

## Studi Pengolahan Air Limbah dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD di Pelabuhan Perikanan Samudra Kendari

Ranno Marlany Rachman<sup>1\*</sup>, Romy Talanipa<sup>1</sup>, Abdul Rahim Sya'ban<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Rekayasa Infrastruktur Lingkungan, Universitas Halu Oleo, Kendari

<sup>2</sup>Program Studi Kesehatan Masyarakat, Universitas Mandala Waluya, Kendari

Email Korespondensi: [rannorachman@uho.ac.id](mailto:rannorachman@uho.ac.id)

### **Kata Kunci:**

*BOD, COD, aerasi, sedimentasi, oksidasi*

### **ABSTRAK**

Air limbah adalah air bekas yang tercemar yang dihasilkan dari aktivitas dan kegiatan manusia. Air buangan yang masuk Sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) diolah sebelum dialirkan ke drainase umum. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui sistem pengolahan air limbah dengan metode aerasi, sedimentasi, dan oksidasi dalam menurunkan kadar BOD dan COD IPAL di PPS Kendari. Penelitian ini merupakan deskriptif kuantitatif yaitu untuk mengetahui kinerja masing-masing Instalasi Pengolahan Air limbah dengan membandingkan hasil uji air sampel sebelum dan sesudah pengolahan dari bak aerasi, bak sedimentasi sampai bak oksidasi. Hasil pengujian air sampel limbah awal sebelum masuk ke pengolahan nilai BOD sebesar 112,6 mg/L dan nilai COD sebesar 260 mg/L. Hasil penelitian kinerja pengolahan bak aerasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 22,58% dan kadar COD sebesar 28%, pada pengolahan air limbah dengan metode sedimentasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 21,31% dan kadar COD sebesar 36,19%, pada pengolahan air limbah dengan metode oksidasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 23,83% dan kadar COD sebesar 35,79%, instalasi pengolahan air limbah dengan metode aerasi, sedimentasi dan oksidasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 53,59% (52,25 mg/L) dan COD sebesar 70,5% (76,7 mg/L). Hasil tersebut telah memenuhi baku mutu air limbah Permen No 6 Tahun 2007.

### **Keyword:**

*BOD, COD, aeration, sedimentation, oxidation*

### **ABSTRACT**

*Wastewater is polluted used water resulting from human activities and activities. Wastewater entering the Wastewater Treatment Installation System (WWTP) is treated before being channeled into public drainage. This study aimed to determine the wastewater treatment system using aeration, sedimentation, and oxidation methods to reduce BOD and COD levels of WWTP in PPS Kendari. This research is a quantitative descriptive that is to determine the performance of each wastewater treatment plant by comparing the test results of water samples before and after treatment from aeration tanks, sedimentation tanks to oxidation tanks. Before entering the treatment process, the initial wastewater sample testing results had a BOD value of 112.6 mg/L and a COD value of 260 mg/L. The results of the research on the performance of the aeration basin treatment can reduce BOD levels by 22.58% and COD levels by 28%, wastewater treatment with the sedimentation method can reduce BOD levels by 21.31% and COD levels by 36.19%, in water treatment waste with oxidation method can reduce BOD levels by 23.83% and COD levels by 35.79%, wastewater treatment plants using aeration, sedimentation and oxidation methods can reduce BOD levels by 53.59% (52.25 mg/L) and COD of 70.5% (76.7 mg/L). These results have met the wastewater quality standard of Ministerial Regulation No. 6 of 2007.*

## 1. PENDAHULUAN

Limbah adalah produk atau zat yang tidak sesuai lagi dengan peruntukannya yang dibuang karena tidak berguna, tidak berharga atau cacat (Obi *et al.*, 2016). Peningkatan populasi pada suatu wilayah tidak hanya berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan sehari-hari tetapi telah meningkatkan jumlah hasil sampingan berupa limbah. Salah satu limbah tersebut adalah limbah cair. Limbah cair yang

yang dihasilkan berasal dari limbah rumah tangga dan limbah industri. diharapkan limbah cair yang di hasilkan tersebut tidak memengaruhi kualitas lingkungan sekitar atau limbah tersebut dapat digunakan kembali setelah dilakukan pengolahan. Limbah cair yang dihasilkan jika tidak dilakukan pengolahan akan memengaruhi kualitas lingkungan (Vijayakumar *et al.*, 2020).

