

Penentuan Efisiensi Penyisihan COD Air Limbah Industri Tekstil menggunakan Material Preservasi Mikroorganisme dengan Nutrien Tapioka

WISNU TRI HANDOKO¹, DYAH ASRI HANDAYANI TAROEPRATJEKA², DYAH MARGANINGRUM³

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung
2. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Email: wttriamdoko00@gmail.com

ABSTRAK

Industri tekstil adalah salah satu industri menghasilkan limbah dari kegiatan produksi berupa limbah cair yang mengandung parameter COD. Adanya parameter tersebut berdampak negatif terhadap lingkungan jika dibuang begitu saja tanpa ada proses pengolahan. Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan cara biologis dengan menggunakan Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO) dan tepung tapioka sebagai nutrien. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis penggunaan campuran MPMO dengan nutrien tapioka terhadap penyisihan COD menggunakan indikator peningkatan parameter MLVSS maupun MLSS. Penelitian ini memiliki 3 (tiga) variasi uji dibedakan volume antara air limbah dengan campuran MPMO masing-masing variasi menggunakan volume 1,5 liter. Penelitian ini melakukan kultivasi untuk mengaktifkan bakteri MPMO dalam waktu 2 minggu kemudian dilanjutkan proses aklimatisasi menggunakan variasi 25, 50, dan 75% dan proses terakhir melakukan pengolahan dengan variasi yang sama. Hasil penggunaan campuran MPMO dapat menyisihkan parameter COD sebesar 96% pada pengukuran hari ke-6.

Kata Kunci: Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO), COD, MLVSS, dan MLSS

1. PENDAHULUAN

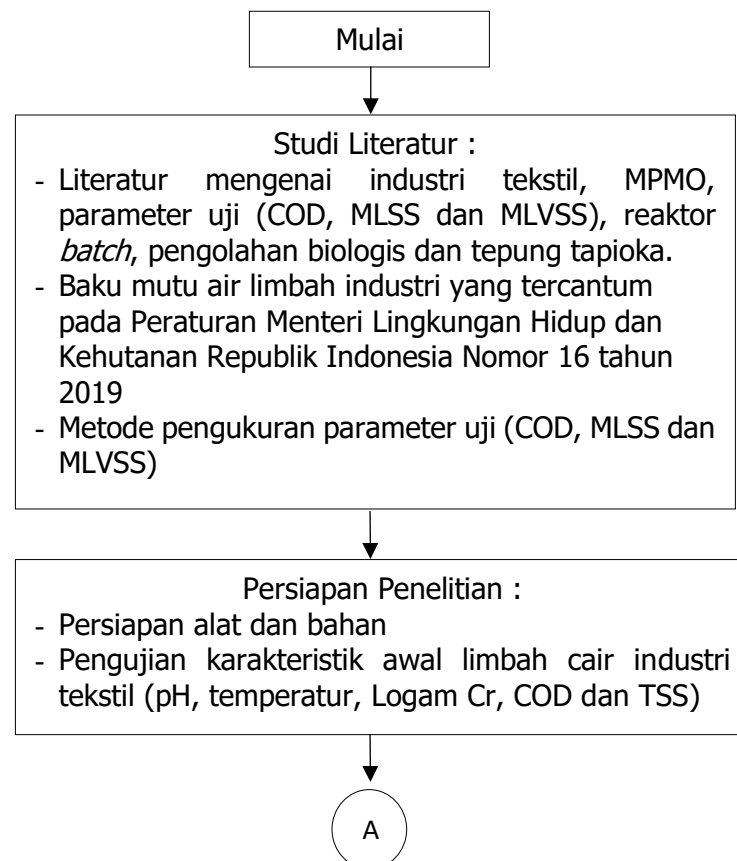
Industri tekstil merupakan salah satu industri yang menggunakan bahan baku serat untuk menghasilkan produk berupa benang dan kain. Bahan baku untuk industri tekstil dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu serat alami seperti kapas yang berasal dari tumbuhan dan wol yang berasal dari hewan, dan serat sintetis seperti nilon dan poliester (Gitopadmojo, 2008). Industri tekstil memiliki dampak positif dibidang perekonomian, juga memiliki dampak negatif bagi lingkungan. Dampak negatif disebabkan oleh limbah cair yang mengandung senyawa organik yaitu COD, BOD, dan TSS, dimana konsentrasinya sangat tinggi melebihi standar baku mutu sehingga berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan (Aritonang dkk., 2022). Tingginya nilai COD dapat memberikan dampak buruk terhadap kehidupan organisme akuatik karena dapat membuat oksigen di perairan semakin rendah sehingga mengganggu ekosistem perairan (Fadilla, 2021).

