

**EFEKTIVITAS METODE AERASI BUBBLE AERATOR DALAM MENURUNKAN
KADAR BOD DAN COD AIR LIMBAH RPS LAUNDRY
KOTA MALANG**

**THE EFFECTIVENESS OF THE BUBBLE AERATOR AERATION METHOD IN
REDUCE THE BOD AND COD LEVELS OF WASTEWATER RPS LAUNDRY
MALANG CITY**

¹⁾ Vitricia, ²⁾ Candra Dwiratna.W, ³⁾ Hery Setyobudiarso

^{1,2,3)} Prodi Teknik Lingkungan,

Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Email : ¹⁾ vitricia12@gmail.com , ²⁾ candra_wulandari@lecturer.itn.ac.id ,

³⁾ hery_sba@yahoo.com

Abstrak, Deterjen yang digunakan sebagian besar menggunakan LAS (*Linier Alkyl Sulfonat*) yang merupakan *Anonik Surfaktan* yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan air. Limbah laundry yang dihasilkan sebagian besar langsung dibuang ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu, sehingga akan menimbulkan dampak negatif terhadap perairan itu sendiri, seperti *eutrofikasi* kadar oksigen berkurang drastis dan menyebabkan biota air mengalami degradasi serta dapat membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi atau di pakai secara langsung. Tujuan penelitian ini menganalisis pengaruh waktu detensi dan debit udara terhadap parameter BOD dan COD dalam air limbah laundry. Air limbah laundry yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari salah satu usaha laundry di kota Malang. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter BOD dan COD, sedangkan variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variasi waktu operasional 24 jam, 48 jam, 72 jam dan variasi debit udara 6 L/menit dan 12 L/menit. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa pengolahan aerasi dengan waktu operasional 72 jam mampu menurunkan beban pencemar BOD dan COD dengan persentase penyisihan 90% dan 95% dan pengolahan aerasi dengan menggunakan debit 12 L/menit mampu menurunkan parameter pencemar BOD dan COD yaitu 90% untuk parameter BOD dan 95% untuk parameter COD.

Kata Kunci : Air Limbah Laundry, Deterjen, Aerasi, *Bubble Aerator*, BOD, COD.

Abstract, Most of the detergents used use LAS (Linear Alkyl Sulfonate) which is an anionic surfactant that functions to lower the surface tension of water. Most of the laundry waste produced is directly discharged into ditches or water bodies without prior treatment, so that it will have a negative impact on the waters themselves, such as eutrophication of drastically reduced oxygen levels and cause aquatic biota to degrade and can endanger human health if consumed or used. directly. The purpose of this study was to analyze the effect of detention time and air discharge on BOD and COD parameters in laundry wastewater.

Laundry wastewater used in this study came from one of the laundry businesses in the city of Malang. The dependent variables used in this study are BOD and COD parameters, while the independent variables used in this study are variations in operational time of 24 hours, 48 hours, 72 hours and variations in airflow 6 L/minute and 12 L/minute.

The results of the study showed that aeration treatment with an operating time of 72 hours was able to reduce the pollutant load of BOD and COD with a percentage of 90% and 95% removal and aeration treatment using a discharge of 12 L/minute was able to reduce the pollutant parameters BOD and COD, namely 90% for the BOD parameter. and 95% for COD parameters.

Keywords: Laundry Wastewater, Detergent, Aeration, *Bubble Aerator*, BOD, COD

PENDAHULUAN

Limbah laundry pada penelitian ini diperoleh dari proses pencucian pakaian pada salah satu usaha laundry di Kota Malang yaitu RPS Laundry yang berlokasi di Jl. Bendungan Sutami, Sumbersari, Kec. Lowokawru. Limbah cair laundry tersebut memiliki warna kehitaman, terdapat buih serta berbau detergen, jika air limbah tersebut dibiarkan begitu saja akan menimbulkan bau busuk. Kapasitas mesin cuci di RPS Laundry mampu menampung pakaian hingga 15 kg.

