



D-017

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU SECARA AEROB MENGUNAKAN LUMPUR AKTIF

Farda Anis Khuriyah ¹⁾, Alifia Salma Nabila ²⁾, Mu'tasim Billah ^{3)*}, Atika Nandini ⁴⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, fardakhuriyah@gmail.com

²⁾ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, alifianabilaa25@gmail.com

³⁾ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, tasimbillah60@gmail.com

⁴⁾ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur,

atika.nandini.tk@upnjatim.ac.id

Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar No. 1, Surabaya, Jawa Timur 60294, Telp. (031) 8706369

* Penulis Korespondensi: e-mail: tasimbillah60@gmail.com

Abstrak

Penggunaan mikroorganisme untuk pengolahan air limbah merupakan proses pengolahan yang dilakukan secara biologis. Lumpur aktif digunakan sebagai mikroorganisme untuk menguraikan kandungan bahan-bahan organik dalam limbah cair tahu menjadi bahan yang aman. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi mikroorganisme dan waktu aerasi terhadap penurunan COD (chemical oxygen demand) dan TSS (total suspended solid) pada limbah cair tahu. Penurunan nilai COD dan TSS yang signifikan menandakan bahwa pengolahan limbah cair secara aerob sangat efektif untuk diimplementasikan. Pengaruh semakin lamanya waktu aerasi mengakibatkan penurunan COD dan TSS yang signifikan. Penurunan nilai COD dan TSS yang signifikan pada limbah cair industri tahu didapatkan pada waktu aerasi selama 10 jam dengan penambahan mikroorganisme sebanyak 1840 mg/L didapatkan nilai COD sebesar 211,2 mg/L, nilai TSS sebesar 19 mg/L dengan nilai pH 7. Berdasarkan hasil tersebut, maka kualitas limbah hasil pengolahan sudah memenuhi standart baku mutu yang telah ditetapkan.

Kata kunci: lumpur aktif, limbah cair tahu, pengolahan limbah cair

AEROBIC TREATMENT OF TOFU INDUSTRIAL WASTEWATER BY USING ACTIVATED SLUDGE

Abstract

Biological wastewater treatment was treatment process of wastewater by utilizing microorganisms. Activated sludge used as a microorganism to decompose the organic materials content in tofu wastewater into harmless materials. The aim of this research was to determine effectiveness of microorganism concentration and aeration time on reduction of COD and TSS in tofu wastewater. The results show that aerobic biological treatment was very efficient in reducing COD and TSS levels. The longer the aeration time, the greater the reduction in COD and TSS. The lowest reduction in COD and TSS values was obtained during 10 hours of aeration time and pH of 7. A COD value of 211.2 mg/L and TSS value of 19 mg/L were obtained by addition of 1840 mg/L of microorganisms. Based on that, quality of the processed waste has met the established tofu liquid industry quality standards.

Keywords: activated sludge, tofu liquid industry, wastewater treatment

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang terus meningkat mengakibatkan permintaan akan kebutuhan bahan pangan. Hal tersebut mendorong tingginya limbah industri pangan. Berbagai zat berbahaya yang terdapat didalam limbah, mengakibatkan berbagai dampak baik dalam segi lingkungan maupun kesehatan. Tahu merupakan olahan kedelai yang sangat diminati di Indonesia, sehingga kehadiran industri tahu cukup melimpah. Namun, ternyata limbah cair industri tahu mengandung mikroorganisme yang cukup berbahaya bagi ekosistem sungai dan sekitarnya. Air limbah industri tahu yang langsung dibuang dengan banyaknya zat pencemar yang ada maka menyebabkan kadar oksigen akan menurun dan menimbulkan pencemaran dalam air. Kandungan Total Suspended Solid (TSS), Chemical Oxygen Demand (COD) dan Biological Oxygen Demand (BOD) yang tinggi dalam limbah cair tahu ini berasal dari proses proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu (Amri & Widayatno, 2023).

