



Inovasi Pengolahan Limbah Cair dari Pusat Perbelanjaan Kota Malang dengan Metode Aerasi

Susanto¹, Khalimatus Sa'diyah^{2*}, Wianthi Septia Witasari³, Febby Anisa Putri⁴

^{1,2}Program Studi D-III Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia

^{3,4}Program Studi D-IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Kota Malang, Indonesia

Email: ¹susanto.s@polinema.ac.id, ^{2*}khalimatus.s@polinema.ac.id, ³wianthi_sw@polinema.ac.id, ⁴febbyanisa321@gmail.com

Abstract

One of the problems posed by shopping centers is liquid waste. This community service activity aims to find alternative solutions for liquid waste treatment in shopping centers. Based on the shopping centers problem, the community service team of State Polytechnic of Malang tried to offer a solution to the problem through the treatment of liquid waste from one of the shopping centers in Malang using aerobic waste treatment with a modified aeration method with Bioball adhesive media. Based on the results of wastewater treatment by aeration, it was obtained that the domestic wastewater of shopping centers treated by the aeration method has a COD content of 3,570 mg/L, BOD₅ content of 1,136 mg/L, TSS content of 233 mg/L, and pH of 6.15. The results meet the quality standards of domestic wastewater for pH but have not met the quality standards of COD, BOD₅, and TSS. COD parameters can decrease effectively when compared with the results of biofilter waste treatment. The operator of the liquid waste management of the shopping center is also quite satisfied with the result. It is necessary to develop further innovations to reduce TSS, BOD₅, and COD levels in domestic wastewater in shopping centers, such as combining absorption methods and aeration methods in order to obtain results that can meet domestic wastewater quality standards.

Keywords: Aeration, Community Service, Domestic Waste, Wastewater.

Abstrak

Salah satu masalah yang ditimbulkan oleh Pusat Perbelanjaan adalah limbah cair. Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini bertujuan untuk mencari solusi alternatif pengolahan limbah cair pada Pusat Perbelanjaan. Berdasarkan permasalahan mitra tersebut, maka Tim pengabdian pada Masyarakat Politeknik Negeri Malang mencoba menawarkan solusi permasalahan mitra melalui pengolahan limbah cair dari salah satu Pusat Perbelanjaan di Kota Malang menggunakan pengolahan limbah secara aerobik dengan metode aerasi yang dimodifikasi dengan media lekat Bioball. Berdasarkan hasil pengolahan limbah cair secara aerasi diperoleh hasil bahwa air limbah domestik Pusat Perbelanjaan yang diolah dengan metode aerasi memiliki kandungan COD sebesar 3.570 mg/L, kandungan BOD₅ sebesar 1.136 mg/L, kandungan TSS sebesar 233 mg/L, dan pH sebesar 6,15. Hasil tersebut memenuhi baku mutu limbah cair domestik untuk pH, namun belum memenuhi baku mutu COD, BOD₅, dan TSS. Parameter COD dapat menurunkan secara efektif jika dibandingkan dengan hasil pengolahan limbah secara biofilter. Operator pengelola limbah cair Pusat Perbelanjaan juga cukup puas dengan hasil tersebut. Perlu pengembangan inovasi lebih lanjut untuk menurunkan kadar TSS, BOD₅, dan COD pada limbah cair domestik pada Pusat Perbelanjaan seperti penggabungan dengan metode absorpsi dan metode aerasi agar diperoleh hasil yang dapat memenuhi standard mutu air limbah domestik.

Kata Kunci: Aerasi, Pengabdian Pada Masyarakat, Limbah Domestik, Air Limbah.