Hasil analisis penelitian sebelumnya karakteristik awal air limbah laundry untuk BOD sebesar 441 mg/L dan COD sebesar 910,5 mg/L (Kusuma,dkk, 2019). Menurut karakteristik awal ulasan terdahulu dapat disimpulkan bahwa membutuhkan teknologi yang mudah digunakan, efektif dan efisien dalam mengolah limbah laundry sehingga dapat digunakan oleh pengusaha laundry untuk mengolah limbah mereka sebelum dibuang ke badan air. Salah satu cara dengan memanfaatkan metode aerasi, yaitu metode penambahan oksigen ke dalam larutan limbah untuk meningkatkan jumlah oksigen terlarut sehingga dapat memberikan suplai oksigen kepada mikroorganisme pengurai untuk menurunkan kadar zat organik yang terkandung dalam air limbah (Pramyani dan Marwati, 2020). Menurut Amri dan Wesen (2017), pengurangan efisiensi terbesar parameter BOD pada proses aerasi 72 jam sebesar 81,21%. Menurut Dayanti dan Herlina (2018), pengurangan efisiensi terbesar parameter COD pada aerasi 72 jam sebesar 84%.

Berdasarkan hal ini usaha laundry memerlukan suatu upaya pengolahan, maka diharapkan air limbah laundry setelah diolah dapat memenuhi baku mutu limbah laundry berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Parameter utama yang diambil berdasarkan baku mutu ini adalah BOD dan COD.

METODELOGI

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu membuat instalasi pengolahan limbah cair laundry berdasarkan penelitian skala laboratorium dan menguji efektivitas peralatan yang dibuat berdasarkan penyisihan parameter air limbah laundry. Variabel yang digunakan pada penelitian ini, terbagi menjadi dua yaitu :

1. Variabel Terikat :

- a. Konsentrasi BOD
- b. Konsentrasi COD

Dasar keputusan tersebut didukung oleh pengolahan *activated sludge* yang mempunyai salah satu keunggulan yaitu mampu menurunkan kandungan organik BOD dan COD yang tidak terlalu tinggi (dibawah 3000 mg/L).

2. Variabel Bebas :

- a. Waktu operasional aerasi yang digunakan dalam percobaan ini yaitu sebagai berikut :

- 24 jam
- 48 jam
- 72 jam

Waktu ini berdasarkan (Said, 2017) usia lumpur bertahan 2 hingga 4 hari.

- b. Variasi debit udara

- 6 L/menit
- 12 L/menit

Debit ini berdasarkan (Rahmayetty, dkk, 2011) yaitu 2 L/menit, 4 L/menit dan 6 L/menit.

Proses penyiapan bahan uji yang dilakukan adalah pengumpulan air limbah yang akan diteliti yaitu air limbah laundry. Pengambilan sampel dengan menggunakan teknik *grab sampling* (dengan cara sesaat) dilakukan di RPS Laundry Kota Malang pada pukul 09.00 WIB. Penggunaan teknik *grab sampling* berdasarkan SNI 6989.59:2008 tentang metoda pengambilan contoh air limbah, untuk industri yang belum memiliki IPAL, serta air limbah laundry yang dibuang dengan proses kontinyu berasal dari satu saluran pembuangan dan tidak terdapat bak equalisasi sehingga pengambilan dilakukan pada saluran sebelum masuk ke badan air.

Menurut Artiyani dan Firmansyah (2016), dalam pengambilan sampel diperlukan wadah sebagai tempat untuk menampung sampel yang akan diuji, wadah yang akan digunakan untuk mengambil sampel harus bersih dan tidak terdapat kotoran didalamnya, terutama lumut dan jamur harus dicegah agar tidak terjadi kontaminasi dengan sampel limbah yang akan di uji. Sampel air limbah yang diambil ± 180 liter.

Persiapan reaktor yang digunakan adalah rangkaian bak aerasi yang berbentuk persegi dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 50 cm dan terbuat dari kaca ketebalan 6 mm dengan kapasitas 45 liter. Bak penampung air limbah menggunakan tong plastik dengan kapasitas 100 liter. Debit air limbah yang dialirkan dari bak penampung ke bak aerasi adalah 0,04 L/detik, untuk mengukur debit ini dengan cara manual yaitu menggunakan *stopwatch* dan gelas ukur. Adapun model reaktor yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk persegi, rumus volume dan debit air limbah dapat dilihat sebagai berikut :

➤ Volume Reaktor

Diketahui :