Limbah cair industri tahu mengandung senyawa-senyawa organik berupa 40-60% protein, 25-50% karbohidrat, 10% lemak. Apabila air limbah dibuang tanpa adanya proses pengolahan, maka dapat menimbulkan pencemaran, seperti menimbulkan bau yang tidak sedap dan berkurangnya oksigen yang terlarut dalam air. Kadar TSS dan COD yang tinggi dalam limbah tahu ini dapat diturunkan dengan menggunakan teknik aerasi. Aerasi merupakan metode yang paling awam digunakan dalam pengolahan limbah, hal tersebut dilakukan dengan penambahan mikroorganisme aerob yang berperan dalam mengurangi jumlah kontaminasi air limbah. Salah satunya, menggunakan lumpur aktif sebagai mikroorganisme (Sudaryati, 2021).

Berdasarkan Peraturan Gubernur tahun 2013, baku mutu air limbah tahu kadar maksimum COD sebesar 300 mg/L, TSS

sebesar 100 mg/L, dan pH 6-9 (Timur, 2013). Menurut Pradana et al. (2018), penelitian yang dilakukan dapat menurunkan kadar TSS dan BOD pada limbah cair tahu dengan rata-rata 61,15 mg/L. Selain itu, Afiah et al. (2022) melakukan penelitian yang dan hasilnya dapat menurunkan kadar TSS, COD, dan BOD dengan aklimatisasi lumpur aktif sebesar 1,34 mg/L; 8,32 mg/L; 4,12 mg/L. Berdasarkan data yang telah dilakukan diatas, maka dilakukanlah penelitian pengolahan limbah cair tahu secara aerob menggunakan lumpur aktif, dengan tujuan untuk mengetahui adanya pengaruh penambahan konsentrasi mikroorganisme dan jumlah waktu aerasi terhadap penurunan COD dan TSS pada limbah cair tahu. Penelitian ini diharapkan dapat berguna mengurangi pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh limbah cair tahu, sehingga limbah cair yang akan dibuang memenuhi standar baku mutu.

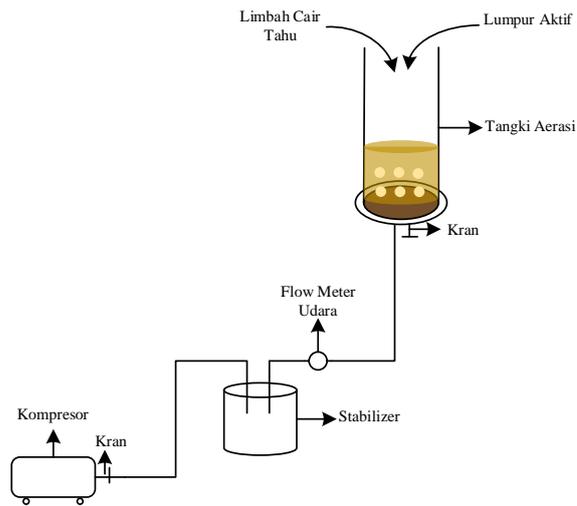
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah limbah cair tahu yang diperoleh dari Desa Spande, Kecamatan Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dan lumpur aktif yang didapatkan dari PT. SIER Surabaya, Jawa Timur.

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu antara lain: beaker glass, stopwatch, pipet tetes, gelas ukur, corong kaca, kertas saring, oven, kertas pH, cawan dan tangki aerasi yang dirangkai dari kompresor udara, flow meter udara, stabilizer, dan selang



Gambar 1. Rangkaian Alat

Persiapan Bahan Baku

Limbah cair industri tahu dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui nilai kandungan TSS, COD, dan pH.

Proses Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dimana mikroorganisme dimasukkan ke dalam tangki aerasi sebanyak 2 L, lalu ditambahkan limbah cair industri tahu 2 L dan gula sebanyak 30 gram sebagai nutrisi. Kemudian dilakukan proses aerasi selama 2 jam dengan bantuan oksigen (compressor) dengan laju sebesar 5L/menit. Kemudian lumpur aktif yang telah bercampur dengan limbah cair industri tahu diendapkan. Untuk sisa airnya dibuang dan sisa mikroorganismenya digunakan untuk proses penelitian.

Penentuan Konsentrasi Mikroorganisme

Dilakukannya penentuan konsentrasi mikroorganisme dibutuhkan sampel campuran air limbah tahu dan lumpur aktif hasil aklimatisasi sebanyak 100ml. Kemudian, pemisahan antara padatan dan filtrate dilakukan dengan menggunakan kertas saring. Padatan dikeringkan menggunakan oven bersuhu 100°C hingga beratnya konstan. Setelah itu, proses pengeringan lanjutan dengan menggunakan furnace dilakukan pada suhu 500°C dan selama 1 jam. Setelah dingin timbang kertas saring berisi mikroorganisme bersama cawan

yang digunakan dan hitung dengan selisih berat setelah di oven untuk menentukan konsentrasi mikroorganisme yang dihasilkan.

