: 09-12-2023

Disetujui: 05-01-2024

Diterbitkan: 29-03-2024

Kata Kunci:

Air Limbah Domestik, Aktivitas karyawan dan pengunjung, Ecoresort dan Wisata Bahari, Pengolahan Air Limbah Domestik.

ABSTRAK

Aktivitas ecoresort dan wisata bahari tidak hanya menyediakan tempat untuk bersantai tetapi juga terdapat kegiatan dari aktivitas karyawan dan pengunjung. Aktivitas karyawan dan pengunjung menghasilkan limbah domestik yang harus diolah terlebih dahulu agar memenuhi baku mutu menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum I/8/2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik. Tujuan penulisan adalah untuk mengetahui Instalasi Pengolahan Limbah Domestik yang dapat digunakan agar limbah domestik dari aktivitas karyawan dan pengunjung *ecoresort* dan wisata bahari memenuhi baku mutu air limbah domestik. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kepustakaan atau studi literatur. Hasil menunjukkan bahwa Instalasi Pengolahan Air Limbah yang terdiri dari bak ekualisasi, *settling tank*, ABR, *aerobic clarifier*, dan *wetland* mampu menurunkan kadar parameter pencemar hingga memenuhi baku mutu. *aerobic clarifier* dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan NH₃-N hingga 70% dan minyak lemak sebesar 50%. *Wetland* dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah domestik yang dapat digunakan karena memiliki nilai removal yang cukup tinggi dan menambah estetika wilayah tersebut karena fungsi tanaman yang dipakai.

Received: 09-12-2023

Accepted: 05-01-2024

Published: 29-03-2024

Keywords:

Domestic Wastewater, ecoresort and marine tourism, activities employees and visitors, Waste Water Treatment,

ABSTRACT

The activities of an ecoresort and marine tourism not only provide a place for relaxation but also involve various activities from both employees and visitors. The activities generate domestic waste that needs to be treated to meet the quality standards set by the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number P.68/Menlhk/Setjen/Kum I/8/2016 regarding Domestic Wastewater Quality Standards. The purpose of this writing is to determine a domestic wastewater treatment plant that can be utilized to ensure that domestic waste from the activities of employees and visitors at the ecoresort and marine tourism meets the standards for domestic wastewater. The research method employed is a literature review or literature study. The results indicate that a domestic wastewater treatment plant consisting of an equalization tank, settling tank, anaerobic baffled reactor (ABR), aerobic clarifier, and wetland can reduce the levels of pollutant parameters to meet quality standards. The aerobic clarifier can reduce the levels of BOD, COD, TSS, and NH₃-N by up to 70% and fats and oils by 50%. Wetland can serve as an alternative domestic wastewater treatment method due to its high removal efficiency and also contribute to the aesthetics of the area due to the functions of the plants used.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan utama Eco Resort dan Wisata Bahari yang terdapat di area darat dan terapung di laut. Kegiatan tersebut dilengkapi dengan beberapa fasilitas utama dan fasilitas penunjang. Fasilitas utama yang berupa kamar villa,

sedangkan fasilitas penunjang yang berupa restoran, dapur, lobby, *beach club*, SPA, kantor administrasi, ruang HRD, dormitory, ruang IT, ruang *laundry*, ruang *housekeeping*, ruang *engineering*, ruang security, *rooftop wedding area*, dermaga Jetty, area jebakan pasir dan *Mechanical, Electrical*,

Plumbing (MEP) (Dokumen Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah ke Laut, 2023).

Air limbah domestik yang dihasilkan oleh Ecoresort dan Wisata Bahari berasal dari aktivitas domestik dan kegiatan yang dilakukan oleh karyawan dan pengunjung. Sumber air limbah domestik secara spesifik berasal dari aktivitas di kamar mandi, kegiatan dapur, dan laundry. Sabun, pasta gigi, pencuci rambut, dan produk pembersih lainnya terkumpul dalam air limbah kamar mandi. Air limbah ini juga mengandung sisa urin dan fases, serta konsentrasi bahan kimia tinggi dari serbuk sabun untuk pencucian, padatan terlarut, dan lemak. Air limbah domestik memiliki karakteristik fisik, yang mencakup padatan tersuspensi, bau, suhu, dan warna.