Panjang Reaktor = 30 cm

Lebar Reaktor = 30 cm

Tinggi Reaktor = 50 cm

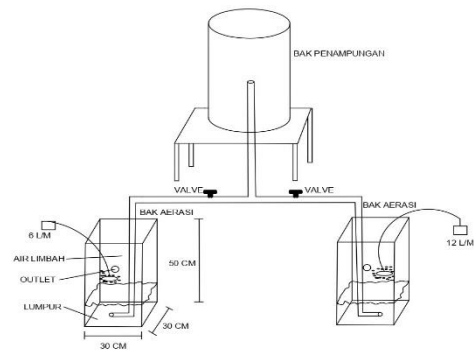
Jawab :

$$\begin{aligned}\text{Volume Reaktor} &= p \times l \times t \\ &= 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm} \\ &= 45000 \text{ cm}^3 \\ &= 45 \text{ L}\end{aligned}$$

➤ Debit Aliran

$$\begin{aligned}\text{Debit} &= \frac{2400 \text{ mL}}{60 \text{ detik}} = 40 \text{ mL/detik} \\ &= 0,04 \text{ L/detik}\end{aligned}$$

Adapun model reaktor penelitian ini dapat dilihat berikut :



Gambar 3.2 Model Reaktor Aerasi

Langkah – langkah dalam pengoperasian reaktor aerasi yaitu :

- Menyiapkan bak penampung dan reaktor aerasi serta alat lainnya.
- Mengecek dan menguji cobakan terlebih dahulu alat yang digunakan untuk memastikan alat dalam kondisi baik (tidak mengalami kebocoran).
- Membuat rakitan pipa hingga terhubung antar reaktor dengan bak penampung.
- Memasang pipa dan valve pada setiap lubang yang sudah disiapkan tiap bak.
- Melakukan uji coba terhadap masing-masing aerator pada reaktor aerasi dan mengatur posisi *air stone* agar tetap menyebarkan udara pada segala sisi.
- Tahap selanjutnya yaitu mengatur debit untuk air limbah dari bak penampung menuju reaktor aerasi.
- Mengisi reaktor dengan air limbah 50% dari kapasitas untuk proses *seeding*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah Domestik

Pada penelitian ini limbah cair laundry yang digunakan berasal dari salah satu tempat usaha pencucian baju yang dihasilkan dari larutan detergent dan pewangi. Air limbah laundry memiliki warna yang keruh kehitaman, berbuih dan bau. Sampel diambil pada outlet pada pukul 09.00 WIB dengan teknik *grab sampling*. Kemudian air limbah di analisis untuk

mengetahui kualitas awal air limbah sebelum diolah. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil karakteristik air limbah laundry yang sebelum proses pengolahan yang dapat dilihat pada **tabel 4.1** sebagai berikut :

Tabel 4.1 Karakteristik Air Limbah Sebelum Pengolahan

No	Paramet er	Konsentra si Air Limbah*	Baku Mutu Air Limbah* *
1.	BOD	535,7 mg/L	100 mg/L
2.	COD	2410 mg/L	250 mg/L

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Jasa Tirta Malang, 2022.

Berdasarkan **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa parameter BOD dan COD pada air limbah laundry masih belum memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Proses Pengolahan Limbah Cair Laundry

Proses Pemiakan Mikroorganisme (*Seeding*)

Pada penelitian ini, proses *seeding* merupakan proses menumbuhkan mikroorganisme (Rahayu, 2018). Proses ini dilakukan selama 7 hari yang dioperasikan secara *batch* dengan cara memasukkan limbah laundry kedalam reaktor dengan menambahkan EM4 untuk memicu pertumbuhan mikroorganisme pada tahap *seeding* ini (Nugroho,dkk, 2017) dan pemberian nutrient (glukosa) yang dibutuhkan oleh mikroorganisme sebagai bahan makanan agar mikroorganisme cepat tumbuh (Hendrasarie dan Yadaturrahmah,

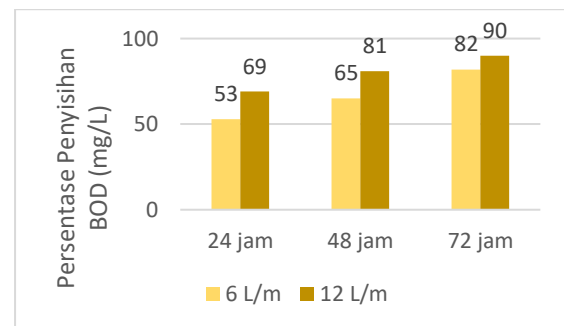
2021) . Aerator dioperasikan selama proses *seeding* berlangsung agar kondisi didalam reaktor tetap dalam kondisi aerob (Dayanti dan Herlina,2018).