Proses Pengolahan Limbah cair Tahu

Penambahan konsentrasi mikroorganisme sebanyak 640 gram dari proses aklimatisasi dengan limbah cair tahu sebanyak 2 L ke dalam tangki aerasi. Proses dilakukan dengan waktu aerasi selama 2 jam dan adanya bantuan oksigen (compressor) dan laju alir udara sebesar 5 L/menit. Setelah 2 jam, Limbah cair tahu diendapkan dan disaring. filtrat digunakan untuk menganalisa kadar TSS, COD, serta pH nya. Ulangi percobaan dengan variabel konsentrasi mikroorganisme dan waktu aerasi yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

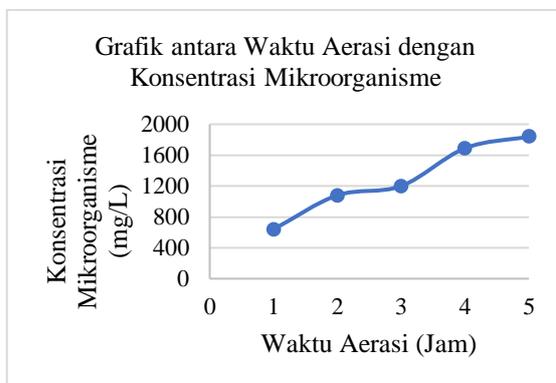
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama, persiapan bahan baku dimana limbah cair tahu dianalisa terlebih dahulu kandungan COD, TSS dan pH. Dilakukannya analisa bertujuan untuk mengetahui berapa besar nilai COD, TSS dan pH pada limbah cair tahu sebelum dilakukan pengolahan. Analisa nilai COD, TSS dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya sedangkan nilai pH dilakukan menggunakan kertas pH.

Tabel 1. Nilai Awal Limbah Cair Tahu

Parameter Uji	Hasil
COD	8510,2 mg/L
TSS	92 mg/L
pH	4

Tabel 1 menunjukkan bahwa limbah cair tahu memiliki kandungan COD dan TSS yang masih sangat tinggi. Sedangkan, nilai pH sangat rendah atau berada pada kondisi asam. Menurut Timur (2013), adanya proses pengolahan air limbah sangat diperlukan agar limbah dapat memenuhi standar baku mutu.

Tingginya nilai COD, TSS serta rendahnya nilai pH dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran atau rusaknya badan air tempat dibuangnya limbah cair tahu tersebut. Tujuan pengolahan air limbah ini adalah terjadinya proses penurunan atau reduksi konsentrasi kandungan pencemar pada air limbah agar sesuai standar baku mutu. Proses pengolahan air limbah ini diawali dengan adanya penambahan lumpur aktif yang mengandung mikroorganisme. Tahap selanjutnya adalah proses aklimatisasi dimana lumpur aktif dan limbah cair tahu beserta gula sebagai nutrisi dimasukkan dalam tangki aerasi dengan dialiri oksigen dari kompresor. Tujuan dilakukannya aklimatisasi adalah agar terjadinya fase adaptasi antara mikroorganisme dalam lumpur aktif dengan limbah cair industri tahu. Aklimatisasi dilakukan sebanyak lima kali dengan waktu aerasi yang berbeda kemudian dilakukan pengukuran konsentrasi mikroorganisme untuk digunakan sebagai variabel.



Gambar 2. Grafik antara Waktu aerasi dengan Konsentrasi mikroorganisme

Gambar 2 menunjukkan lamanya waktu aerasi berpengaruh terhadap mikroorganisme pada lumpur aktif, dimana semakin lama waktu aerasi maka mikroorganisme dalam lumpur aktif mengalami fase pertumbuhan sehingga konsentrasi mikroorganisme mengalami peningkatan. Selanjutnya, tiap konsentrasi mikroorganisme yang didapatkan ditambahkan dengan limbah cair tahu untuk melakukan pengolahan air limbah menggunakan bantuan oksigen dari

kompresor dengan waktu aerasi sesuai variabel. Kemudian air hasil pengolahan dilakukan analisa kandungan COD, TSS dan pH sedangkan endapan mikroorganisme dapat digunakan kembali untuk variabel waktu aerasi selanjutnya.