Tabel 1. Daftar Sumber Air Limbah

No	Sumber Air Limbah	Kegiatan	Keterangan
1	Restoran dan Dapur	Pencucian alat masak	Grey water
2	Kegiatan Laundry	Pencucian spreid dan sebagainya	Grey water
3	Back of House	Penggunaan shower, kloset, dan wastafel	Grey water dan black water
4	Dormintory Karyawan	Penggunaan shower, kloset, dan wastafel	Grey water dan black water
5	Waterfront Villa 1 Bedroom	Penggunaan shower, kloset, dan wastafel	Grey water dan black water
6	Waterfront Villa 2 Bedroom	Penggunaan shower, kloset, dan wastafel	Grey water dan black water
7	Villa 1 Bedroom	Penggunaan shower, kloset, dan wastafel	Grey water dan black water

Sumber: Dokumen Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah ke Laut, 2023

Air limbah rumah tangga termasuk hotel, losmen, rumah sakit, apartemen, pasar, perkantoran, sekolah, fasilitas sosial, dan area komersial (Wirawan, 2019). Air yang digunakan untuk toilet, mandi, mencuci, laundry, dan dapur merupakan air limbah domestik yang berasal dari kegiatan karyawan dan pengunjung ecoresort dan wisata bahari. BOD, COD, TSS, pH, total coliform, amoniak, minyak, dan lemak adalah indikator kadar pencemar air limbah domestik (Faradhila et al., 2023).

Tujuan penulisan jurnal adalah mempelajari karakteristik limbah domestik di lingkungan ecoresort dan wisata bahari. Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum I/8/2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik, hasil pengukuran terhadap parameter limbah domestik selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu limbah domestik.

Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah Domestik

No.	Parameter Air Limbah	Satuan	Baku Mutu
1.	pH	-	6 – 9

2.	BOD	Mg/L	30
3.	COD	Mg/L	100
4.	TSS	Mg/L	30
5.	Minyak dan Lemak	Mg/L	5
6.	Amonia	Mg/l	10
7.	Total Coliform	Jumlah/100 mL	3.000

Sumber: Permen LHK No. 68 Tahun 2016

2. METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kepustakaan atau studi literatur, di mana peneliti mengandalkan pada berbagai sumber literatur untuk mendapatkan data penelitian. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif karena data yang diperoleh berupa kata-kata atau deskripsi. Penelitian kepustakaan atau literatur adalah suatu jenis penelitian di mana fokus utama adalah pada pustaka atau karya-karya literatur yang relevan (Khusaini, 2023).

Penulis melakukan analisis dengan memanfaatkan studi-studi yang serupa atau memiliki kaitan dengan topik tulisan yang sedang disusun. Literatur yang sudah terkumpul digunakan sebagai kajian yang diteliti, penulis melakukan observasi literatur yang masih berhubungan dengan pengolahan air limbah domestik melalui beragam informasi kepustakaan baik itu dari buku, jurnal ilmiah, data digital, dokumen dan sebagainya guna menganalisa Pengolahan Limbah Domestik Di Lingkungan Ecoresort Dan Wisata Bahari yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah domestik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Unit Pengolahan Air Limbah

IPAL Eco Resort dan Wisata Bahari memiliki unit pengolahan air limbah seperti Tank Penampungan *Anaerobic Baffled*, *Reactor Aerobic Clarifier*, *Wetland*, dan Desinfeksi. Selain itu, unit pengolahan air limbah utama dilengkapi dengan sarana dan prasarana tambahan, seperti *grease trap* untuk menghilangkan lemak dan minyak yang dihasilkan dari aktivitas dapur. Untuk setiap IPAL, unit pengolahan yang digunakan dijelaskan sebagai berikut.

a. Grease Trap

Sebelum air limbah yang berasal dari aktivitas dapur ditampung ke bak pengumpul, terlebih dahulu dilakukan perawatan tambahan. *Grease trap* digunakan sebagai perawatan tambahan untuk air limbah yang berasal dari aktivitas dapur. Bak ini digunakan untuk mengeluarkan lemak dan minyak dari air limbah (Ibrahim et al., 2023). Minyak atau lemak yang berasal dari sisa makanan terdapat dalam air limbah dapur. Agar proses pengolahan di IPAL tidak terganggu, minyak atau lemak yang terapung di permukaan harus dibuang secara berkala.

b. Bak Pengendap I (*Settling Tank*)

Bak sedimentasi awal berfungsi sebagai pengontrol aliran dan penampung dan pengurai lumpur serta pengurai

senyawa organik yang berbentuk padatan. Padatan tersuspensi tenggelam di dasar bak, sedangkan komponen yang lebih ringan mengapung di atasnya. Tujuan proses sedimentasi adalah untuk mengeluarkan zat padat tersuspensi dari 50 hingga 70% dan BOD dari 25 hingga 40 persen (Metcalf and Edy, 2004 dalam Fitriani dan Salamah, n.d).