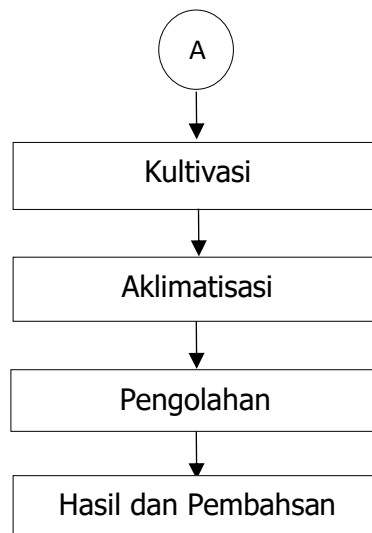
Salah satu pengolahan limbah cair dapat menggunakan cara biologis karena limbah tekstil dengan kandungan organik yang tinggi dapat didegradasi menjadi unsur-unsur penyusunnya yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Saepuloh dkk., 2013). Salah satu alternatif agen pendegradasi dapat menggunakan tablet MPMO. MPMO memiliki bakteri *Bacillus licheniformis* pengurai limbah cair yang di bungkus oleh Ca-bentonit. Waktu lama penyimpanan tablet MPMO berkisar 1 – 5 Tahun kemudian untuk pengaplikasian dalam proses pengolahan cukup mudah (Agustinus, 2019). Tablet MPMO dapat menyisihkan parameter COD dan logam Cr (Gani dkk., 2022; Sean dkk., 2022).

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini air limbah yang digunakan dari industri tekstil PT. X yang berlokasi di Kabupaten Bandung. Parameter yang diukur yaitu COD, MLSS dan MLVSS dengan metode standar pengukuran yang digunakan yaitu SNI 6989.73:2009 untuk pengukuran COD dengan metode titrimetri refluks tertutup dan SNI 6889.3:2019 untuk mengukur MLSS maupun MLVSS dengan metode gravimetri. Pengolahan air limbah industri tekstil pada penelitian ini menggunakan MPMO dan nutrisi tapioka serta dilakukan pada reaktor *batch*. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Proses Kultivasi MPMO

Bakteri *B.licheniformis* yang terkandung didalam tablet MPMO dikultivasi selama 2 minggu. Bakteri tersebut dalam masa preservasi dalam kondisi tidak aktif, maka kultivasi tersebut bertujuan untuk mengaktifkan kembali bakteri agar siap digunakan dalam proses pengolahan air limbah. Waktu kultivasi dilakukan selama 14 hari dengan mengukur konsentrasi MLVSS sebagai indikasi konsentrasi populasi bakteri yang terbentuk dalam reaktor (Rachmawati dkk., 2022; Said & Utomo, 2007). Komposisi variasi saat kultivasi dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Komposisi Kultivasi Bakteri

No	Bahan	Jumlah	Fungsi
1	Tapioka	8,52 g/L	Sumber Karbon
2	Nh ₄ Cl	0,89 g/L	Sumber Nitrogen
3	Kh ₂ PO ₄	0,306 g/L	Sumber Nutrisi
4	CaCl ₂ .2H ₂ O	0,085 g/L	Sumber Mineral
5	MgCl ₂ .6H ₂ O	0,158 g/L	Sumber Mineral
6	FeCl ₃ .6H ₂ O	0,029 g/L	Sumber Mineral
7	Tablet MPMO	0,2 g/L	Bakteri+Bentonit