Limbah akan merubah kualitas lingkungan baik secara langsung ataupun tidak langsung. Proses perubahan kualitas

lingkungan dapat berlangsung dalam jangka waktu yang pendek bisa juga berlangsung dalam jangka waktu yang panjang jika tidak segera dikendalikan (Van der Sloot, 2002). Pengolahan limbah yang dilakukan diupayakan harus sesuai dengan karakter limbah itu sendiri (Sitorus, 2021). Pengolahan air limbah industri merupakan proses untuk pengolahan air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industri sebagai bahan yang tidak diinginkan (Fauzia & Siska, 2021). Proses pengolahan limbah diharapkan menghasilkan air limbah yang memiliki kualitas sesuai dengan baku mutu yang aman bagi lingkungan dan makhluk hidup (Rimantho & Athiyah, 2019).

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) mengacu pada jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk degradasi biotik bahan organik dalam badan air (Penn *et al.*, 2009). Umumnya BOD digunakan untuk mengetahui bahan organik yang mudah terurai. BOD juga diartikan sebagai jumlah oksigen terlarut di dalam air yang ada di dalam perairan yang digunakan oleh mikroba (Mallongi & Natsir, 2018).

Sedangkan, *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah tes yang mengukur jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi secara kimiawi bahan organik dan nutrisi anorganik, seperti Amonia atau Nitrat, yang ada dalam air (Bekkari & Zeddouri, 2018). COD biasanya diartikan sebagai jumlah oksigen yang ada di dalam air, yang digunakan untuk mengurai semua bahan organik yang ada di di dalam air (Atima, 2015). Pada pengolahan industri, umumnya BOD dan COD merupakan parameter penting yang digunakan sebagai salah satu indikator dari beberapa parameter yang dijadikan untuk melihat apakah sistem pengolahan air limbah yang ada disuatu industri hasilnya baik atau tidak (Marganingrum *et al.*, 2013).

Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kendari adalah pelabuhan perikanan laut yang memiliki potensi yang besar dalam bidang perikanan yang mencakup wilayah Sulawesi Tenggara dan kawasan Indonesia bagian timur (Jati & Fitriasia 2020). Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kendari mengolah limbah industri sendiri yang bersumber dari industri dan sejumlah kantor yang ada di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kendari. Pengolahan limbah pabrik (*sewage treatment plant*) yang terpasang pada Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kendari digunakan untuk pengolahan air limbah kegiatan domestik dan industri di PPS, air buangan tersebut diolah untuk di buang ke saluran umum dengan tidak membuat pencemaran umum.

Pengolahan air buangan pada IPAL yang terdapat pada Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Kendari menggunakan sistem yang terdiri dari kombinasi fisik, kimia dan biologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sistem pengolahan air limbah dengan metode aerasi, sedimentasi, dan oksidasi dalam menurunkan kadar BOD dan COD pada instalasi pengolahan air limbah di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari. Penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif yaitu untuk mengetahui kinerja masing-masing instalasi pengolahan air limbah dengan membandingkan hasil uji air sampel sebelum dan sesudah pengolahan dari bak aerasi, bak sedimentasi sampai bak oksidasi.

## 2. METODE PENELITIAN

Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel terikat (*dependent variable*) yaitu kadar BOD dan COD dan variabel bebas (*independent variable*). Penelitian ini dilaksanakan di Pelabuhan Perikanan Samudra Kendari pada Bulan Juli Tahun 2022. Penelitian ini untuk melihat pengaruh bak aerasi, bak sedimentasi dan bak oksidasi dalam mengurangi kadar BOD dan COD pada instalasi pengolahan air limbah di Pelabuhan Perikanan Samudra Kendari.

Desain penelitian ini untuk mengetahui kinerja dari IPAL yang ada pada Pelabuhan Perikanan Samudra Kendari, apakah terjadi penurunan atau tidak terjadi penurunan terhadap kadar BOD dan COD. Proses ini juga akan membuktikan apakah proses aerasi berfungsi dengan baik yaitu terjadi kontak dengan udara yang baik pada limbah, pada metode sedimentasi berfungsi dengan baik yaitu pengendapan terjadi dengan baik memisahkan zat padat dalam bentuk lumpur organik dan pada kolam oksidasi, penambahan udara melalui *difusser* berfungsi dengan baik untuk menyempurnakan proses pengolahan berjalan dengan baik.