c. *Anaerobic Baffled Reactor*

Anaerobic Baffle Reactor (ABR) adalah fasilitas pengolahan biologis yang menggunakan Metode pertumbuhan suspended yang menggunakan sekat (*baffle*). Sekat pada ABR berfungsi sebagai pengaduk untuk meningkatkan kontak antara mikroorganisme dan air limbah rumah tangga. Kelebihan unit ABR termasuk bahwa mereka tidak membutuhkan listrik dan memiliki efisiensi penyisihan beban organik yang baik (Putra *et al.*, 2015). Kekurangan unit ABR termasuk bahwa air limbah masih membutuhkan pengolahan tambahan dan *pretreatment* diperlukan untuk mencegah penyumbatan, dan bahwa bakteri patogen dan nutrisi tidak direduksi dengan baik (Madik, 2021).

d. *Aerobic – Clarifier*

Berbeda dengan unit ABR yang tidak membutuhkan oksigen, unit aerobik membutuhkan oksigen untuk mengolah air limbah. Kelebihan tangki aerasi ini adalah kemampuan untuk mendegradasi ammonia tinggi, yang memungkinkan untuk mencapai baku mutu, dan unit clarifier berfungsi sebagai bak pengendap.

e. *Wetland*

Wetland yang dibangun adalah lahan basah buatan yang berfungsi untuk memurnikan air limbah dengan menggunakan metode fisik, kimia, dan biologi dalam lingkungan, menggunakan proses filtrasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion, dan penguraian mikroba (Tian, 2011 dalam Rito, 2017)). Pola aliran air tanah basah biasanya dibagi menjadi aliran air di permukaan atas (vertikal), aliran air di permukaan bawah (horizontal), dan *hybrid* atau kombinasi keduanya. Metode tanaman lain menggunakan wadah yang mengapung untuk menanam. Ini disebut pulau mengapung atau pulau mengapung.

Pada IPAL Timur, lapisan air bebas (FWS) kolam dibangun dengan lapisan alami yang tidak dapat mengalir atau tanah. Lapisan ini memiliki tingkat air dangkal, kecepatan atau kecepatan air rendah, batang, dan sisa-sisa tanaman yang memengaruhi aliran air. *Canna discolor* adalah tanaman yang media reaktor, mikroorganisme, dan suhu memengaruhi kinerja sistem *wetland*. Kelebihan dari sistem *wetland*, yaitu memerlukan energi dan syarat pemeliharaan yang rendah dan mudah untuk menghasilkan pengolahan yang baik (Praditya, 2016). Kekurangan sistem *wetland* adalah mereka membutuhkan lahan yang besar (Sale, 2013).

f. Desinfeksi

Saat air limbah berada di bak sanitasi, desinfektan akan bersentuhan dengan air limbah. Desinfektan memiliki kemampuan untuk mengoksidasi berbagai bahan organik, termasuk bakteri dan patogen. Prinsip kerja desinfektan tablet klor adalah sebagai berikut: tablet klor dimasukkan ke dalam bak chlorin untuk menghasilkan air chlorine, yang kemudian dipompa ke bak desinfektan. Satu tablet chlor digunakan selama sepuluh hari. Penggunaan khlor memiliki banyak keuntungan, termasuk biaya yang rendah,

ketersediaan yang tinggi, dan pengoperasian yang mudah. Desinfeksi dilakukan selain untuk membunuh virus dan bakteri pembawa penyakit, juga untuk menghentikan pertumbuhan algae, atau lumut, agar tampilannya tetap menarik.

3.2 Kriteria Desain

a. Kriteria Desain Unit *Anaerobic Baffle Reactor*

Faktor Perencanaan	Kriteria	Keterangan
Up flow velocity	<2 m/jam	
Panjang	50 – 60%	Dari tinggi bak
Penyisihan COD	65 – 90%	
Penyisihan BOD	70 - 95%	
Organic Loading	<3Kg COD/m ³ .hari	
Hydraulic Retention Time	6– 20 jam	
Organic loading Rate (OLR)	1.2 - 1.5 g COD/L.hari	Pada temperature mesofilic (23- 31°C)
	0.1 – 8 Kg COD/m ³ .hari	
Vup Laju aliran keatas	<2,0 m/jam	

Gambar 1. Kriteria Desain *Anaerobic Baffle Reactor*
Sumber: Permen PU No. 4 Tahun 2017

b. Kriteria Desain Unit *Grease trap*

Kriteria	Nilai	Satuan
Kecepatan aliran	2 – 6	m/jam
Waktu detensi	5 – 20	menit

Gambar 2. Kriteria Desain *Grease trap*
Sumber: Dokumen Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah ke Laut, 2023

c. Kriteria Desain *Aerobic Tank*

Faktor perencanaan	Kriteria
Waktu detensi	6-8 jam
Tinggi ruang lumpur	0,5 m
Beban BOD	5-30 g BOD/m ² .hari