A. PENDAHULUAN

Dinoyo City Mall adalah salah satu pusat perbelanjaan populer di kota Malang yang menawarkan berbagai macam fasilitas seperti department store, wahana bermain, bioskop, toko buku, dan restoran (BPS, 2024; Rajamuda et al.,

2017). Fasilitas ini menjadikan Mall Dinoyo City menjadi tujuan utama warga untuk berbelanja dan dan rekreasi. Sebagai pusat aktifitas, keberadaan pusat berbelanja ini memiliki dampak positif terhadap perekonomian dan kemudahan akses layanan hiburan bagi masyarakat. Namun, seperti fasilitas komersial lainnya, pengelola pusat

berbelanjaan ini juga menghadapi tantangan dalam pengelolaan limbah cair. Limbah cair di pusat perbelanjaan menjadi permasalahan utama akibat tingginya volume yang dihasilkan dari berbagai aktivitas komersial, seperti restoran dan toilet, yang mengandung polutan organik dan anorganik sehingga dapat berdampak negatif terhadap kualitas lingkungan apabila tidak dikelola secara efektif (Fitra et al., 2018; Lasut, 2020). Mall Dinoyo menghasilkan limbah cair yang dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), yang kemudian diolah menggunakan sistem biofilter. Namun, hasil pengolahan limbah tersebut belum memenuhi standar mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun (P. S. Sari & Sa'diyah, 2024). Untuk mengatasi hal ini, perlu diterapkan metode alternatif pengolahan limbah cair yang lebih efektif, terutama dalam menurunkan kadar parameter pencemar seperti COD, BOD₅, dan TSS, sehingga limbah yang dihasilkan dapat memenuhi standar lingkungan dan mendukung keberlanjutan operasional pusat perbelanjaan. COD adalah ukuran jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik dan anorganik dalam air menggunakan agen pengoksidasi seperti kalium dikromat (Fadzry et al., 2020; Rahadi et al., 2018; Setyaningrum et al., 2022). BOD mengukur jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik dalam air selama periode tertentu, biasanya 5 hari pada suhu 20°C (dikenal sebagai BOD₅) (Azizid Daroini et al., 2020; Gozali et al., 2024; Rahadi et al., 2018). Parameter ini penting untuk menentukan dampak pencemaran dari limbah domestik atau industri terhadap kualitas air. Semakin tinggi nilai BOD, semakin buruk kualitas air tersebut, karena menunjukkan banyaknya bahan organik yang dapat terurai oleh mikroorganisme efektif (Listyaningrum, 2022). TSS adalah ukuran total padatan yang tersuspensi dalam air, baik organik maupun anorganik (Rohmah & Tri Sugiarto, 2008; Subuharni et al., 2023). Padatan ini dapat menyebabkan kekeruhan dan mempengaruhi penetrasi cahaya ke dalam badan air, yang penting untuk fotosintesis mikroorganisme (Haposan Purba et al., 2018). TSS yang tinggi dapat mengindikasikan pencemaran dan dapat menyebabkan masalah ekologis seperti pendangkalan dan pengurangan kualitas habitat bagi organisme akuatik (Rohmah & Tri Sugiarto, 2008; Rondang et al., 2023). Ketiga parameter ini saling terkait dan digunakan untuk menilai dampak limbah terhadap lingkungan serta untuk merancang sistem pengolahan limbah yang efektif (Listyaningrum, 2022).

Pada permasalahan pengolahan limbah cair pada Pusat Perbelanjaan seperti di Mall Dinoyo, pengolahan limbah dapat dilakukan dengan pendekatan biologis yang sesuai dengan