Proses Adaptasi Mikroorganisme (Aklimatisasi)

Pada proses aklimatisasi dilakukan selama 10 hari, pengadaptasian dilakukan dengan cara mengganti air limbah secara perlahan dengan air limbah yang baru (Bastom, 2015). Penggantian dilakukan dengan cara bertahap yaitu 10%, 25%, 50%, 75%, dan 100% dari total air *seeding* (Bastom, 2015). Kemudian dilakukan pengukuran nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) untuk memastikan bahwa mikroorganisme telah beradaptasi dengan air limbah yang baru dalam mendegradasi kandungan organik dalam air limbah (Dayanti dan Herlina, 2018). Proses aklimatisasi ini dikatakan selesai ketika mengalami *Steady state* (kondisi stabil) tercapai yang ditandai dengan fluktuasi nilai COD tidak melebihi 10%, yang artinya mikroorganisme siap untuk dilakukan proses selanjutnya (Ananda, Dkk, 2017).

Hasil Pengolahan Air Limbah Domestik Konsentrasi BOD

Data hasil pengolahan air limbah laundry dalam menurunkan konsentrasi BOD dapat dilihat pada **Grafik 4.3** :



Grafik 4.3 Persentase Penyisihan BOD

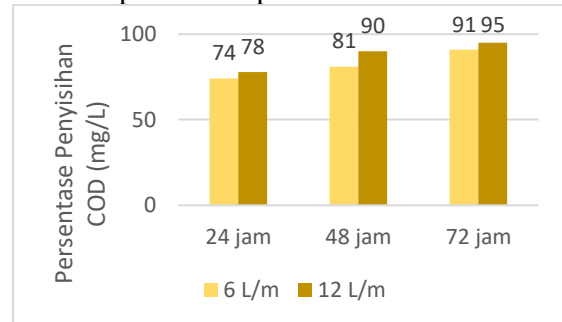
Dari grafik tersebut terlihat bahwa terjadi penurunan hingga persentase 90%. Penurunan ini terjadi dikarenakan adanya pemasukan oksigen ke dalam air limbah yang membantu dalam meregenerasi zat-zat organik dalam air limbah laundry

(Pramyani dan Marwati, 2020). Menurut Utami, dkk (2017) dengan adanya oksigen, mikroba aerob akan mengoksidasi senyawa organik membentuk sel-sel baru dan bentuk yang lebih stabil menghasilkan CO_2 , NH_3 , dan H_2O + sel baru. Sedangkan menurut Widyawati, dkk (2015) penurunan nilai BOD dengan adanya perlakuan lumpur aktif disebabkan oleh aktivitas biologis mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa organik dan proses aerasi dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air limbah, selain itu berguna bagi mikroorganisme dalam pertumbuhannya. Dari perbandingan hasil yang telah di lampirkan pada **Grafik 4.3** hal ini menunjukkan bahwa reaktor II dengan debit udara 12 L/menit lebih besar penyisihannya dibandingkan dengan reaktor I dengan debit udara 6 L/menit, menurut Sudaryati, dkk (2018) semakin banyak kontak oksigen dengan air, semakin banyak limbah cair menyerap oksigen sehingga sangat efisien bagi pengurangan beban pencemar BOD. Pada penelitian ini reaktor I maupun reaktor II waktu detensi yang terbaik yaitu pada waktu 72 jam, semakin besar waktu tinggal maka semakin besar pula tingkat efesiensi penyisihan bahan organik. Pernyataan ini disebabkan waktu kontak yang semakin lama antara bahan organik dengan mikroba pada lapisan *biofilm* sehingga akan memperbanyak kesempatan mikroba dalam memanfaatkan bahan organik tersebut untuk metabolisme tubuhnya dan akan menyisihkan kandungan organik dalam air limbah tersebut (Dayanti dan Herlina, 2018). Dapat diketahui bahwa pengolahan limbah laundry menggunakan metode aerasi *bubble aerator* efektif dalam menurunkan beban pencemar BOD dan memenuhi baku mutu yang sudah di tetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Laundry yang memiliki kadar maximum untuk parameter BOD yaitu sebesar 100 mg/L. Hal ini juga didukung oleh pernyataan (Pramyani dan Marwati, 2020) bahwa *bubble aerator* tergolong *high*

aeration yaitu aerasi yang berlangsung dengan kecepatan tinggi sehingga memerlukan waktu yang singkat dan menyatakan metode aerasi pada air limbah mempengaruhi penurunan BOD sebesar 85%.

