



Submitted : 22 August 2024

Revised : 22 September 2024

Accepted : 29 October 2024

PENURUNAN KADAR BOD, COD, DAN TSS DALAM LIMBAH CAIR TAHU DENGAN METODE AERASI DAN OZONASI

Adinda Putri Cahyani*, Dwi Ayu Febrianti, Suprihatin

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur, Surabaya, 60294, Indonesia

*Email: 20031010026@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Limbah cair industri tahu biasanya belum diolah secara optimal, sehingga mengandung kadar bahan pencemar yang tinggi. Berdasarkan hasil analisa diketahui limbah cair tahu di daerah Candi, Sidoarjo memiliki kadar COD sebesar 7704mg/L, BOD 4726mg/L, dan TSS 94mg/L. Limbah dengan bahan pencemar yang tinggi tidak dapat dibuang secara langsung ke lingkungan sehingga membutuhkan suatu pengolahan. Metode pengolahan yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar pencemar yaitu metode aerasi dan ozonasi. Proses pengolahan limbah dengan metode aerasi dan ozonasi yaitu limbah cair tahu dilakukan proses pengenceran sebanyak 10 kali, kemudian dilakukan proses aerasi selama 6 jam dengan laju alir 6 L/menit. Hasil dari proses aerasi akan dilakukan penyesuaian pH dengan menambahkan larutan NaOH 1 M dengan variasi pH 6; 7; 8; 9; dan 10, setelah itu dilakukan proses ozonasi dengan laju alir ozon 400 mg/jam dan waktu kontak selama 60; 80; 100; 120; 140 menit. Hasil analisa BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu yang telah dilakukan proses aerasi dan ozonasi menunjukkan hasil penurunan kadar tertinggi yaitu pada pH 10 dengan waktu kontak selama 140 menit yang menghasilkan kadar COD 662mg/L, BOD 241mg/L dan TSS 36mg/L.

Kata Kunci: Aerasi; Limbah cair tahu; Ozonasi

Abstract

Tofu industrial wastewater is usually not optimally treated. It contains high levels of pollutants. Based on the analysis of tofu liquid waste in Candi, Sidoarjo has COD, BOD, and TSS levels of 7704, 4726, and 94 mg/L, respectively. Waste with high pollutants cannot be released directly into the environment and, therefore, requires treatment. Waste treatment methods that can reduce the pollutant content are aeration and ozonation. Tofu wastewater treatment is done by diluting the waste 10 times, then aeration for 6 hours with a flow rate of 6 L/min. The results of the aeration process will be adjusted pH by adding a solution of NaOH 1 M with pH variations of 6, 7, 8, 9, and 10, after which the ozonation process with an ozone flow rate of 400 mg/hour and contact time for 60; 80; 100; 120; 140 minutes. The results of testing the levels of BOD, COD, and TSS in tofu liquid waste that has been carried out the aeration and ozonation process showed the highest reduction in levels at pH = 10 with a contact time of 140 minutes, which resulted in COD, BOD, and TSS levels of 662, 241, and 36mg/L, respectively.

Keywords: Aeration; Liquid tofu waste; Ozonation

1. PENDAHULUAN

Industri tahu di Indonesia masih banyak yang menggunakan metode konvensional. Wujud limbah selama proses produksi tahu yaitu berbentuk cair dan padat (Arham et al., 2023). Secara fisik, air limbah dari produksi tahu berwarna putih kekuningan keruh

disebabkan mengandung padatan tersuspensi yang tinggi dan memiliki bau tidak enak yang disebabkan karena tingginya bahan organik di dalamnya (Pagoray et al., 2021). Secara umum, air limbah tahu memiliki kadar BOD berkisar 6.500 mg/L, COD berkisar 8.900 mg/L, padatan total berkisar 11.000 mg/L, padatan

terlarut berkisar 3.800 mg/L, dan nilai pH<7 (asam) (Rahayu et al., 2021). Karakteristik dari air limbah tahu tersebut masih belum sesuai baku mutu air limbah. Apabila air limbah tahu yang memiliki kadar senyawa organik tinggi dibuang begitu saja ke badan sungai, maka dapat mencemari perairan, sehingga air limbah tersebut terlebih dulu dilakukan pengolahan limbah. Proses pengolahan air limbah tahu dalam penelitian ini menggunakan gabungan metode aerasi dan ozonasi.