karakteristik limbah domestik. Secara umum, pengelolaan limbah cair dapat dilakukan melalui beberapa metode, yaitu aerobik (proses biologis untuk menguraikan bahan organik dalam limbah dengan bantuan oksigen), koagulasi (penambahan bahan kimia untuk mengikat partikel-partikel kecil yang terlarut, flokulasi (penggabungan partikel-partikel tersebut menjadi gumpalan yang lebih besar), Filtrasi (penyaringan), pengolahan biologis (bioremediasi), pengolahan kimia, adsorpsi, dan filtrasi membran (Dewi & Sa'diyah, 2024; Herlambang, 2005; Nurhasni et al., 2013; Prayitno et al., 2019; P. S. Sari & Sa'diyah, 2024). Salah satu metode yang direkomendasikan adalah pengolahan limbah secara aerobik, yang dinilai sebagai alternatif yang efektif untuk limbah dengan beban BOD sedang hingga rendah (Rusdiana et al., 2020). Pengolahan secara aerobik memiliki beberapa keunggulan diantaranya biaya operasi yang relatif rendah, tingkat keamanan yang tinggi karena tidak menghasilkan gas eksplosif, serta potensi untuk menghilangkan bau (Apelabi et al., 2021; Atiqoh et al., 2022). Selain itu, pengolahan aerobik mudah dioperasikan dan cocok untuk limbah cair yang mengandung lumpur kaya nutrisi (Herlambang, 2005; Rahadi et al., 2018). Salah satu teknik yang sering digunakan dalam pengolahan limbah aerobik adalah metode aerasi, yaitu proses penambahan oksigen ke dalam limbah cair guna meningkatkan kadar oksigen terlarut. Proses ini membantu mikroorganisme mengurai zat organik dan menghilangkan polutan yang ada di dalam air (Rahmawan et al., 2023). Metode aerasi ini dapat dikombinasikan dengan proses pengendapan dan filtrasi menggunakan media seperti zeolit dan arang aktif. Kombinasi metode ini telah terbukti efektif dalam menurunkan kadar zat organik, nilai BOD, dan TSS pada air limbah domestik (Asadiya & Karnaningroem, 2018). Oleh karena itu, penerapan pengolahan limbah berbasis aerasi pada Mall Dinoyo berpotensi menjadi solusi yang efisien untuk meningkatkan kualitas air limbah sehingga memenuhi standar lingkungan.

Pengolahan limbah cair dengan metode aerasi menggunakan oksigen sebagai pretreatment (Arsawan et al., 2012; Rivai et al., 2022). Salah satu cara untuk mengambil zat pencemar yang tergantungan di dalam air adalah dengan menambah oksigen. Proses ini memungkinkan pencemar organik teroksidasi menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga secara signifikan dapat menurunkan konsentrasi zat pencemar (Arsawan et al., 2007). Untuk lebih meningkatkan efisiensi pengolahan, metode aerasi dapat dikombinasikan dengan penggunaan media filter seperti bioball. Bioball berfungsi sebagai tempat tumbuh mikroorganisme yang mempercepat proses biodegradasi polutan, dengan struktur berongga yang memperluas permukaan untuk pertumbuhan biofilm dan memperbesar peluang kontak antara

mikroorganisme dengan zat pencemar (Alfaini & Sa'diyah, 2023; Apema et al., 2023). Kombinasi aerasi dan media filter, seperti bioball atau material berpori lainnya, termasuk zeolit dan arang aktif, terbukti efektif dalam mengurangi kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair. Selain meningkatkan kualitas air hasil pengolahan, penggunaan media filter juga memperpanjang umur media filtrasi melalui peningkatan efisiensi proses penyaringan (Aulia et al., 2024). Dengan demikian, sinergi antara metode aerasi dan media filter menjadi solusi optimal untuk pengolahan limbah cair, baik domestik maupun komersial.

Berdasarkan permasalahan mitra tersebut, maka Tim pengabdian pada Masyarakat Politeknik Negeri Malang mencoba menawarkan solusi permasalahan mitra melalui pengolahan limbah cair Mall Dinoyo menggunakan pengolahan limbah secara aerobik dengan metode aerasi yang dimodifikasi dengan media lekat Bioball. Sehingga dapat menjadi penerapan teknologi proses yang lebih aplikatif untuk menurunkan kadar BOD₅, COD dan TSS pada limbah cair.