Gambar 3. Kriteria Desain *Aerobic Tank*
Sumber: Permen PU No. 4 Tahun 2017

d. Kriteria Desain *Wetland*

Parameter	Satuan	Nilai
Waktu detensi (untuk menyisihkan polutan terlarut)	hari	5-14
Waktu detensi (untuk menyisihkan polutan tersuspensi)	hari	0,5-3
Laju beban BOD ₅ maksimum	kg/ha.hari	80-112
Laju beban hidraulik	m/hari	0,01-0,05
Luas permukaan dibutuhkan	ha/m ² .hari	0,002-0,014
Rasio panjang : lebar	-	4:1-6:1
Kedalaman air - kondisi rerata	m	0,1-0,5
Rasio kemiringan dasar	-	3:1-10:1

Gambar 4. Kriteria Desain *Wetland*
Sumber: Buku A IPLT (2017)

e. Kriteria Desain *Clarifier*

Faktor perencanaan	Kriteria
Waktu detensi	4,5 - 6 jam
Solid loading	25 – 50 kg SS / m ² .hari
Surface loading	20 – 35 m ³ /m ² .hari

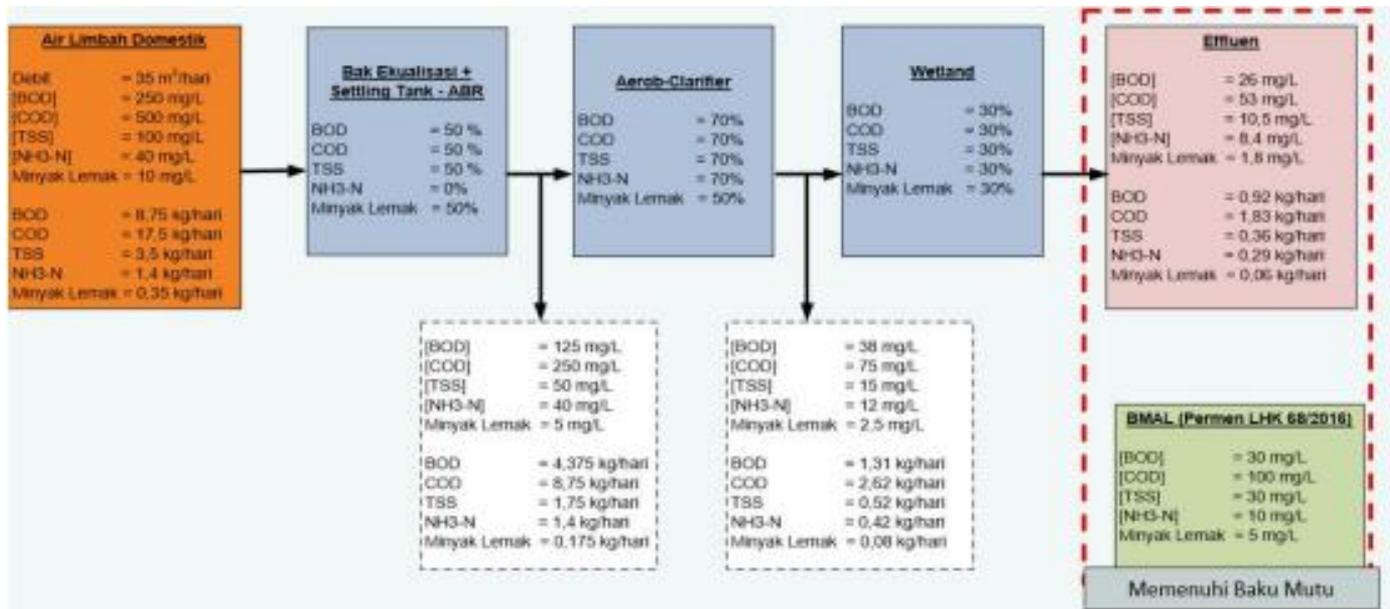
Gambar 5. Kriteria Desain Clarifier
Sumber: Permen PU No. 4 Tahun 2017

Tujuan Pengolahan	Dosis Klor (mg/L)	Waktu Kontak (menit)
Residu klor kombinasi	1 - 5	7 - 8
Residu klor bebas	0,5 - 4	7 - 8
Reaksi breakpoint	6 – 8 x mg/L NH ₃	30
Pembentukan monokloramin (dikloramin akan terbentuk bila pH di bawah 7)	3 – 4 x mg/L NH ₃	20
Pembentukan residu klor bebas	6 – 8 x mg/L NH ₃	20