Penelitian ini diawali dengan mengambil sampel air limbah pada inlet sebelum masuk di bak aerasi dengan mengukur kadar BOD dan COD. Tahap berikutnya mengambil air sampel pada bak aerasi, bak sedimentasi dan bak oksidasi untuk melihat apakah terjadi penurunan terhadap kadar BOD dan COD pada masing-masing bak. Hasil dari pengukuran kadar BOD dan COD akan dibandingkan dengan baku mutu lingkungan berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan sesuai PERMEN LH Nomor 06 Tahun 2007.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan laporan hasil analisa yang dilakukan di laboratorium biologi Universitas Halu Oleo kadar BOD dan COD pada limbah pada IPAL di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari yaitu sebagai berikut:

### 3.1 Hasil Analisis Kadar Air Limbah Awal BOD dan COD Sebelum Masuk ke Pengolahan

Tabel 1. Hasil Analisis Kadar BOD dan COD Awal

Parameter	Hasil Pemeriksaan (mg/L)	Baku Mutu* (mg/L)
BOD	112,6	75
COD	260	150

\*PERMEN LH No 6 Tahun 2007

Berdasarkan Tabel 1 di atas, didapatkan hasil analisis awal kadar BOD dan COD sebelum masuk ke bak Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebesar 112, 6 mg/L dan 260 mg/L. Tingginya kadar BOD dan juga kadar COD diakibatkan oleh pengolahan ikan dan air bekas pengolahan ikan. Kandungan bahan organik yang tinggi di dalam air yang menjadi indikator parameter nilai BOD pada air. Pada parameter COD yang telah melampaui baku mutu berdasarkan ketentuan limbah cair, karena terjadinya proses secara alami dari bahan organik secara biologi yang membutuhkan kadar oksigen terlarut di dalam air. Hasil pengukuran dari parameter

BOD dan COD pada IPAL di Pelabuhan Samudra Kendari telah melewati Baku Mutu PERMEN LH No 6 Tahun 2007.

### 3.2 Metode Aerasi

**Tabel 2.** Hasil Analisis Kadar BOD dan COD

Parameter	Hasil Pemeriksaan Pengolahan		Penurunan	
	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	mg/L	%
BOD	112,6	87,18	25,42	22,58
COD	260	187,2	72,8	28

Berdasarkan Tabel 2 di atas, didapatkan hasil pengolahan pada bak aerasi mengalami penurunan sebesar 22,58% BOD dan 28% COD. Pada bak aerasi, air limbah kontak dengan oksigen akibat dari pengadukan dan pencampuran untuk menunjang pertumbuhan mikroba. Pada proses lumpur aktif total padatan tersuspensi dapat turun hingga 91%. Selain itu, proses lumpur aktif juga dapat menurunkan COD sebanyak 62% dan BOD sebesar 95%, serta dapat menurunkan bau dan warna dari limbah yang diolah (Wang *et al.*, 2021). Pada bak aerasi campuran lumpur dari air limbah, organisme dan udara, dapat menyebabkan terjadinya karbon dioksida hasil dari proses organisme yang mengoksidasi limbah organik. Hasil ini akan terbentuk sel mikroorganisme yang baru (Demirbas *et al.*, 2017).

Pada bak aerasi diharapkan rasio antara mikroorganisme dan substrat dapat seimbang. Hal tersebut dimungkinkan karena secara bersamaan air limbah dimasukkan dalam satu inlet yang menyebabkan pengolahan merata dan tersebar ke seluruh tangki sehingga adsorpsi dari material organik terlarut pada biomassa dapat cepat terjadi (Safria & Perdana, 2022). Pada kolam aerasi, jumlah BOD yang menurun merupakan salah satu indikator proses pengolahan air limbah yang memenuhi syarat, pada kolam aerasi peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mikroorganisme melakukan oksidasi dari bahan-bahan organik (Susanti, *et al.*, 2020).