Aerasi merupakan suatu cara pengolahan air limbah dengan menambahkan udara ke dalam air. Penambahan udara tersebut merupakan salah satu cara untuk mengurangi konsentrasi polutan yang ada di dalam air limbah atau bahkan dapat menghilangkannya (Yuniarti et al., 2019). Metode aerasi dalam pengolahan limbah cair memiliki kelebihan yaitu persentase pemisahan bahan pencemar atau penurunan konsentrasi zat organik sangat besar, tanpa menggunakan bahan kimia tambahan, dapat meningkatkan oksigen terlarut dalam limbah cair, dapat menghilangkan kandungan metana (CH₄), hidrogen sulfida, dan senyawa organik lainnya yang memiliki sifat volatil, dan dapat mengurangi bau tengik pada limbah cair (Muttaqin et al., 2021).

Dalam mengurangi toksisitas dari senyawa organik maupun anorganik juga dapat digunakan metode ozonasi, dimana ozonasi merupakan salah satu metode yang dapat mendegradasi senyawa organik maupun anorganik dengan menggunakan gas ozon. Gas ozon dapat digunakan untuk sterilisasi, menghilangkan warna dan abu dari limbah cair (Estikarini et al., 2016). Keuntungan dari proses ozonasi adalah potensi oksidasi yang tinggi dari ozon, bahkan pada konsentrasi rendah, lalu efisiensi dalam dekomposisi bahan organik tinggi karena ozon termasuk oksidan yang kuat dalam air. Ozon dapat dengan mudah terurai menjadi radikal hidroksil sehingga kandungan pencemar dalam air limbah dapat berkurang atau bahkan hilang (Karamah et al., 2019).

Proses aerasi dilakukan sebagai *pretreatment* yang bertujuan untuk membantu mengurangi zat pencemar pada air limbah, dan proses ozonasi dilakukan untuk sebagai disinfeksi serta mengoksidasi bahan organik maupun anorganik yang ada dalam limbah cair tahu. Ketika proses aerasi dan ozonasi digabungkan dalam pengolahan limbah cair tahu maka kandungan oksigen terlarut dalam limbah cair tahu tersebut akan meningkat, mikroorganisme dalam limbah akan berkurang, bahan organik dan anorganik akan terurai sehingga kandungan pencemar seperti BOD, COD, dan TSS pada air limbah tersebut menurun.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair melalui proses aereasi dan ozonasi. Menurut penelitian Yulianto et al., (2020), kandungan BOD dan COD dari limbah cair tahu dapat turun hingga 75% dengan menggunakan metode ozonasi. Kondisi terbaiknya pada laju alir 400 mg/jam dengan waktu 25 menit dapat menurunkan kandungan BOD dari 2634 mg/L menjadi 994,99 mg/L dan kandungan COD dari 6303,57 mg/L menjadi 1799,74 mg/L. Namun hasil tersebut masih dirasa kurang karena kandungan BOD

dan COD tersebut masih di atas baku mutu air limbah. Menurut penelitian Wulansarie et al., (2020), dengan menggunakan metode ozonasi pada kondisi pH asam, basa, dan netral dengan konsentrasi limbah 10% selama 120 menit dengan selang waktu 30 menit. Kondisi optimum terjadi pada pH basa dengan penurunan nilai COD, BOD, dan TSS masing-masing sekitar 85,4, 84, dan 100%. Menurut penelitian Julita et al., (2022), metode aerasi dapat menurunkan kandungan COD pada air limbah industri karet. Kondisi terbaik terjadi pada variabel tinggi kolom 60 cm, waktu kontak 12 jam dan berat soda ash 50 gram dengan penurunan COD sebesar 92,31%.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, maka penelitian ini melakukan *pretreatment* aerasi sebelum dilakukan proses ozonasi agar penurunan kadar pencemar BOD, COD, dan TSS dalam limbah cair tahu lebih baik.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan berupa air limbah industri tahu yang diperoleh dari pabrik tahu daerah Candi, Sidoarjo, akuades, dan larutan NaOH 1 M.

2.2 Metode Penelitian

Pengolahan limbah cair tahu diawali dengan pengenceran sebanyak 10 kali, lalu dilakukan proses aerasi dengan laju alir oksigen 6 L/menit Selama 6 jam. Setelah itu, limbah cair tahu disesuaikan pHnya dengan menggunakan larutan NaOH 1 M sesuai dengan variabel pH yaitu 6; 7; 8; 9; dan 10. Selanjutnya dilakukan proses ozonasi selama variabel waktu kontak yaitu 60; 80; 100; 120; 140 menit dengan cara mengalirkan ozon ke dalam kolom ozonasi. Limbah cair tahu hasil ozonasi dianalisis kadar BOD, COD, dan TSS. Analisis BOD, COD, dan TSS mengacu pada SNI 6989.72:2009, SNI 6989.2:2019, dan SNI 6989.3:2019.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Analisis Pengujian Bahan Baku

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis, kandungan BOD, COD, dan TSS dalam limbah cair tahu yang masih sangat tinggi serta nilai pH yang asam dan berada jauh di atas baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 untuk dibuang ke lingkungan secara langsung. Tingginya kadar BOD, COD, dan TSS disebabkan karena terdapat banyak kandungan bahan organik berupa protein, karbohidrat, dan lemak yang ada pada limbah cair tahu (Rahayu et al., 2021). Limbah cair tahu juga memiliki pH yang sangat asam karena dalam proses pembuatan tahu menggunakan penambahan koagulan berupa asam asetat (Sayow et al., 2020).