B. PELAKSAAAN DAN METODE

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PpM) ini dilakukan dengan khalayak sasaran adalah Mall Dinoyo khususnya pada bagian pengolahan limbah cair. Aspek permasalahan yang akan diselesaikan dalam Program PpM ini adalah peningkatan kualitas limbah cair Pusat Perbelanjaan seperti Mall Dinoyo sehingga memenuhi standar mutu limbah cair. Metode yang dipakai adalah metode diskusi dan praktik. Pihak yang terlibat dalam kegiatan ini adalah staf pengajar Jurusan Teknik Kimia Polinema dibantu PLP dan mahasiswa serta Staff Mall Dinoyo yang mengurus pengolahan limbah cair. Pelaksanaan PpM dilakukan dalam 3 tahapan sebagai berikut:

Diskusi Awal dengan Mitra

Pada tahap awal pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat (PpM), Tim PpM Jurusan Teknik Kimia mengadakan pertemuan langsung dengan pengelola limbah cair Mall Dinoyo untuk mendiskusikan permasalahan yang dihadapi dan solusi yang dapat diterapkan. Diskusi ini bertujuan menggali informasi terkait karakteristik limbah cair, sistem pengolahan yang sudah ada, serta kendala operasional yang dialami mitra. Mahasiswa turut berperan dalam mendokumentasikan jalannya diskusi, mencatat poin-poin utama, dan menyusun laporan sebagai referensi untuk tahap implementasi. Pihak mitra mendukung proses diskusi dengan menyediakan fasilitas yang memadai, memungkinkan analisis awal terhadap kondisi aktual di lapangan.

Penerapan Pengolahan Limbah Cair Mall Dinoyo dengan Metode Aerasi

Tahap implementasi pengolahan limbah cair dilakukan dengan menerapkan metode aerasi yang bertujuan untuk meningkatkan efektivitas degradasi bahan organik serta mengurangi kadar BOD₅, COD, dan TSS dalam limbah cair. Sistem aerasi yang dirancang oleh Tim Pengabdian kepada Masyarakat (PpM) Jurusan Teknik Kimia dipasang dengan bantuan mahasiswa, yang turut berkontribusi dalam proses instalasi dan pengawasan operasional. Sistem ini melibatkan pengaturan aliran udara untuk mendukung aktivitas mikroorganisme aerobik dalam menguraikan bahan organik. Selain itu, digunakan media filter seperti bioball, yang menyediakan permukaan luas untuk pertumbuhan biofilm, serta sistem filtrasi yang memanfaatkan material berpori seperti zeolit dan arang aktif, yang berfungsi untuk menyaring polutan dan meningkatkan kualitas hasil pengolahan (W. P. Sari et al., 2022).

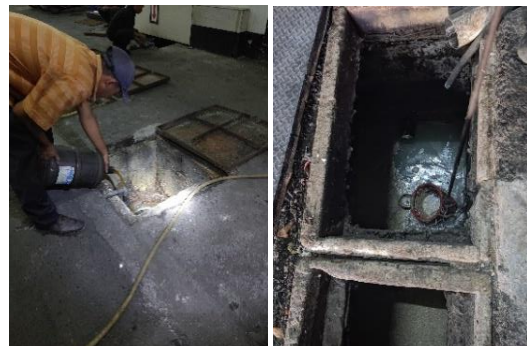
Evaluasi Kegiatan

Evaluasi dilakukan dengan menganalisis kandungan limbah cair setelah dilakukan pengolahan limbah cair dengan metode yang ditawarkan oleh Tim PpM Politeknik Negeri Malang kepada Mitra. Pihak mitra memberikan umpan balik dan evaluasi terhadap kegiatan PpM ini dan memberikan masukan terkait kegiatan pengabdian secara langsung.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Mitra dan Diskusi Awal

Proses diskusi dilakukan dengan tatap muka secara langsung bersama Staff Mall Dinoyo yang mengurus pengolahan limbah cair. Hal-hal yang didiskusikan antara lain mengenai masalah limbah cair yang selama ini dilakukan yaitu pengolahan limbah cair dengan biofilter.



Gambar 1. Kegiatan Observasi Penampungan Limbah Cair Mall Dinoyo

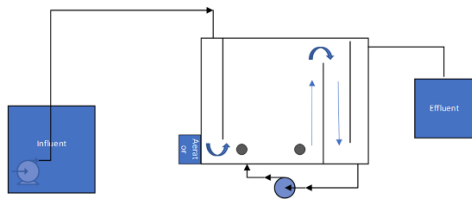
Selain itu juga dilakukan observasi penampungan limbah cair di Mall Dinoyo. Hasil analisis effluent pengolahan limbah cair dengan metode biofilter

tersebut beberapa parameter belum memenuhi standard mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016.