Gambar 6. Kriteria Desain Desinfektan
Sumber: Persetujuan Teknis Air Limbah Budidaya Kerang Mutiara, 2022

f. Kriteria Desain Desinfektan

3.3 Efisiensi Penyisihan Parameter Air Limbah



Gambar 7. Bagan Hasil Perhitungan Efisiensi Penyisihan Parameter Air Limbah
Sumber: Dokumen Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah ke Laut, 2023

Hasil yang tertera pada Gambar 7 menunjukkan limbah melewati 3 kali tahapan hingga memenuhi baku mutu. Pada tahap pertama terdapat gabungan tiga unit sekaligus yaitu Bak Ekuwalisasi, *Settling Tank*, dan ABR. Bak Ekuwalisasi berfungsi menstabilkan dan mengontrol fluktuasi parameter tersebut, baik kuantitas maupun kualitas (Setyani *et al.*, 2020). Bak ekuwalisasi sendiri tidak secara langsung menurunkan parameter pencemar dalam air limbah. Meskipun tidak secara langsung menurunkan parameter pencemar, bak ekuwalisasi memainkan peran penting dalam optimalisasi proses pengolahan air limbah. Dengan menstabilkan dan mengontrol fluktuasi parameter, bak ekuwalisasi dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengolahan secara keseluruhan.

Pada unit *settling tank* dan ABR terdapat beberapa parameter yang teremoval yaitu BOD, COD, TSS, dan Minyak serta Lemak. *Settling tank* adalah unit pengolahan yang berfungsi untuk mengendapkan partikel padat tersuspensi dalam air limbah (Jawwad dan Aulia, 2023). Partikel padat tersuspensi ini dapat berupa lumpur, pasir, atau partikel organik. *Settling tank* dapat meremoval parameter TSS 50 hingga 70% (Metcalf & Eddy, 2003). Faktor – faktor tingginya removal penyisihan pada unit *settling tank*, seperti konsentrasi TSS pada air limbah, kecepatan aliran air limbah, waktu

detensi, dan karakteristik partikel padat tersuspensi. Efisiensi penyisihan TSS akan semakin tinggi seiring dengan menurunnya konsentrasi TSS dalam air limbah (Fitri *et al.*, 2013). Kecepatan aliran air limbah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan partikel padat tersuspensi tidak memiliki waktu untuk mengendap. Kecepatan aliran air limbah yang optimal adalah sekitar 0,05-0,1 m/s. Waktu tinggal air limbah yang lebih lama akan memberikan peluang yang lebih besar bagi partikel padat tersuspensi untuk mengendap (Sari, 2017). Waktu tinggal air limbah yang optimal adalah sekitar 1-2 jam (Kriteria Desain, Metcalf & Eddy, 2003). Partikel padat tersuspensi yang memiliki ukuran yang lebih besar dan densitas yang lebih tinggi lebih mudah mengendap.

BOD, COD, Minyak, dan Lemak adalah parameter yang teremoval dalam unit ABR (*Anaerobic Baffled Reactor*). *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) adalah fasilitas pengolahan biologis yang menggunakan Metode pertumbuhan suspended yang menggunakan sekat (*baffle*). ABR menggabungkan proses 30 sedimentasi dan penguraian material organik oleh mikroorganisme dalam satu sistem, di mana proses sedimentasi terjadi pada kompartemen pertama dan proses penguraian material organik pada beberapa kompartemen selanjutnya (Lampiran II Permen PUPR No. 04, 2017). Berdasarkan hasil efisiensi penyisihan air limbah IPAL,

parameter COD teremoval sebesar 50%. Parameter COD dapat diremoval menurut jurnal yang berjudul “*Performance of the anaerobic baffled reactor for primary treatment of rural domestic wastewater in Iraq*”, dijelaskan bahwa persentase removal pada parameter COD sebesar 56% (Mahdi *et al.*, 2022).

Perhitungan removal COD pada unit ABR:

Removal BOD: 50%

Faktor removal COD: 0,94

$$\begin{aligned} \text{Removal COD} &= \text{faktor removal COD} \times \% \text{ removal BOD} \\ &= 0,94 \times 50\% \\ &= 47\% \end{aligned}$$

Parameter COD dapat teremoval pada unit *Anaerobic Baffled Reactor* karena peran dari mikroorganisme yang ada pada unit tersebut. Mikroorganisme dalam *Anaerobic Baffled Reactor* menggunakan bahan organik dalam air limbah sebagai sumber energi (Paramita *et al.*, 2012). Mikroorganisme menguraikan senyawa-senyawa kompleks yang mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti CO₂ dan metana (Chotimah, 2010). COD dari bahan organik diubah menjadi produk yang lebih sederhana. Effluent yang keluar sebesar 250 mg/L menunjukkan memenuhi masih belum memenuhi baku mutu, jika hanya menggunakan unit *Anaerobic Baffled Reactor*.