Tabel 1. Hasil analisis limbah cair tahu

Parameter	Hasil (mg/L)
BOD	4726
COD	7704
TSS	94
pH	2,21

3.2 Hasil Analisis Pengujian Pengenceran

Berdasarkan hasil analisis bahan baku kadar BOD, COD, dan TSS masih sangat tinggi, sehingga dibutuhkan proses tambahan berupa pengenceran bahan baku sebanyak 10x. Hal ini bertujuan untuk mengurangi beban kerja alat ozonasi yang hanya memiliki kapasitas laju alir ozon sebesar 400 mg/jam.

Tabel 2. Hasil analisis pengenceran limbah cair tahu

Parameter	Hasil (mg/L)
BOD	834
COD	2118
TSS	70
pH	3,71

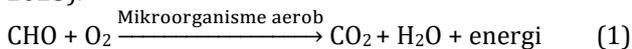
3.3 Hasil Analisis Pengujian Aerasi

Sebelum dilakukan proses ozonasi, limbah cair tahu yang telah dilakukan pengenceran dilakukan proses aerasi dengan udara selama 6 jam dengan laju alir oksigen sebesar 6 L/menit. Hal ini bertujuan agar kandungan oksigen terlarut yang ada dalam limbah cair tahu meningkat.

Tabel 3. Hasil analisis aerasi limbah cair tahu

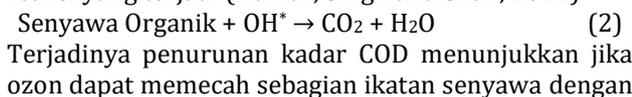
Parameter	Hasil (mg/L)
BOD	758
COD	1686
TSS	61
pH	4,38

Berdasarkan Tabel 3, proses aerasi dapat membantu menurunkan kadar pencemar dalam limbah cair tahu, dimana proses aerasi mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dalam limbah. Degradasi senyawa organik yang dilakukan mikroorganisme aerob yang menguraikan senyawa organik menjadi karbon dioksida dan air dapat membantu mengurangi zat organik dan kandungan pencemar dalam limbah cair tahu (Khuriyah et al., 2023).

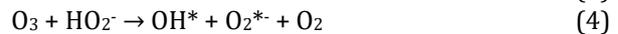


3.4 Hasil Analisis Pengujian Ozonasi

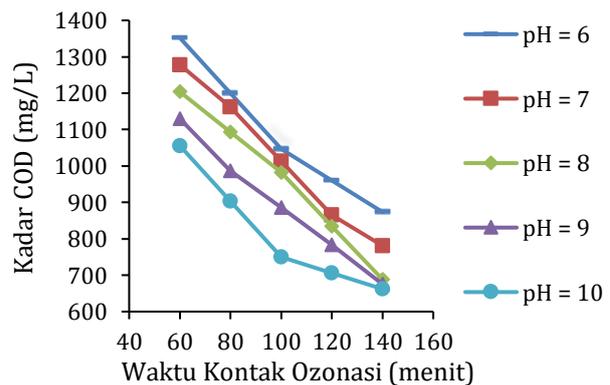
Hasil analisis kadar COD dilakukan untuk menentukan total oksigen yang dibutuhkan agar dapat mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang terdapat dalam limbah cair tahu. Berdasarkan gambar 1 dapat diketahui bahwa waktu kontak ozonasi berpengaruh terhadap kadar COD pada limbah cair tahu. Seiring dengan lamanya waktu kontak ozonasi, kadar COD terus mengalami penurunan yang signifikan. Peningkatan waktu kontak ozonasi akan menyebabkan O_3 yang terbentuk dan ion OH^- akan semakin banyak, akibatnya akan semakin banyak senyawa organik maupun anorganik yang sulit terurai dapat teroksidasi menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga kadar COD menurun. Berikut reaksi yang terjadi (Kumar, Singh and Shah, 2021):



baik sehingga senyawa organik dan anorganik dalam limbah cair tahu dapat diuraikan. Ozon merupakan oksidator kuat untuk mengurangi kadar COD dalam limbah cair tahu (Ikehata & Li, 2018). Selain pengaruh waktu kontak, kadar COD juga menurun seiring dengan semakin besarnya pH. Pada pH sedikit asam hingga netral, ozon cenderung lebih stabil dan bereaksi melalui reaksi langsung dengan senyawa organik maupun anorganik, sedangkan pada pH basa yaitu rentang pH 8-10, ozon lebih cepat terurai menjadi radikal hidroksil melalui reaksi tidak langsung (Pangestika et al., 2022). Reaksi tidak langsung ketika ozon terdekomposisi dalam air akan menghasilkan radikal hidroksil (OH^*) serta superoksida ($\text{O}_2^{\cdot-}$). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut (Ikehata & Li, 2018):