Ketentuan jumlah MPMO yang ditambahkan kultivasi mengacu pada 0,2 gram MPMO dalam 1000 ml merupakan jumlah pembutan nutrisi menggunakan tepung tapioka. Maka dapat diketahui kebutuhan untuk 10.350 ml untuk proses kultivasi sebagai berikut :

$$\frac{m_1}{v_1} = \frac{m_2}{v_2} \quad (2.1)$$

$$\frac{0,2 \text{ g}}{1.000 \text{ ml}} = \frac{x \text{ g}}{10.350 \text{ ml}} \quad (2.2)$$

$$x = 2,0 \text{ g} \quad (2.3)$$

2.3 Proses Aklimatisasi

Starter yang telah dilakukan proses kultivasi selanjutnya dilakukan proses aklimatisasi sampai terjadinya proses penurunan konsentrasi MLVSS (Ananda dkk., 2018). Proses aklimatisasi dilakukan dengan menggunakan komposisi nutrisi yang sama dengan proses kultivasi namun proses aklimatisasi menggunakan volume reaktor 1.500 ml. Variasi uji yang digunakan dalam proses ini yaitu 25 -75% dengan cara *batch*. Variasi aklimatisasi dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Variasi Uji Aklimatisasi

No	Volume Reaktor	Variasi	Simbol
V1	1.125 ml Air Limbah – 375 ml MPMO + Nutrien	75 % Air Limbah – 25% MPMO + Nutrien	V1
V2	750 ml Air Limbah – 750 ml MPMO + Nutrien	50% Air Limbah – 50% MPMO + Nutrien	V2
V2	375 ml Air Limbah – 1.25 ml MPMO + Nutrien	25% Air Limbah – 75% MPMO + Nutrien	V3

2.4 Rumus Efisiensi Penyisihan COD

Efisiensi penyisihan COD perlu dilakukannya perhitungan dari hasil pengukuran COD. Konsentrasi COD akan dikonversi dengan pengurangan volume reaktor sehingga konsentrasi COD yang telah dihitung menggambarkan konsentrasi COD/volume (Sean dkk., 2022; SNI 6989.73:2009). Hasil efisiensi penyisihan COD menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

A. Konsentrasi COD

$$COD_{mg/L} = \frac{(A-B) \times C \times 8 \times 1.000 \times fp}{V_{sampel} (ml)} \quad (2.3)$$

Keterangan :

COD = Konsentrasi COD (mg/L)

A = V blanko (ml)

B = V FAS (ml)

C = FAS (N)

fp = Faktor pengenceran

B. Konsentrasi COD/Volume

$$\frac{COD}{Volume_{mg/L}} = COD \times \left(\frac{Volume_{awal\ reaktor}}{Volume_{akhir\ reaktor}} \right) \quad (2.4)$$

C. Efisiensi Penyisihan COD

$$\% \text{ Efisiensi Penyisihan COD} = \left(\frac{COD/Volume_{awal} - COD/Volume_{akhir}}{N \text{ COD}/Volume_{awal}} \right) \times 100\% \quad (2.5)$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Awal Air Limbah Industri Tekstil PT.X

Pengukuran karakteristik air limbah terdiri dari pH, suhu, TSS dan COD. Hasil pengukuran karakteristik awal air limbah PT.X dapat dilihat sebagai berikut Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Awal Limbah Cair PT. X

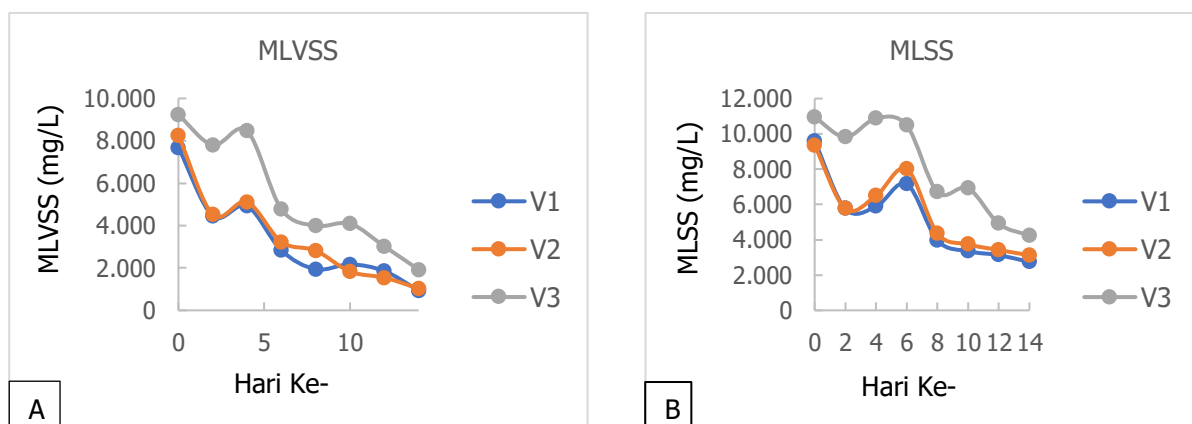
No	Parameter	Konsentrasi	Baku Mutu	Satuan	Keterangan
1	pH	7,5	6 – 9 ⁽¹⁾	-	Memenuhi
2	Suhu	25	Deviasi 2° ⁽¹⁾	°C	Memenuhi
3	TSS	690	50 ⁽¹⁾	mg/L	Tidak Memenuhi
4	COD	216	150 ⁽¹⁾	mg/L	Tidak Memenuhi