Lumpur aktif yang tersuspensi dalam keadaan aerobik di air belum sempat berfungsi pada *stock tank* sehingga akan segera berubah dari bahan organik tak stabil menjadi bahan mudah bercampur kemudian menjadi bahan makanan bagi bakteri (Al, 2020). Proses lumpur aktif menyebabkan bahan organik dan koloid menjadi tersuspensi dan diserap oleh bakteri, kemudian membentuk flok lumpur aktif baru dan akan mengendap jika kondisinya terkondisikan dengan baik. Flok yang baik harus berwarna coklat tua atau tembaga, konsentrasi zat padat (*solid*) dalam keadaan normal bervariasi antara 1500-3000 mg/L (Sunarti, 2014).

Campuran lumpur yang diaktifkan ini kemudian menuju ke bak pengendap (sedimentasi). Proses pengendapan dilakukan untuk memisahkan zat padat dari badan air. Instalasi pengolahan air limbah yang terpasang di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari belum berjalan dengan baik di mana pada tangki aerasi *blower* yang di gunakan sebagai penyuplai oksigen agar terjadi pengadukan serta pencampuran yang baik, agar saluran bagian air terkena kontak dengan oksigen tidak kontinyu digunakan. Tetapi, dengan kondisi yang tidak

berfungsi dengan baik tersebut metode aerasi yang terpasang pada instalasi pengolahan air limbah di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari dapat menurunkan kadar BOD sebesar 25,42 mg/L dan kadar COD sebesar 72,8 mg/L. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan dengan metode aerasi lebih efektif menurunkan kadar COD dibanding kadar BOD.

### 3.3 Metode Sedimentasi

**Tabel 3.** Hasil Analisis Kadar BOD dan COD

Parameter	Hasil Pemeriksaan Pengolahan		Penurunan	
	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	mg/L	%
BOD	87,18	68,60	18,58	21,31
COD	187,2	119,45	67,75	36,19

Berdasarkan Tabel 3 di atas, didapatkan hasil pengolahan pada bak sedimentasi BOD mengalami penurunan sebesar 21,31% dan COD sebesar 36,19%. Campuran dari tangki aerasi lalu memasuki kolam sedimentasi, organisme hasil dari proses flokulan mengendap dan tersingkir dari aliran buangan. Lumpur yang mengandung organisme terendapkan yang diaktifkan kemudian akan dikembalikan menuju tangki aerasi untuk dicampur kembali dengan air limbah (Sahlan & Razak, 2013). Di dalam bak pengendap, kondisinya memungkinkan terjadinya pengendapan untuk memisahkan zat padat dalam bentuk lumpur organik. Air yang bercampur lumpur tersebut mengalir melalui *channel* dan secara gravitasi lumpur mengendap ke bawah. Lumpur akan dikumpulkan ditengah-tengah *tank* kemudian dengan air *lift* mengalir ke *sludge tank*. Air yang telah bersih dari lumpur yang berada di atas secara *over flow* melimpah kesaluran yang menuju oksidasi tank (Lestari, 2011).

Instalasi pengolahan air limbah yang terpasang di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari belum berjalan dengan baik di mana pada tangki sedimentasi (tangki pengendapan) lumpur yang mengendap di dasar tangki tidak tersedot ketangki lumpur (*sludge tank*) dan sebagian lagi ke aeration tank (tangki aerasi) menjadi lumpur aktif. Walaupun proses pengolahan pada bak sedimentasi belum berjalan dengan baik pada proses pengendapan air limbah untuk memisahkan zat padat berbentuk campuran lumpur organik, pada bak sedimentasi mampu menurunkan kadar BOD sebesar 18,58 mg/L dan kadar COD sebesar 67,75 mg/L. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan dengan metode sedimentasi lebih efektif menurunkan kadar COD dibanding kadar BOD.