Parameter BOD juga dapat teremoval pada unit *Anaerobic Baffled Reactor* karena peran dari mikroorganisme yang ada pada unit tersebut. Mikroorganisme dalam *Anaerobic Baffled Reactor* menggunakan bahan organik dalam air limbah sebagai sumber energi (Paramita *et al.*, 2012). Mikroorganisme menguraikan senyawa-senyawa kompleks yang mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selama proses ini, BOD dari bahan organik diubah menjadi produk yang lebih sederhana.

Parameter BOD dapat teremoval hingga 70-95% (Tilley *et al.*, 2014). Effluent yang keluar sebesar 125 mg/L menunjukkan bahwa masih melibihi baku mutu, yaitu > 30 mg/L dan perlu pengolahan lebih lanjut.

Hasil effluent dari parameter minyak dan lemak menunjukkan nilai 5 mg/L yang artinya sudah memenuhi baku mutu yaitu 5 mg/L. Kandungan minyak dan lemak dalam limbah banyak dijumpai dari proses produksi yang berbahan dasar tumbuhan, hewan maupun mineral. Kebanyakan dari lemak pada umumnya tercampur dengan berbagai macam trigliserida (ester gliserol dari asam lemak). Minyak dan lemak juga sering pada tumbuhan dan hewan, yang merupakan komponen penting bagi kehidupan manusia (EPA, 1997). Unit *Anaerobic Baffled Reactor* dapat menghilangkan minyak dan lemak dari air limbah melalui proses biologis yang melibatkan mikroorganisme. Mikroorganisme anaerobik dalam setiap kompartemen bekerja untuk menguraikan minyak dan lemak dalam air limbah. Proses biodegradasi melibatkan pemecahan senyawa organik kompleks menjadi komponen yang lebih sederhana, seperti gas metana dan senyawa organik yang lebih mudah terurai (Fairus *et al.*, 2011).

Pada unit *aerobic-clarifier* terdapat penurunan parameter BOD, COD, TSS, NH₃-N, dan Minyak serta lemak. Nilai persen removal pada proses unit *aerobic-clarifier* yaitu 70% untuk BOD, COD, TSS, dan NH₃-N dan 50% minyak dan lemak. Proses removal parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), NH₃-N (*Ammonium Nitrogen*), dan minyak dan lemak pada unit *aerobic clarifier* melibatkan

serangkaian mekanisme pengolahan yang dirancang untuk meningkatkan kualitas air limbah. Dalam unit *aerobic clarifier*, air limbah yang mengandung berbagai zat pencemar tersebut masuk ke clarifier secara aerobik, di mana mikroorganisme aerobik bekerja secara aktif untuk menguraikan senyawa organik dan mengendapkan padatan terlarut dan tersuspensi (Olivianti *et al.*, 2022).

Proses ini dimulai dengan penambahan oksigen ke dalam sistem secara terkontrol untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme aerobik. BOD dan COD, sebagai parameter indikator kebutuhan oksigen dalam dekomposisi materi organik, berkurang karena mikroorganisme ini mengonsumsi senyawa organik yang ada. Total Suspended Solids (TSS) mengalami pengurangan karena proses pengendapan dan pemisahan mekanis dalam clarifier, di mana partikel-partikel padat akan turun ke dasar unit.

Selain itu, NH₃-N yang merupakan indikator amonia dalam bentuk nitrogen, dapat dihilangkan melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi yang dilakukan oleh mikroorganisme di dalam clarifier (Essa, 2017). Ammonium diubah menjadi nitrat melalui nitrifikasi, dan kemudian nitrat dikonversi menjadi nitrogen gas melalui denitrifikasi (Marsidi, 2002).

Minyak dan lemak dalam air limbah juga dapat dihilangkan melalui proses aerobik, di mana mikroorganisme aerobik membantu dalam pemecahan senyawa-senyawa lipid menjadi produk yang lebih sederhana dan larut dalam air (Chotimah, 2010).

Persentase penyisihan BOD melalui metode aerasi sebesar 90% dalam waktu operasional selama 72 jam, semakin lama waktu tinggal, lebih efisien untuk menyisihkan bahan organik (Rivai *et al.*, 2022). Waktu kontak yang lebih lama antara bahan organik dan mikroba pada lapisan biofilm membuat mikroba lebih mungkin memanfaatkan bahan organik untuk metabolisme tubuhnya dan menyisihkan bahan organik dalam air limbah (Dayanti dan Herlina, 2018).