Sumber: (1) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2019

Berdasarkan hasil pengukuran karakteristik awal air limbah, dapat dilihat untuk parameter TSS maupun COD melebihi baku mutu yang tercantum pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.16 Tahun 2019 (Kehutanan, 2019). Keberadaan COD maupun TSS dalam air limbah industri tekstil berasal dari proses pencelupan maupun pewarnaan mordan yang berfungsi sebagai zat warna pengikat maupun senyawa azo yang sukar larut dalam air (Khairunnisa dkk., 2017). Pengaruh meningkatnya COD akan menurunkan konsentrasi oksigen dalam air menurun menjadi anoksik (Lindu, 2001). Tingginya konsentrasi TSS akan menyebabkan kekeruhan sehingga akan menghalangi proses fotosintesis bagi mikroorganisme yang terkandung dalam air (Yulianti, 2019).

3.2 Efisiensi Penyisihan COD

Pengukuran konsentrasi MLVSS dan MLSS dilakukan setiap hari untuk menentukan tingkat penyisihan bakteri *B.licheniformis* dengan variasi uji 25 – 75% terhadap konsentrasi COD air limbah industri tekstil PT.X. Hasil pengukuran MLVSS dan MLSS dapat dilihat pada **Gambar 2**.

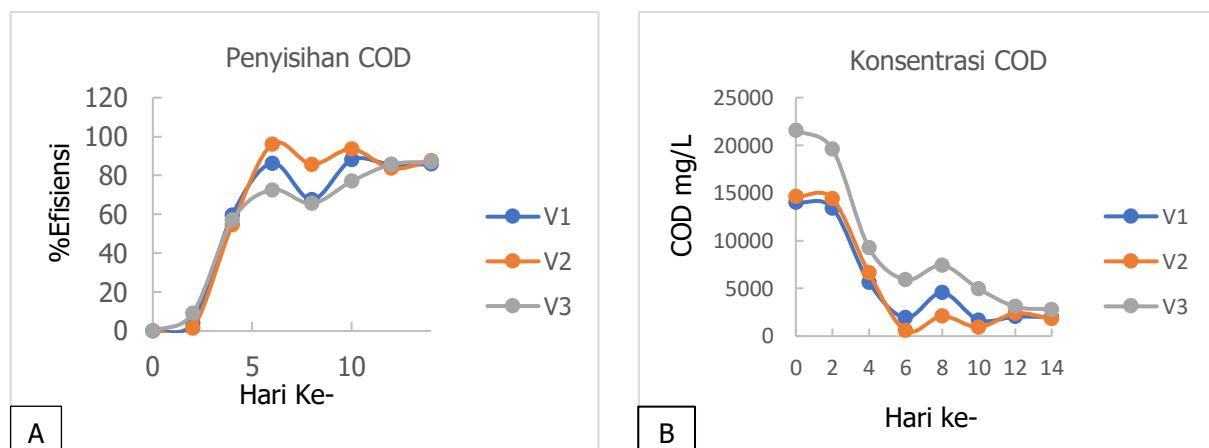


Gambar 2. Konsentrasi MLVSS dan MLSS pada Proses Penelitian
(Sumber : Hasil Pengukuran 2022)

Berdasarkan **Gambar 2**, keseluruhan konsentrasi MLVSS maupun MLSS mengalami penurunan pada pengukuran hari ke-2. Penyebab penurunan tersebut yaitu disebabkan oleh proses pengadukan tidak optimal sehingga tidak menyuplai oksigen dikarenakan pengadukan lambat maupun arah pengadukan hanya secara horizontal. Penurunan populasi bakteri dapat disebabkan oleh kurang konsentrasi oksigen terlarut dalam air (Oktafiani & Hermana, 2013). Terjadinya penurunan juga dapat disebabkan oleh kurangnya nutrisi maupun terganggunya proses aerasi (Sari dkk., 2013).