Konsentrasi COD

Data hasil pengolahan air limbah domestik dalam menurunkan konsentrasi COD dapat dilihat pada **Grafik 4.4** :



Grafik 4.4 Persentase Penyisihan COD

Berdasarkan grafik tersebut terjadi penurunan hingga persentase 95%. Penurunan ini terjadi dikarenakan adanya proses aerasi yang memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob adalah kelompok bakteri yang mutlak memerlukan oksigen bebas untuk proses metabolismenya, dengan tersedianya oksigen yang mencukupi selama proses biologi maka bakteri-bakteri tersebut dapat bekerja dengan optimal, hal ini akan bermanfaat dalam penurunan konsentrasi zat organik dalam air limbah, selain itu kehadiran oksigen juga bermanfaat untuk proses oksidasi senyawa kimia serta dapat menghilangkan bau (Yuniarti, dkk, 2019). Penambahan nutrient yang cukup juga akan memenuhi kebutuhan mikroba terhadap makanannya, sehingga pertumbuhan mikroba menjadi meningkat dan efektivitasnya COD akan lebih tinggi (Sudaryati, dkk, 2018). Sedangkan menurut Haerun, dkk (2018), penurunan COD terjadi akibat proses oksidasi biokimia oleh bakteri, sehingga banyak zat organik yang mengendap dan teroksidasi, bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium dikromat yang digunakan sebagai

sumber oksigen (*oxidizing agent*) menjadi gas CO₂ dan H₂O serta sejumlah ion krom. Bahwasannya pada **Grafik 4.4** semakin besar debit udara maka semakin besar juga penyisihan pada parameter COD, hal ini disebabkan pada debit udara ini komposisi antara mikroba dengan nutrisi seimbang dan dimanfaatkan oleh mikroba (Masta, dkk, 2020). Sedangkan menurut Rahmayetty, dkk (2011), bila oksigen yang disuplai ke dalam reaktor mencukupi maka proses degradasi biologis akan berjalan dengan optimal, pada proses aerob 50% senyawa organik akan berubah menjadi CO₂ dan H₂O dan 50% nya menjadi bakteri baru. Berdasarkan waktu operasional yang baik berada pada waktu 72 jam, hal ini dikarenakan semakin lama waktu aerasi hasil penurunan COD yang didapatkan juga semakin besar, faktor lain juga dikarenakan penambahan lumpur aktif dan sistem aerasi yang mampu menurunkan konsentrasi COD, efisiensi penghilang beban pencemar menggunakan sistem lumpur aktif bisa mencapai lebih dari 90% (Utami, 2019) dan memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Laundry yang memiliki kadar maximum untuk parameter COD yaitu sebesar 250 mg/L.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu detensi dan semakin besar debit udara, maka kandungan parameter BOD dan COD semakin menurun, hal tersebut didukung oleh hasil penelitian sebagai berikut :

1. Pengolahan aerasi dengan waktu operasional 72 jam mampu menurunkan beban pencemar BOD dan COD dengan persentase penyisihan 90% dan 95%. Sehingga dapat dikatakan semakin lama waktu operasional, maka semakin besar penyisihan yang diperoleh.

2. Pengolahan aerasi dengan menggunakan perbedaan debit udara memiliki penyisihan yang berbeda dan mampu menurunkan parameter pencemar BOD dan COD yaitu, untuk debit 6 L/menit penyisihan terbesarnya yaitu 82% untuk parameter BOD dan 91% untuk parameter COD, sedangkan untuk debit udara 12 L/menit penyisihan terbesarnya yaitu 90% untuk parameter BOD dan 95% untuk parameter COD.