Proses removal parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solids*), NH₃-N (*Ammonium Nitrogen*), dan minyak dan lemak pada unit wetlands melibatkan serangkaian mekanisme alami yang memanfaatkan ekosistem alami tanah basah. Dalam konteks ini, tanah basah bertindak sebagai filter alami yang secara efektif mengurangi kandungan pencemar dalam air limbah.

Hasil effluent pada unit *aerobic clarifier* BOD sebesar 38 mg/L, COD 75 mg/L, TSS 15 mg/L, NH₃-N sebesar 12 mg/L, dan minyak dan lemak menjadi 2,5 mg/L. Nilai parameter COD, TSS, dan Minyak Lemak sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. BOD dan NH₃-N masih belum memenuhi baku mutu, maka diperlukan pengolahan lanjutan yaitu *wetland*.

Proses penurunan BOD dan COD terjadi melalui aktivitas mikroorganisme aerobik dan anaerobik yang hidup di dalam tanah basah. Mikroorganisme ini mengonsumsi senyawa organik, menggunakan oksigen, dan mempercepat proses dekomposisi materi organik. *Total Suspended Solids* (TSS) dapat berkurang karena partikel padat akan mengendap atau diadsorpsi oleh tanah basah, serta dapat disaring oleh vegetasi yang tumbuh di area tersebut (Lee *et al.*, 2014).

NH₃-N dapat diubah menjadi senyawa nitrogen yang kurang beracun melalui proses nitrifikasi oleh mikroorganisme. Proses ini melibatkan konversi amonia menjadi nitrat, yang dapat digunakan oleh tanaman atau

dihilangkan melalui denitrifikasi. Selain itu, tanaman yang tumbuh di tanah basah juga dapat menyerap sejumlah NH₃-N.

Minyak dan lemak dalam air limbah dapat dipecah oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme di tanah basah, menghasilkan senyawa yang lebih sederhana dan mudah terurai.

Hasil effluent yang akan dibuang ke badan air setelah melalui serangkaian unit menunjukkan nilai 26 mg/L, 53 mg/L, 10,5 mg/L, 8,4 mg/L, dan 1,5 mg/L untuk masing-masing parameter yaitu BOD, COD, TSS, NH₃-N, minyak dan lemak. Nilai-nilai tersebut telah memenuhi baku mutu air limbah domestik yang diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum I/8/2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik.

4 SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa limbah domestik di lingkungan *ecoresort* dan wisata bahari perlu dikelola dengan baik agar memenuhi baku mutu limbah domestik yang ditetapkan. Hasil menunjukkan bahwa Instalasi Pengolahan Air Limbah yang terdiri dari bak ekualisasi, *settling tank*, ABR, *aerobic-clarifier*, dan *wetland* mampu menurunkan kadar parameter pencemar hingga memenuhi baku mutu. *aerobic-clarifier* dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan NH₃-N hingga 70% dan minyak lemak sebesar 50%. *Wetland* dapat menjadi salah satu alternatif pengolahan limbah domestik yang dapat digunakan karena memiliki nilai removal yang cukup tinggi dan menambah estetika wilayah tersebut karena fungsi tanaman yang dipakai. Hasil effluent air limbah domestik di lingkungan *ecoresort* dan wisata bahari dibawah baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum I/8/2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik.

DAFTAR PUSTAKA

(EPA), E. P. (1997). *Waste Water Treatment Manual : Primary, Secondary and Tertiary Treatment*. Ardavan, Wexford: Environmental Protection Agency, Ireland.

Chotimah, S. N. (2010). Pembuatan biogas dari limbah makanan dengan variasi dan suhu substrat dalam biodigester anaerob.

Chotimah, S. N. (2010). Pembuatan biogas dari limbah makanan dengan variasi dan suhu substrat dalam biodigester anaerob.

Dayanti, Marieta Sarahrut Dan Netti Herlina. (2018). Studi Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) Pada Air Limbah Domestik Buatan Menggunakan Biofilter Aerob Terceup Dengan Media Bioring. *Jurnal Dampak*-Vol. 15 No. 1

Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2017). *Buku A Panduan Perhitungan Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja* (Edisi Pert). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Dokumen Persetujuan Teknis Pembuangan Air Limbah ke Laut. (2023). PT Mitra Hijau Indonesia

ri, N. (2017). Aplikasi Sequencing Batch Biofilter Granular Reactor (SBBGR) pada Pengolahan Limbah Cair

Rumah Sakit dalam Skala Laboratorium. *Tugas Akhir. Departemen Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Fairus, S., Salafudin, S., Rahman, L., & Apriani, E. (2011, February). Pemanfaatan sampah organik secara padu menjadi alternatif energi: biogas dan precursor briket. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011*.

Faradila, R., Huboyo, H. S., & Syakur, A. (2023). Rekayasa Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Metode Kombinasi Filtrasi Untuk Menurunkan Tingkat Polutan Air. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 342-350.