### 3.4 Metode Oksidasi

Berdasarkan Tabel 4 di bawah ini, didapatkan hasil pengolahan pada bak oksidasi BOD mengalami penurunan sebesar 23,83% dan COD sebesar 35,79%. Proses penyisihan zat organik secara biologi, dapat terjadi tergantung dari jumlah oksigen terlarut, jumlah zat dan jenis mikroorganisme (Baldock & Skjemstad, 2000). Proses oksidasi aerob dapat berlangsung karena adanya pengaruh oksigen, bahan-bahan

organik menjadi produk yang relatif stabil dan sisanya akan disintesis menjadi mikroba yang baru (Nugroho & Said, 2011). Dalam *reaktor* yang mengandung oksigen terlarut, akan melekat dan diam terendam harus dijaga dalam keadaan tertentu. Proses oksidasi, sintesa dan respirasi dari sel sangat tergantung oleh keberadaan oksigen (Third *et al.*, 2003). Untuk penyempurnaan hasil olahan perlu diadakan proses oksidasi, dengan menghembuskan udara lewat *diffuser* diharapkan air bersih yang keluar dari *sedimentasi tank* kemungkinan masih mengandung beban organik maka akan dilakukan pengolahan lagi (Basile *et al.*, 2011).

**Tabel 4.** Hasil Analisis Kadar BOD dan COD

Parameter	Hasil Pemeriksaan Pengolahan		Penurunan	
	Sebelum (mg/L)	Sesudah (mg/L)	mg/L	%
	BOD	66,60	52,25	16,35
COD	119,45	76,70	42,75	35,79

Pada tangki oksidasi yang terpasang pada instalasi pengolahan air limbah di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari belum berjalan dengan baik, di mana *blower* yang di gunakan sebagai penyuplai oksigen yang di hembuskan lewat *diffuser* tidak kontinyu digunakan. Walaupun sistem pada bak oksidasi yang terpasang pada instalasi pengolahan air limbah di Pelabuhan Perikanan Samudera Kendari tidak berjalan dengan baik, tetapi tetap dapat menurunkan kadar BOD sebesar 16,35 mg/L dan kadar COD sebesar 42,75 mg/L. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem pengolahan dengan metode oksidasi lebih efektif menurunkan kadar COD di banding kadar BOD.

Berdasarkan hasil pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang ada pada Pelabuhan Perikanan Samudra Kendari, dengan metode aerasi, sedimentasi dan oksidasi secara total dapat menurunkan kadar BOD sebesar 53,59% (52,25 mg/L) dan COD sebesar 70,5% (76,7 mg/L). Hasil penurunan ini telah memenuhi baku mutu lingkungan berdasarkan PERMEN LH No 06 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan.

#### 4. KESIMPULAN

Sistem pengolahan air limbah di Pelabuhan Perikanan Samudra Kendari dengan metode aerasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 25,42 Mg/L (22,58%) dan kadar COD sebesar 72,8 Mg/L (28%). Pengolahan air limbah dengan metode sedimentasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 18,58 Mg/L (21,31%) dan kadar COD sebesar 67,75 Mg/L (36,19%). Pengolahan air limbah dengan metode oksidasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 16,35 Mg/L (23,83%) dan kadar COD sebesar 42,75 Mg/L (35,79%). Sehingga secara total dapat menurunkan kadar BOD sebesar 53,59% (52,25 mg/L) dan COD sebesar 70,5% (76,7 mg/L). hasil pengolahan tersebut telah memenuhi baku mutu lingkungan berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan sesuai PERMEN LH Nomor 6 Tahun 2007.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Halu Oleo yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian kepada dosen dalam memenuhi pelaksanaan Tri Dharma Universitas. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini sehingga diharapkan hasil dari penelitian ini menjadi inovasi baru dalam perkembangan Pelabuhan Perikanan Samudra Kendari.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al, K. M. (2020). Pengelolaan Air Limbah Domestik. *Scopindo Media Pustaka*.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. *BIOSEL (Biology Science and Education): Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 4(1), 83-93.
- Baldock, J. A., & Skjemstad, J. O. (2000). *Role of the soil matrix and minerals in protecting natural organic materials against biological attack. Organic Geochemistry*, 31(7-8), 697-710.
- Basile, T., Petrella, A., Petrella, M., Boghetich, G., Petruzzelli, V., Colasuonno, S., & Petruzzelli, D. (2011). *Review of endocrine-disrupting-compound removal technologies in water and wastewater treatment plants: an EU perspective. Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50(14), 8389-8401.
- Bekkari, N., & Zeddouri, A. (2018). *Using artificial neural network for predicting and controlling the effluent chemical oxygen demand in wastewater treatment plant. Management of Environmental Quality: An International Journal*.
- Demirbas, A., Coban, V., Taylan, O., & Kabli, M. (2017). *Aerobic digestion of sewage sludge for waste treatment. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 39(10), 1056-1062.
- Fauzia, D. A., & Siska, F. (2021). Pengadaan Instalasi Pengolahan Air Limbah sebagai Syarat Pembuangan Limbah Cair dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Air berdasarkan Peraturan Bupati Cirebon Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Ketentuan Perizinan Pembuangan Limbah Cair ke Sumber Air di Cirebon. *Jurnal Riset Ilmu Hukum*, 1(2), 104-110
- Jati, P. L., & Fitriasia, A. (2020). Kinerja Operasional PPS Bungus: Kunjungan Kapal dan Produksi Ikan Tahun 2001-2017. *Jurnal Kronologi*, 2(3), 50-61.
- Lestari, R. P. (2011). Pengujian Kualitas Air Di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Mojosongo Kota Surakarta.
- Mallongi, A., & Natsir, M. F. (2018). Efisiensi pengolahan limbah cair industri tahu menggunakan biofilter sistem upflow dengan penambahan Efektif Mikroorganisme 4. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan*, 1(2).
- Marganingrum, D., Roosmini, D., Pradono, P., & Sabar, A. (2013). Diferensiasi Sumber Pencemar Sungai Menggunakan Pendekatan Metode Indeks Pencemaran (IP)(Studi Kasus: Hulu DAS Citarum). *RISSET Geologi dan Pertambangan*, 23(1), 41-52.