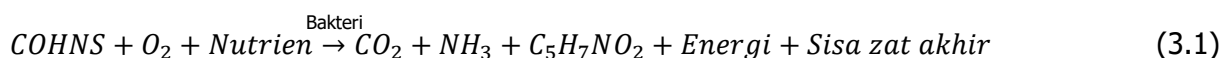
Namun pengukuran hari ke-4 mengalami peningkatan dari semua variasi hal ini disebabkan volume yang terkandung dalam reaktor sudah berkurang, sehingga proses pengadukan dapat menghasilkan oksigen terlarut dalam air. Pengukuran hari ke-10 variasi V1 dan V2 mengalami peningkatan kembali dikarenakan sisa dari zat organik yang terkandung dalam reaktor masih tersedia dari hasil produk akhir proses degradasi bakteri. Persamaan reaksi terjadinya peningkatan konsentrasi MLVSS dapat dilihat pada persamaan 3.1

Penelitian ini juga mengukur konsentrasi COD dengan dua jenis yaitu penurunan konsentrasi COD dan efisiensi penyisihan COD. Hasil pengukuran dapat dilihat pada **Gambar 3**



Gambar 3. Efisiensi Penyisihan COD dan Konsentrasi COD
(Sumber : Hasil Pengukuran 2022)

Dari **Gambar 3** pengukuran hari ke-2 konsentrasi COD belum mengalami penurunan. Hal ini disebabkan konsentrasi MLVSS mengalami penurunan dikarenakan tidak adanya suplai oksigen. Hasil pengukuran hari ke-4 sampai hari ke-6 mengalami penurunan konsentrasi COD pada **Gambar 3 B**, penyebab penurunan konsentrasi COD yaitu zat organik yang terkandung dalam reaktor telah didegradasi oleh bakteri *B.licheniformis* sehingga meningkatkan konsentrasi MLVSS (Santoso, 2010). Proses degradasi dapat digambarkan dengan reaksi sebagai berikut (Tchobanoglous dkk., 2003) :



Kemudian mengalami peningkatan kembali pada pengukuran hari ke-10 untuk variasi V1 dan V3. Penyebab peningkatan tersebut dikarenakan perbandingan variasi V1 volume air limbah sebesar 75% sehingga dapat digambarkan masih banyaknya zat organik yang terkandung

dalam V1 yang dapat didegradasi bakteri, sedangkan untuk variasi V3 mengalami peningkatan disebabkan produk akhir yang dihasilkan terus didegradasi oleh bakteri.