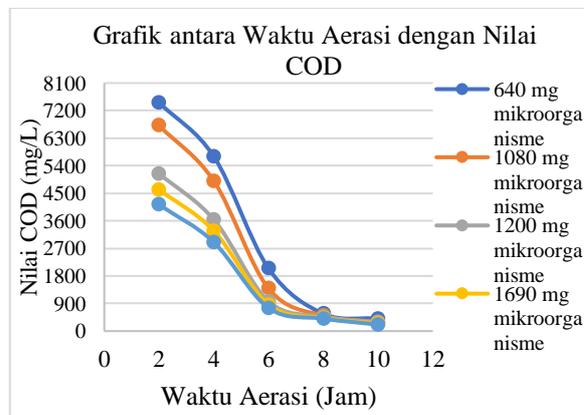
Hasil Analisa

Pada penelitian ini menggunakan limbah cair tahu sebanyak 2 liter dengan kondisi atau perlakuan yang dijalankan adalah waktu aerasi selama 2 jam, 4 jam, 6 jam, 8 jam dan 10 jam dengan ditambahkan konsentrasi mikroorganisme sebanyak 640 mg/L, 1080 mg/L, 1200 mg/L, 1690 mg/L dan 1840 mg/L. parameter yang diamati pada penelitian ini meliputi nilai COD, TSS dan pH. Berikut ini hasil pengamatan pengolahan limbah cair tahu secara aerob menggunakan lumpur aktif.

Tabel 2. Nilai COD, TSS dan pH

Konsentrasi Mikroorganisme (mg/L)	WaktuAerasi (Jam)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	P H
640	2	7460,2	97	4
	4	5701,6	84	4
	6	2041,3	76	4
	8	566,6	59	5
	10	409,9	52	5
1080	2	6711,9	89	4
	4	4901,6	77	4
	6	1389,2	58	5
	8	500,1	47	5
	10	301,7	44	5
1200	2	5142,2	83	4
	4	3639,8	64	5
	6	967,3	47	5
	8	471,2	41	5
	10	287,2	37	6
1690	2	4617,7	79	5
	4	3273,2	59	5
	6	864,4	41	5
	8	427,3	32	6
	10	256,3	29	7

1840	2	4129,4	72	5
	4	2901,1	52	6
	6	753,2	38	7
	8	406,7	26	7
	10	211,2	19	7



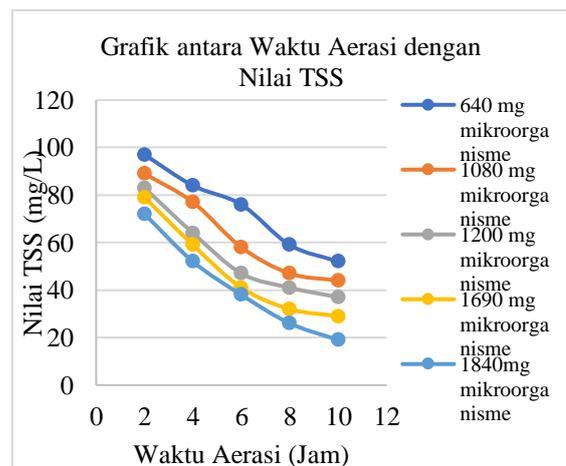
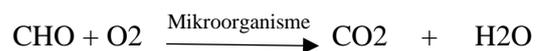
Gambar 3. Grafik antara waktu aerasi dengan nilai COD

Penambahan jumlah mikroorganisme dalam pengolahan limbah cair tahu sangat mempengaruhi nilai COD, TSS dan pH. COD (Chemical Oxygen Demand) adalah kebutuhan jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik pada air limbah. Semakin tinggi kandungan COD pada limbah cair tahu mengindikasikan adanya senyawa organik dengan jumlah yang cukup besar dalam limbah yang perlu diproses degradasi. Berkaitan dengan hal itu, maka dibutuhkan oksigen dengan jumlah yang cukup besar pula sebagai kebutuhan mikroorganisme untuk menetralkan bahan kimia pada limbah cair tahu.