Fitri, I. T., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2013). Studi Penurunan Parameter TSS dan Turbidity Dalam Air Limbah Domestik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertical Roughing Filter dan Horizontal Roughing Filter. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 1-7.

Fitriani, S. N., & Salamah, S. Perancangan bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Pupuk.

Ibrahim, R., Selintung, M., Zubair, A., Mangarengi, N. A. N. P., Abdullah, N. O., & Syarifuddin, S. (2023). Peningkatan Kemampuan Masyarakat Dalam Mengolah Air Limbah Domestik Melalui Pelatihan Pembuatan Alat Perangkap Lemak (Grease Trap) Sederhana. *JURNAL TEPAT: Teknologi Terapan untuk Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 86-94.

Jawwad, M. A. S., & Aulia, S. (2023). Pemanfaatan Air Limbah Domestik Terolah Fasilitas Umum Pendidikan untuk Penyiraman Tanaman. *Prosiding ESEC*, 4(1), 14-20.

Lee, S., Maniquiz-Redillas, M. C., & Kim, L. H. (2014). Settling basin design in a constructed wetland using TSS removal efficiency and hydraulic retention time. *Journal of Environmental Sciences*, 26(9), 1791-1796.

MADIK, K. R. (2021). SKRIPSI EVALUASI SISTEM PENGELOLAAN LIMBAH CAIR DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH Dr. SAIFUL ANWAR KARMELINDA RAMBU MADIK 1307. 13251. 104 OTA MALANG PROVINSI JAWA TIMUR.

Mahdi, F. K., Abu-Alhail, S., & Dawood, A. S. (2022). Performance of the anaerobic baffled reactor for primary treatment of rural domestic wastewater in Iraq. *Open Engineering*, 12(1), 859-865.

Marsidi, R. (2002). Proses nitrifikasi dengan sistem biofilter untuk pengolahan air limbah yang mengandung amoniak konsentrasi tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(3).

Metcalf & Eddy, Inc. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* (4th ed.). McGraw-Hill.

Olvianti, A. P., Augustasya, V. A., & Putra, R. K. (2022). *Bangunan Pengolahan Air Buangan Industri Rumah Pemotongan Hewan (RPH)* (Doctoral dissertation, UPN Veteran Jawa Timur).

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum I/8/2016 tentang Baku Mutu Limbah Domestik

Praditya, R. K. (2016). *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Kampung Seni Nitiprayan, Desa Ngestiharjo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul* ,

- Daerah Istimewa Yogyakarta* (Doctoral dissertation, UII).
- Putra, A., Karnaningroem, N., & Mardyanto, A. (2015). Desain Bangunan Pengolahan Limbah Cair Peternakan Babi dan Pemanfaatan Kembali Hasil Pengolahannya. *Skripsi Program SI Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Rito, B. A. B. R. (2017). Pemanfaatan Constructed Wetland Sebagai Bagian Dari Rancangan Lansekap Ruang Publik Yang Berwawasan Ekologis Studi Kasus Houtan Park China. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 9(1), 46-59.
- Rivai, V., Wulandari, C. D. R., & Setyobudiarso, H. (2022). EFEKTIVITAS METODE AERASI BUBBLE AERATOR DALAM MENURUNKAN KADAR BOD DAN COD AIR LIMBAH RPS LAUNDRY KOTA MALANG. *Jurnal Mahasiswa" ENVIRO"*, 1(2).
- Sale, R. (2013). *KELAYAKAN PENERAPAN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK SISTEMTERPUSAT DAN LOKASI LAHAN BASAH BUATAN DI KOTAKENDARI FEASIBILITYOF OFF-SITE SYSTEMDOMESTICWASTEWATER TREATMENT APPLICATION AND CONSTRUCTED WETLAND LOCATIONIN KENDARI CITY* (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Sari, M. (2017). Optimalisasi Daya Koagulasi Serbuk Biji Kelor (*Moringa oleifera*) Pada Limbah Cair Industri Tahu. *AGRITEPA: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 4(2), 25-37.
- SETYANI, I., Budihardjo, M. A., & Muhammad, F. (2020). *EVALUASI KINERJA DAN PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT Z, KABUPATEN MAGELANG* (Doctoral dissertation, School of Postgraduate Studies).
- Tilley, E., Ulrich, L., Luthi, C., Reymond, P., & Zurbrugg, C. (2014). *Compendium of Sanitation Systems and Technologies*. Euwag
- Wirawan, M. (2019). Kajian Kualitatif Pengelolaan Air Limbah Domestik di DKI Jakarta. *Jurnal Riset Jakarta*, 12(2).