4. KESIMPULAN

Parameter COD dan TSS pada limbah cair industri tekstil PT. X tidak memenuhi baku mutu maka perlu dilakukan pengolahan. Pada penelitian ini diperoleh efisiensi penyisihan COD oleh material preservasi mikroorganisme dibantu oleh nutrisi tapioka terjadi kurang dari 5 hari dengan hasil 57 - 96% pada pengukuran hari ke-6. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah proses aklimatisasi maupun pengolahan perlu adanya aerator sebagai sumber oksigen yang stabil untuk mengoptimalkan proses degradasi bakteri *B.licheniformis*, perlunya reaktor yang memiliki permukaan atas yang besar untuk mempermudah masuknya oksigen, pembuatan nutrisi tapioka diharapkan harus benar-benar larut bertujuan untuk mempermudah bakteri mendegradasi nutrisi dan perlu dilakukannya identifikasi bakteri yang berperan dalam proses penyisihan selain bakteri *B.licheniformis*.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustinus, E. T. S. (2019). *Rekayasa Benefisiasi Pemerosesan Mineral Untuk Meningkatkan Nilai Tambah Sumber Daya Mineral Marginal*. LIPI Press.
- Ananda, R. A., Hartati, E., & Salafudin, S. (2018). *Seeding dan Aklimatisasi pada Proses Anaerob Two Stage System menggunakan Reaktor Fixed Bed*. Jurnal Reka Lingkungan, 6(1), Art. 1. <https://doi.org/10.26760/rekalingkungan.v6i1.1>%p
- Aritonang, B., Ambarwati, N. F., Sinaga, E. M., & Ritonga, A. H. (2022). *Sintesis dan Karakterisasi Arang Aktif Dari Kulit Salak Sebagai Adsorben Terhadap Kadar BOD, COD dan TSS Pada Limbah Cair Industri Tekstil*. Jurnal Multidisiplin Madani, 2(6), 2611–2626.
- Fadilla, P. J. (2021). *Pemanfaatan Bottom Ash Sebagai Adsorben Zat Warna Dan COD Limbah Industri Tekstil (Studi Kasus PT TCI Kabupaten Bandung)*. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Gani, J. F., Taroepratjeka, D. A. H., & Marganingrum, D. (2022). *Efisiensi Penggunaan Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO) Dalam Penyisihan Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Reaktor Batch*. Reka Lingkungan.
- Gitopadmojo, I. (2008). *Seri Kuliah Air Proses Untuk Industri Tekstil; Pengolahan Limbah dan Produksi Bersih*. Sekolah Tinggi Teknologi Tekstil Bandung.
- Khairunnisa, K., Rezagama, A., & Arianto, F. (2017). *Penurunan Kadar Cod dan Warna pada Limbah Artifisial Batik Zat Warna Turunan Azo Menggunakan Metode Adsorpsi Arang Aktif dan Ozonasi+ feso4. 7h2o*. Diponegoro University.
- Lindu, M. (2001). *Studi Penyisihan COD-Organik Pada Tahap Nitrifikasi dan Denitrifikasi Dalam SBR Menggunakan Air Limbah Coklat*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 2(1).
- Oktafiani, M., & Hermana, J. (2013). *Pengaruh Konsentrasi Nutrien dan Konsentrasi Bakteri Pada Produksi Alga Dalam Sistem Bioreaktor Proses Batch*. Jurnal Teknik ITS, 2(2), D57–D62.
- Rachmawati, V., Nurjayati, R., & Yuniati, M. D. (2022). *Penurunan Konsentrasi COD Limbah Batik Pada Proses Seeding dan Aklimatisasi Menggunakan Material Preservasi Mikroorganisme (MPMO)*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 21(1), 73–82. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.1.73-82>
- Saepuloh, A., Naidania, E., Gurharyanto, Effendi, Marilyn.E, L., Sumarnadi, E. T., & Sembiring, H. (2013). *MPMO (Material Preservasi Mikroorganisme) Sebagai Bahan Aklimatisasi Dalam Pengolahan Limbah Cair PT. SIVATEX, MAJALAYA*. Puslit Geoteknologi-LIPI.

- Said, & Utomo. (2007). *Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Proses Lumpur Aktif yang Diisi dengan Media Bioball*. JAI, 3.
- Santoso, B. (2010). *Proses pengolahan air buangan industri tapioka*. Jurnal Ilmiah Teknologi & Rekayasa, 15(3), 213–220.
- Sari, Annissa, R., & Tuhuloula, A. (2013). *Perbandingan Limbah dan Lumpur Aktif Terhadap Pengaruh Sistem Aerasi Pada Pengolahan Limbah CPO*. *Konversi*, Universitas Lambung Mangkurat 2(1), 39. <https://doi.org/10.20527/k.v2i1.128>
- Sean, A., Hartati, E., & Marganingrum, D. (2022). *Perbandingan Metode Kalibrasi dan Metode Adisi Pada Pengujian Timbal dan Chrom Total Dalam Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Research Article.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., & Stensel, H. D. (2003). *Waste Water Engineering Treatment and Reuse* (4 ed.).
- Yulianti, D. A. (2019). *Kadar Total Suspended Solid pada Air Sungai Nguneng Sebelum dan Sesudah Tercemar Limbah Cair Tahu*. Jaringan Laboratorium Medis, 01.