Saran

Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat meningkatkan debit udara maupun waktu operasional serta harus memperhatikan nutrisi pada saat proses pertumbuhan mikroorganisme agar mikroorganisme bisa tumbuh lebih banyak dan tidak terjadi kematian mikroorganisme yang banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Abuzar, Suarni Saidi, Dkk. (2012). Koefisien Transfer Gas (K_{La}) Pada Proses Aerasi Menggunakan Tray Aerator Bertingkat 5 (Lima). Jurnal Teknik Lingkungan Unand 9 (2), 9.
- Amri, Khusnul Dan Putu Wesen. (2017). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (*Bioball*). Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.7 No.2, 12.
- Ananda, Rizki Amalia, Dkk. (2017). Seeding Dan Aklimatisasi Pada Proses Anaerob *Two Stage System* Menggunakan Reaktor *Fixed Bed*. Jurnal Institut Teknologi Nasional Teknik Lingkungan Vol. 6, No.1, 9.
- Ariyani, Anis Dan Nano Heri Firmansyah. (2016). Kemampuan Filtrasi *Upflow* Pengolahan *Upflow* Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fofat Dan Deterjen Air Limbah

- Domestik. Industri Inovatif Vol. 6, No. 1, Maret 2016, 8.
- Astuti, Sri Widya Dan Mersi Suriani Sinaga. (2015). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode *Biosand Filter* Untuk Mendegradasi Fosfat. Jurnal Teknik Kimia Usu, Vol. 4, No. 2, 6.
- Badan Standarisasi Nasional Sni. 06-6989.14-2004 Air Dan Air Limbah-Bagian 14 : Cara Uji Oksigen Terlarut Secara *Yodometri* (Modifikasi Azida). (N.D.). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional Sni. 06-6989.72-2009 Air Dan Air Limbah-Bagian 72 : Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimiaw (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*) . (N.D.). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Bastom, Bellia Maharani. (2015). Kajian Efek Aerasi Pada Kinerja Biofilter Aerob Dengan Media *Bioball* Untuk Pengolahan Air Limbah Budidaya Tambak Udang. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan.
- Dayanti, Marieta Sarahrut Dan Netti Herlina. (2018). Studi Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Air Limbah Domestik Buatan Menggunakan Biofilter Aerob Tercelup Dengan Media *Bioring*. Jurnal Dampak- Vol. 15 No. 1.
- Dhamayanthie ,Indah Dan Ahmad Fauzi. (2017). Pengaruh Bakteri Pada Bak Aerasi Di *Unit Waste Water Treatment*. Jurnal Ilmiah Indonesia Vol. 2, No 3 – Issn : 2541-0849.
- Dwisari, Pulung. (2021). Uji Angka Lempeng Total (ALT) dan Angka Kapang/Khamir (AKK) Dalam Jamu Gendong Kunyit Asam Di Pasar Tradisional Yang Berada Di Kabupaten "X". Fakultas Farmasi.
- Haerun, Ridwan, Dkk. (2018). Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Biofilter Sistem *Upflow* Dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4. Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK) Volume 1. Edisi 2.
- Hardi, Ikram Dan Surya Mardani. (2015). *Processing And Waste Water Quality In* Arya Duta Makassar Hotel. Volum E 1, No. 2, Mei—Agustus 2015.
- Hartaja, Dinda Rita Dan Imam Setiadi. (2016). Perencanaan Desain Instalasi Pengolahan Limbah Industri Nata De Coco Dengan Proses Lumpur Aktif. JRL. Vol. 9 No. 2.
- Hendrasarie, Novirina Dan Irma Ilham Yadaturrahmah. (2021). Pengaruh Penambahan *Impeller* Pada Fase Aerobik Terhadap Efisiensi Kinerja *Sequencing Batch Reactor* Pada Limbah Cair Industri Tahu. Jurnal Envirotek Vol 13 No 1 .
- Indrastuti, Dkk. (2021). Analisis *Waste Water Management* Pada Proyek Pembangunan Mega Super Blok Meisterstadt Batam Centre. Journal Of Civil Engineering And Planning No. 2, Vol. 2.
- Khaliq, Abdul. (2015). Analisis Sistem Pengolahan Air Limbah Pada Kelurahan Kelayan Luar Kawasan Ipal Pekapuran Raya Pd Pal Kota Banjarmasin . Jurnal Poros Teknik, Volume 7 No. 1 .
- Kusuma, Dhimas Aji, Dkk. (2019). Pengolahan Limbah Laundry