Hasil Penerapan Pengolahan Limbah Cair Mall Dinoyo dengan Metode Aerasi

Tahapan pengolahan limbah cair Mall Dinoyo dengan Metode Aerasi yang dilakukan terdiri dari:

- a. Merangkai alat aerasi dengan kapasitas bak ukuran 25 liter yang dilengkapi selang dan menghubungkan pada aerator yang sudah dilengkapi dengan diffuser.



Gambar 2. Prototype Alat Aerasi skala Pilot

- b. Proses Seeding dan Aklimatisasi dengan cara memasukkan 10% volume total limbah cair kedalam bak aerasi dan menambahkan nutrient ke dalam limbah tersebut. Proses penambahan nutrisi atau nutrient pada proses seeding dan aklimatisasi dilakukan selama 14 hari. Nutrient yang dilarutkan dengan aquadest terdiri dari glukosa, NH_4Cl , KH_2PO_4 , MgSO_4 , dan CaCl_2 .
- c. Proses aerasi dengan mengalirkan influent dengan menggunakan pompa peristaltik yang sudah terdapat valve sebagai pengatur laju alir limbah yang masuk ke dalam bak aerasi. Kemudian limbah masuk dan turun ke dalam bak aerasi pada bagian sebelah kiri. Kemudian melewati celah pada mika pembatas menuju area seeding dan aklimatisasi. Pada area ini, limbah/influent akan berkontak dengan mikroba yang berada di dalamnya dan terdapat diffuser yang bertujuan untuk melarutkan CO_2 dalam bak aerasi. Kemudian limbah naik keatas hingga melewati pembatas mika lainnya hingga mencapai titik akhir keluaran yaitu lubang effluent. Waktu tinggal yang digunakan adalah 6 jam.



Gambar 3. Rangkaian Alat Aerasi skala Pilot

Proses aerasi merupakan salah satu metode penting dalam pengolahan air limbah karena memanfaatkan oksigen dari udara untuk meningkatkan kualitas air. Tujuan utama aerasi adalah memungkinkan oksigen bereaksi dengan kation di dalam air, sehingga menghasilkan reaksi oksidasi yang efektif dalam mengubah logam berat sulit larut menjadi bentuk oksida yang lebih stabil dan mudah dipisahkan. Selain itu, penghilangan CO_2 dalam proses aerasi berperan penting dalam meningkatkan pH air, menjadikannya lebih netral dan sesuai untuk lingkungan maupun proses pengolahan lanjutan (Prayani & Marwati, 2020)(Yuniarti et al., 2019). Hal ini sesuai dengan penelitian (Arsawan et al., 2007), yang menyatakan bahwa aerasi mampu meningkatkan efisiensi pengolahan air dengan mengurangi polutan gas dan menstabilkan kualitas air secara signifikan. Proses ini menjadi langkah strategis dalam pengolahan limbah cair domestik dan komersial untuk memenuhi standar lingkungan yang ditetapkan.

Hasil pengolahan limbah cair Mall Dinoyo dengan pengolahan secara aerobik melalui metode aerasi ditunjukkan pada tabel 2. Hasil tersebut menunjukkan pengolahan secara aerobik melalui metode aerasi cukup efektif untuk menurunkan kadar COD, BOD_5 , dan TSS. Jika dibandingkan dengan hasil pengolahan limbah cair secara biofilter, maka hasil pengolahan limbah cair secara aerasi memiliki kandungan COD dan TSS yang lebih rendah, namun memiliki kandungan BOD_5 yang lebih tinggi.