Penelitian yang dilakukan oleh Anggraeni and Sutanahji (2014), nilai COD yang didapatkan dengan penambahan lumpur aktif terbanyak sebesar 1000 ml lumpur aktif : 4000ml air limbah memiliki nilai COD paling rendah. Pada tabel 2 menunjukkan penambahan lumpur aktif terbanyak sebesar 1840 mg/L dengan waktu aerasi 10 jam mendapatkan nilai COD 211,2 mg/L dimana telah sesuai dengan nilai baku mutu air limbah yang di ijinan (300 mg/L). Penelitian yang dilakukan oleh Amelia (2018) yaitu

penggunaan alat membrane bioreaktor dan lumpur aktif dapat mengurangi nilai COD secara signifikan pada limbah cair tahu. Faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan nilai COD disebabkan oleh suplai oksigen dari kompresor yang cukup pada campuran lumpur aktif dan limbah cair tahu. Mikroorganisme dalam lumpur aktif membutuhkan oksigen untuk melakukan proses degradasi bahan organik yang terkandung dalam limbah. Setiap penurunan nilai COD pada konsentrasi mikroorganisme yang berbeda selama penelitian menunjukkan gambaran bahwa semakin bertambahnya waktu aerasi maka kandungan bahan organik yang terdapat dalam limbah cair tahu juga berkurang.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

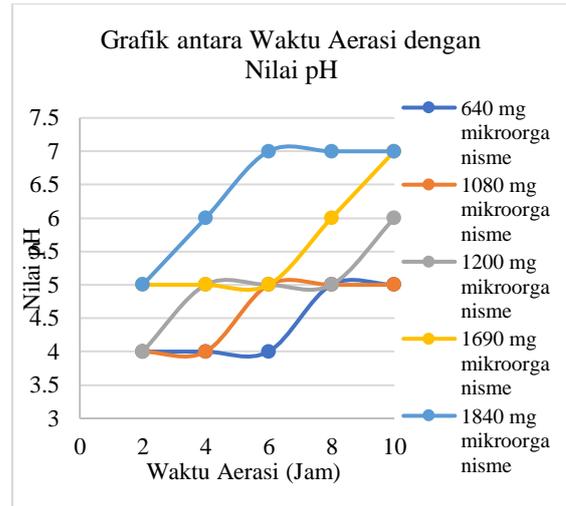


Gambar 4. Grafik antara waktu aerasi dengan nilai TSS

Pengolahan limbah cair tahu dilakukan dengan penambahan lumpur aktif dan kompresor sebagai aerasi. Perbedaan konsentrasi mikroorganisme yaitu 640 mg/L, 1080 mg/L, 1200 mg/L, 1690 mg/L dan 1840 mg/L. Adanya penambahan mikroorganime ini memiliki pengaruh terhadap nilai TSS dan dengan lama waktu aerasi. Parameter TSS (total padatan tersuspensi) adalah parameter penting yang wajib dianalisa ketika berkaitan dengan limbah. Kandungan TSS yang tinggi

pada limbah cair akan mengakibatkan pencemaran lingkungan apabila dibuang ke perairan tanpa dilakukan pengolahan. Limbah cair tahu yang digunakan mengandung konsentrasi TSS awal sebesar 113 mg/l. Semakin tinggi jumlah mikroorganisme yang ditambahkan maka semakin rendah nilai kandungan TSS pada air limbah (Sari et al., 2017).

Pada penelitian yang telah dilakukan ditambahkan gula sebagai nutrisi agar bakteri aerob yang diberi aerasi dan nutrisi, dapat berkembang biak dengan menggunakan zat organik dalam limbah cair tahu sehingga dapat terurai menjadi CO₂ dan H₂O. Pada Gambar 4. menunjukkan bahwa dengan penambahan mikroorganisme sebesar 1840 mg/l dan waktu aerasi 10 jam menghasilkan nilai TSS terendah yaitu 19 mg/l. Hal ini berkaitan dengan adanya fase pertumbuhan pada mikroorganisme dimana mikroorganisme membutuhkan nutrisi yang tersedia pada limbah cair tahu tersebut dan secara langsung berpengaruh pada penurunan kadar TSS. Berdasarkan Timur (2013), kadar maksimum TSS sebesar 100 mg/l dimana penelitian yang dilakukan telah sesuai dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan. Menurut Amelia (2018), pengaruh jumlah lumpur aktif yang ditambahkan pada limbah menyebabkan adanya penurunan yang signifikan pada nilai TSS. Semakin tinggi jumlah lumpur aktif yang ditambahkan, maka penurunan nilai konsentrasi TSS juga signifikan. Hal tersebut berkaitan dengan adanya aktivitas mikroorganisme dalam lumpur aktif yang membantu proses dekomposisi, sehingga padatan tersuspensi mudah mengalami pengendapan dan dapat menurunkan nilai TSS yang ada.