- Dengan Metode *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR). Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, Vol. 02, No. 1, 10.
- Masta, Aulia, Dkk. (2020). Pengaruh Variasi Debit Udara Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Dalam Limbah Cair Hotel Pada Sistem *Moving Bed Biofilm Reactor* (MBBR) Menggunakan *Chorella Sp.* Jom Fteknik Volume 7 Edisi 1.
- Muhajar Dan Zulfikli Togomi. (2020). Pengaruh Ketebalan Media Dan Waktu Filtrasi Terhadap Pengolahan Limbah Rumah Tangga. Program Studi Teknik Pengairan Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Nasution, Fitri Rahmadani. (2021). Pengujian Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) Dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) Pada Limbah Cair Minyak Kelapa Sawit Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Program Studi D3 Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Nirwana, Rahina Esti. (2019). Metode Kombinasi Dalam Menurunkan Kadar BOD5 Dan COD Pada Limbah Cair Tepung Aren (Studi Kasus Di Industri Tepung Aren Desa Daleman Kecamatan Tulung Kabupaten Klaten). Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan. Universitas Negeri Semarang.
- Nugroho, Satyanur Y, Dkk. (2017). Penurunan Kadar COD Dan TSS Pada Limbah Industri Pencucian (Pakaian Laundry) Dengan Teknologi *Biofilm* Menggunakan Media Filter Serat Plastik Dan Tembikar Dengan Susunan Random. Program Studi Teknik Lingkungan. Ft Undip.
- Pramyani, Ida Ayu Putu Candra Dan Ni Made Marwati. (2020). Efektivitas Metode Aerasi Dalam Menurunkan Kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) Air Limbah Laundry. Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol.10 No.2.
- Rahayu, Rizki. (2018). Penyisihan Konsentrasi COD Dalam Proses Seeding Dan Aklimatisasi Secara Anaerob Dengan Sistem Curah Menggunakan *Fluidize Bed Reactor*. P- Issn : 2407 – 1846.
- Rahimah, Zikri, Dkk. (2016). Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan PAC. Konversi, Volume 5, No.2.
- Rahmayetty, Dkk. (2011). Pengaruh Laju Aliran Aerasi Terhadap Kualitas Effluent Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tepung Aren. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Said, Nusa Idaman. (2017). Teknologi Pengolahan Air Limbah. Jakarta: Erlangga.
- Setyaningsih, Yuni Dwi. (2018). Modifikasi Proses Lumpur Aktif Dan Proses Desinfeksi Pada Pengolahan Limbah Domestik. Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan Dan Kebumihan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sudaryati, Ni Luh Gede, Dkk. (2018). Pemanfaatan Sedimen Perairan Tercemar Sebagai Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah

Jurnal Enviro 2022
Prodi Teknik Lingkungan - ITN Malang

- Cair Industry Tahu. *Ecotrophic* 3(1) : 21-29.
- Utami, Lucky Indrati, Dkk. (2019). Pengolahan Limbah Cair Rumput Laut Secara Biologi Aerob Proses *Batch*. *Jurnal Teknik Kimia* Vol 13, No.2.
- Utami, Lucky Intrati, Dkk. (2017). Pengolahan Limbah Cair Minyak Bumi Secara Biologi Aerob Proses *Batch*. *Jurnal Teknik Kimia* Vol 11, No.2.
- Widyawati, Yudith Rizkia, Dkk. (2015). Efektivitas Lumpur Aktif Dalam Menurunkan Nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*) Dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Pada Limbah Cair Upt Lab. Analitik Universitas Udayana. *Jurnal Kimia* 9 (1) : 1- 6.
- Yuniarti, Dewi Putri, Dkk. (2019). Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di Ptpn Vii Secara Aerobik. Volume 4, Nomor 2.
- Yusniyanti, Erna dan Kurniati. (2017). Analisis Puncak Banjir Dengan Metode MAF (Studi Kasus Sungai Krueng Keureuto. *Jurnal EINSTEIN* 5 (1).
- Zahro, Septi Fatimatus. (2020). Rancang Bangun Filter Limbah Cair Laundry Skala Rumah Tangga Dengan Menggunakan Multimedia Filter. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Zairinayati Dan Heri Shatriadi. (2019). Biodegradasi Fosfat Pada Limbah Laundry Menggunakan Bakteri *Consorsium* Pelarut Fosfat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 18 (1).