Tabel 1. Hasil pengolahan limbah cair Mall Dinoyo dengan pengolahan secara aerobik melalui metode aerasi

Parameter	Sebelum Pengolahan	Setelah Pengolahan	Persen Efektifitas
COD (mg/L)	12.550	3.570	71,5%
BOD_5 (mg/L)	4.140	1.136	72,6%
TSS (mg/L)	748	233	68,9%
pH	5,6	6,15	8,9%

Evaluasi Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat

Berdasarkan hasil evaluasi kegiatan pengabdian pada masyarakat, pengolahan limbah cair Mall Dinoyo dengan pengolahan secara aerobik melalui metode aerasi yang dibandingkan dengan standar mutu air limbah domestik yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Evaluasi hasil pengolahan limbah cair Mall Dinoyo dengan pengolahan secara aerobik melalui metode aerasi

Parameter	Hasil Pengolahan	Standard Mutu	Keterangan
COD (mg/L)	3.570	100	belum
BOD_5 (mg/L)	1.136	30	belum
TSS (mg/L)	233	30	belum
pH	6	6-9	sudah

Hasil tersebut menunjukkan bahwa parameter pH, sudah memenuhi standard mutu air limbah domestik. Sedangkan, parameter TSS, BOD₅, dan COD belum memenuhi standard mutu limbah cair domestik. Faktor-faktor yang mungkin memengaruhi hasil ini antara lain:

1. Waktu Retensi, yaitu tinggal limbah dalam sistem aerasi mungkin belum cukup untuk memastikan dekomposisi sempurna bahan organik.
2. Konsentrasi mikroorganisme, yaitu efektivitas pengolahan bergantung pada jumlah dan aktivitas mikroorganisme aerobik yang ada dalam sistem.
3. Desain Sistem Aerasi, yaitu desain dan distribusi aliran udara dalam sistem aerasi dapat memengaruhi efisiensi transfer oksigen ke dalam limbah cair.

Pihak pengelola limbah cair Mall Dinoyo juga ikut senang dengan hasil tersebut. Namun demikian, metode aerasi memerlukan optimalisasi lebih lanjut untuk mencapai efisiensi yang diharapkan. Peningkatan kualitas pengolahan dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Menambahkan tahapan pra-pengolahan untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi sebelum proses aerasi.
2. Menggunakan bahan tambahan seperti koagulan atau flokulan untuk mempercepat proses pengendapan partikel.
3. Meningkatkan intensitas aerasi untuk memperbaiki transfer oksigen.

Dengan perbaikan berkelanjutan, metode ini memiliki potensi besar untuk diterapkan secara luas, terutama di fasilitas komersial seperti mal yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar.

D. PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan limbah cair secara aerasi diperoleh hasil bahwa air limbah domestik Mall Dinoyo yang diolah dengan metode aerasi memiliki kandungan COD sebesar 3.570 mg/L, kandungan BOD₅ sebesar 1.136 mg/L, kandungan TSS sebesar 233 mg/L, dan pH sebesar 6,15. Air limbah hasil pengolahan secara aerasi sudah memenuhi parameter standard mutu air limbah domestik terutama pada parameter pH. Namun hasil pengolahan limbah cair secara aerasi belum memenuhi parameter COD, BOD₅, dan TSS. Parameter COD pada hasil pengolahan limbah cair dengan metode aerasi dapat menurunkan secara efektif jika dibandingkan dengan hasil pengolahan limbah secara biofilter.