- Nugroho, R., & Said, N. I. (2011). Perbaikan Kualitas Air Baku Perusahaan Air Minum (PAM) dengan Biofiltrasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(2), 121-129
- Obi, F. O., Ugwuishiwu, B. O., & Nwakaire, J. N. (2016). *Agricultural waste concept, generation, utilization, and management. Nigerian Journal of Technology*, 35(4), 957-964.
- Penn, M. R., Pauer, J. J., & Mihelcic, J. R. (2009). *Biochemical oxygen demand. Environmental and ecological chemistry*, 2, 278-297.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 06 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan.
- Rimantho, D., & Athiyah, A. (2019). Analisis Kapabilitas Proses untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah di Industri Farmasi. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 1-8.
- Safria, P., & Perdana, A. (2022). Evaluasi dan Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lindi di TPK Sarimukti. *Jurnal Reka Lingkungan*, 10(1), 11-22.
- Sahlan, S., & Razak, A. (2013). Sistem pengolahan air limbah pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU): Studi kasus PLTU Muara Karang. *Jurnal Powerplant*, 1(1), 61-78.
- Sitorus, E., Sutrisno, E., Armus, R., Gurning, K., Fatma, F., Parinduri, L., ... & Priastomo, Y. (2021). Proses Pengolahan Limbah. *Yayasan Kita Menulis*.
- Sunarti, T. C. (2014). Stabilisasi Sludge Dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Starter Bakteri Indigenus Pada Aerobic Sludge Digester. *E-jurnal Agro-Industri Indonesia*, 3(2).
- Susanti, A. R., Wardoyo, I. R. E., Ngadino, N., & Rokhmalia, F. (2020). Evaluasi Pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Puskesmas. *Jurnal Kesehatan*, 11(2), 204-214.
- Third, K. A., Newland, M., & Cord-Ruwisch, R. (2003). *The effect of dissolved oxygen on PHB accumulation in activated sludge cultures. Biotechnology and Bioengineering*, 82(2), 238-250.
- Van der Sloot, H. A. (2002). *Characterization of the leaching behaviour of concrete mortars and of cement-stabilized wastes with different waste loading for long term environmental assessment. Waste Management*, 22(2), 181-186.
- Vijayakumar, T., Vinothkanna, R., & Duraipandian, M. (2020). *Fuzzy logic based aeration control system for contaminated water. Journal of Electronics*, 2(01), 10-17.
- Wang, L. K., Wang, M. H. S., & Shamma, N. K. (2021). *Biological Processes for Water Resource Protection and Water Recovery. In Environmental and Natural Resources Engineering* (pp. 73-168). Springer, Cham.