Gambar 5. Grafik antara Waktu Aerasi dengan pH

Faktor pH menjadi salah satu faktor yang sangat penting dalam proses pengolahan air limbah. Umumnya, limbah cair tahu memiliki pH berkisar antara 4,3-5,33. Pada Gambar 5. menunjukkan bahwa nilai pH yang di peroleh sebesar pH 6,0-9,0 telah sesuai dengan standar baku mutu menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur tahun 2013. Nilai pH sebesar 7,0 diperoleh pada penambahan konsentrasi mikroorganisme sebesar 1690 mg/l dengan waktu aerasi 10 jam, serta pada penambahan konsentrasi mikroorganisme sebesar 1840 mg/L dengan waktu aerasi 6 jam, 8 jam dan 10 jam. Menurut Jasmiyati pada tahun 2010, adanya peningkatan nilai pH merupakan akibat dari aktifitas mikroorganisme yang dapat mereduksi bahan organik yang tersisa pada limbah cair tahu. Oleh karena itu, peningkatan pH dapat membantu proses dekomposisi berjalan lebih cepat, sehingga berpengaruh terhadap proses perombakan dan proses penurunan zat pencemar menjadi lebih cepat.

SIMPULAN

Pengaruh penambahan konsentrasi mikroorganisme dan semakin lamanya waktu aerasi dapat menurunkan kadar COD, TSS dan menaikkan nilai pH limbah cair tahu sesuai dengan standar baku mutu Peraturan Gubernur Jawa Timur tahun 2013. Kadar

COD mengalami penurunan yang signifikan sebesar 211,2 mg/l dengan penambahan konsentrasi mikroorganisme sebanyak 1840 mg/l dan waktu aerasi selama 10 jam. Kadar TSS terendah sebesar 19 mg/l diperoleh pada penambahan konsentrasi mikroorganisme sebanyak 1840 mg/l dengan waktu aerasi selama 10 jam. Nilai pH yang mengalami peningkatan menjadi 7,0 dan menjadi konstan pada penambahan konsentrasi mikroorganisme dalam jumlah besar (1690 mg/L dan 1840 mg/L) dan waktu aerasi yang lama (6-10 jam).

DAFTAR PUSTAKA

- Afiah, N., Rapi, M., & Jamilah, J. (2022). Pengaruh Aklimatisasi Lumpur Aktif terhadap Limbah Cair dari Pabrik Pangan. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 1025-1035.
- Amelia, R. R. (2018). *Pengaruh Variasi Lumpur Aktif Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod, Dan Tss Pada Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan Membrane Bioreactor*. Universitas Brawijaya.
- Amri, A. A., & Widayatno, T. (2023). PENURUNAN KADAR BOD, COD, TSS, DAN pH PADA LIMBAH CAIR TAHU DENGAN MENGGUNAKAN BIOFILTER. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 8(1), 6-10.
- Anggraeni, D., & Sutanahaji, A. T. (2014). Pengaruh volume lumpur aktif dengan proses kontak stabilisasi pada efektivitas pengolahan air limbah industri pengolahan ikan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(3), 6-12.
- Pradana, T. D., Suharno, S., & Apriansyah, A. (2018). Pengolahan limbah cair tahu untuk menurunkan kadar TSS dan BOD. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 4(2), 56.
- Sari, K. L., As, Z. A., & Hardiono, H. (2017). Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS pada Limbah Tahu Menggunakan Effective Microorganism-4 (EM4) Secara Aerob. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 14(1), 449-458.
- Sudaryati, N. L. G. (2021). *Monograf Sedimen Perairan Tercemar Untuk Bahan Lumpur Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*: Media Sains Indonesia.
- Timur, G. J. (2013). Baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya. *Peraturan Gubernur Jawa Timur*(72).