Saran

Perlu pengembangan inovasi lebih lanjut untuk menurunkan kadar TSS, BOD₅, dan COD pada limbah cair domestik pada Mall Dinoyo seperti penggabungan dengan metode absorpsi dengan media adsorben menggunakan zeolit atau karbon aktif, kemudian dilanjutkan dengan metode aerasi agar diperoleh hasil yang dapat memenuhi standard mutu air limbah domestik.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Alfaini, A. D. W., & Sa'diyah, K. (2023). Pengaruh Jenis Biosorben Terhadap Kualitas Limbah Cair Domestik Pusat Perbelanjaan Di Dinoyo Malang. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(3), 225–239. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i3.3745>
- Apelabi, M. M., Rasman, R., & Rostina, R. (2021). Pengaruh Proses Biofilter Aerob Anaerob Terhadap Penurunan Kadar Bod Pada Limbah Cair Rumah Tangga (Studi Literatur). *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 21(1), 104–112.
- Apema, F. D., Rahayu, D. E., & Fahrizal, A. (2023). Penggunaan Media Sarang Tawon Dan Bioball Pada Biofilter Aerob Pada Pengolahan Limbah Cair Laundry. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, 7(1).
- Arsawan, M., Budiarsa Suyasa, W., & Suarna, W. (2012). Pemanfaatan Metode Aerasi Dalam Pengolahan Limbah Berminyak. *Ecotrophic*, 2(2), 1–9. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ecotrophic/article/view/2473>
- Arsawan, M., Suyasa, I. W. B., & Suarna, W. (2007). Pemanfaatan Metode Aerasi Dalam Pengolahan Limbah Berminyak. *Ecotrophic / Volume 2 No. 2*, 2(2), 1–9.
- Asadiya, A., & Karnaningroem, N. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 18–22. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28923>
- Aulia, M., Arifin, M. D., Taufiq, A., Rukmana, M. D., & Putri, S. D. E. (2024). Peningkatan Kualitas Air Limbah Tahu dengan Penggunaan Arang Aktif dan Zeolit Alam dalam Sistem Filtrasi. *Seminar Nasional Kimia - UIN Sunan Gunung Djati*, 99–103.

- Azizid Daroini, T., Apri Arisandi Program Studi Ilmu Kelautan, dan, Pertanian, F., Trunojoyo Madura Jl Raya Telang, U., Kamal, K., & Madura, B. (2020). Analisis BOD (Biological Oxygen Demand) di Perairan Desa Prancak Kecamatan Sepulu, Bangkalan. *Juvenil*, 1(4), 558–566. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i4.9037>
- BPS. (2024). *Kota Malang Dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik (BPS). Kota Malang.
- Dewi, A. R., & Sa'diyah, K. (2024). Pengaruh Jenis Adsorben Batuan Terhadap Parameter Limbah Cair Mall X Melalui Pengolahan Secara Adsorpsi. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 303–315. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4953>
- Fadzry, N., Hidayat, H., & Eniati, E. (2020). Analisis COD, BOD dan DO pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Balai Pengelolaan Infrastruktur Air Limbah dan Air Minum Perkotaan Dinas PUP-ESDM Yogyakarta. *IJCR-Indonesian Journal of Chemical Research*, 5(2), 80–89.
- Fitra, A., Pinem, J. A., & Saputra, E. (2018). Sintesis Membran Ultrafiltrasi Polisulfon Untuk Pengolahan Limbah Cair Mall: Variasi Komposisi Polisulfon. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 8(2), 1–4. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEK/NIK/article/view/20621>
- Gozali, A., Atmaja, W., Wahyuni, S., & Salimi, S. (2024). Analisis Biological Oxygen Demand (BOD) Mata Air Cikareo di Perumda Tirtawening Kota Bandung. *Jurnal Biosains Medika*, 2(2), 63–67. https://doi.org/10.57103/biosains_medika.v2i2
- Haposan Purba, R., Galib, M., Kelautan, M. I., Perikanan, F., Kelautan, I., Riau, U., & Kelautan, D. I. (2018). Sebaran Total Suspended Solid (TSS) Di Kawasan Muara Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 23(1), 21–30.
- Herlambang, A. (2005). Penghilangan Bau Secara Biologi dengan Biofilter Sintetik. *Jurnal Air Indonesia*, 1(1), 99–112.
- Lasut, M. T. (2020). Limbah Cair. In *Asuharto*.
- Listyaningrum, R. (2022). *Analisis Kandungan DO, BOD, COD, TS, TDS, TSS dan Analisis Karakteristik Fisikokimia Limbah Cair Industri Tahu di UMKM Daerah Imogiri Barat Yogyakarta*.
- Nurhasni, N., Salimin, Z., & Nurfitriyani, I. (2013). Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(1), 305–314. <https://doi.org/10.15408/jkv.v3i1.328>
- Pramyani, I. A. P. C., & Marwati, N. M. (2020). Efektivitas Metode Aerasi Dalam Menurunkan Kadar Biochemical Oxygen Demand (Bod) Air Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Lingkungan (JKL)*, 10(2), 88–99. <https://doi.org/10.33992/jkl.v10i2.1281>
- Prayitno, P., Susanto, S., Widiono, B., & Budiono, A. (2019). *Pedoman Praktikum Pengolahan Limbah*. Polinema Press.
- Rahadi, B., Wirosedarmo, R., & Harera, A. (2018). Sistem Anaerobik-Aerobik Pada Pengolahan Limbah Industri Tahu Untuk Menurunkan Kadar BOD5, COD, dan TSS. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 5(1), 17–26.
- Rahmawan, M. F., Pramitasari, N., & Kartini, A. M. (2023). Pengaruh Aerasi Terhadap Penurunan Kadar COD Limbah Cair Laundry Pada Proses Fitotreatment Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 15(1), 89–105.
- Rajamuda, V., Nusa Sebayang, I., & Ir Togi Nainggolan, M. H. (2017). *Studi Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Pada Ruas Jalan di Sekitar Kawasan Mall Dinoyo City (Vol. 2)*.
- Rivai, V., Dwiratna, C., & Setyobudiarso, H. (2022). Efektivitas Metode Aerasi Bubble Aerator Dalam Menurunkan Kadar BOD Dan COD Air Limbah Rps Laundry Kota Malang. *Jurnal Enviro*, 1(2), 1–8.
- Rohmah, N., & Tri Sugiarto, A. (2008). Penurunan TS (Total Solid) Pada Limbah Cair Industri Perminyakan Dengan Teknologi AOP. *Prosiding Seminar Nasional Teknoin*, 022, 44–48.
- Rondang, A. J., Panjaitan, R., Ulinuha, D., & Made Ernawati, N. (2023). Analisis Total Suspended Solid (TSS) Perairan Danau Toba di Kecamatan Girsang Sipangan Bolon, Sumatera Utara. *Curr.Trends Aq. Sci*, VI(2), 139–142.
- Rusdiana, E., Mu'tamar, M. F. F., & Hidayat, K. (2020). Analisis Faktor-Faktor Penjernihan Limbah Cair Unit Pengolahan Limbah Cair Industri Gula (Studi Kasus Pg Xyz). *Agroindustrial Technology Journal*, 4(1), 1. <https://doi.org/10.21111/atj.v4i1.4093>

- Sari, P. S., & Sa'diyah, K. (2024). Pengaruh Rasio Penambahan Koagulan PAC Pada Pengolahan Limbah Cair Pusat Perbelanjaan Secara Koagulasi-Flokulasi. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 205–218. <https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4212>
- Sari, W. P., Zaidy, A. B., Haryadi, J., & Krettiawan, H. (2022). Efektivitas Jenis Filter pada Sistem Resirkulasi terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Panjang Benih Pangasionodon hyphophthalmus. *Jurnal Penyuluhan Perikanan Dan Kelautan*, 16(2), 205–219. <https://doi.org/10.33378/jppik.v16i2.351>
- Setyaningrum, D., Anisa, Z., & Prima Rasydta, H. (2022). Pengujian Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah Tinggi Kalsium Klorida Menggunakan Metode Refluks Terbuka. *Formosa Journal of Science and Technology (FJST)*, 1(4), 353–362. <https://journal.formosapublisher.org/index.php/fjst>
- Subuharni, N., Masthura, M., & Jumiati, E. (2023). Penurunan Kadar TSS Dan BOD Pada Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Redoks*, 8(2), 128–134. <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i2.13096>
- Yuniarti, D. P., Komala, R., & Aziz, S. (2019). Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit di PTPN VII secara Aerobik. *Universitas PGRI Palembang*, 4(2), 7–16.
- Atiqoh, V. Z., Mirna, A., & Ulvi, P. A. (2022). Seeding dan Aklimatisasi Tutup Botol Plastik Bekas Sebagai Alternatif Media Biofilter Aerobik untuk Mengolah Air Limbah Restoran Cepat Saji. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 5(1), 215–220.