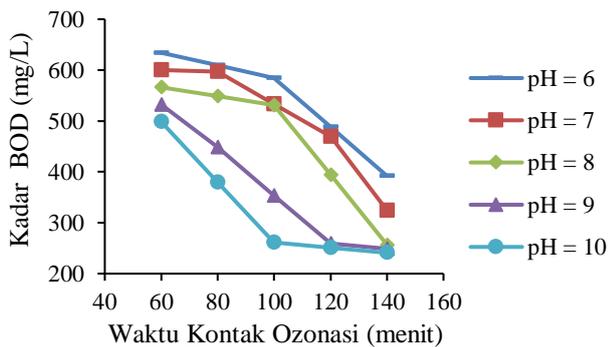
Pada variasi pH 10 dengan waktu kontak ozonasi 140 menit diperoleh penurunan kadar tertinggi yaitu kadar COD sebesar 662 mg/L. Hasil ini masih belum sesuai dengan kualitas air limbah yang diizinkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014 yaitu kadar COD maksimum sebesar 300 mg/L.



Gambar 1. Pengaruh waktu kontak ozonasi (menit) terhadap kadar COD (mg/L)

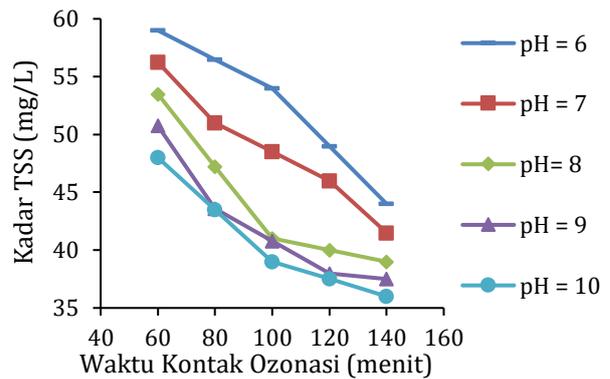
Hasil analisis kadar BOD dilakukan untuk menentukan total oksigen yang dibutuhkan agar mikroorganisme dapat menguraikan senyawa organik dalam limbah cair tahu. Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui bahwa waktu kontak ozonasi berpengaruh terhadap kadar BOD limbah cair tahu. Semakin lama waktu kontak ozonasi, kadar BOD cenderung mengalami penurunan secara signifikan. Hal ini dikarenakan ozon berperan dalam menginaktivasi mikroorganisme dalam limbah cair tahu dengan merusak dinding sel mikroorganisme melalui oksidasi lipid, protein, dan asam nukleat sehingga mikroorganisme akan mengalami kematian dan populasinya mengalami penurunan (Ginantaka, 2015). Kadar BOD, juga menurun seiring dengan semakin besarnya pH. Proses degradasi bahan organik melibatkan mikroorganisme dalam limbah tersebut, dimana mikroorganisme dapat mendegradasi bahan organik paling baik pada pH 6-8 namun beberapa mikroorganisme juga dapat bertahan di luar rentang pH tersebut. Pada pH sedikit asam hingga netral, ozon

cenderung lebih stabil dan bereaksi melalui reaksi langsung dengan senyawa organik yang mana ozon akan bereaksi dengan gugus fungsi tertentu melalui reaksi selektif seperti reaksi tambahan elektrofilik, nukleofilik atau dipolar, sedangkan pada pH basa dengan rentang 8-10 ozon lebih cepat terurai menjadi radikal hidroksil melalui reaksi tidak langsung. Penurunan tertinggi diperoleh pada variasi pH 10 dengan waktu kontak ozonasi selama 140 menit menghasilkan kadar BOD sebesar 241mg/L. Hasil ini masih belum sesuai dengan kualitas air limbah yang diizinkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014 yaitu kadar BOD maksimum sebesar 150 mg/L.



Gambar 2. Pengaruh waktu kontak ozonasi (menit) terhadap kadar BOD (mg/L)

Hasil analisis kadar TSS dilakukan untuk menentukan jumlah partikel padat yang tersuspensi, baik organik maupun anorganik dalam limbah cair tahu. Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa waktu kontak ozonasi berpengaruh terhadap kadar TSS limbah cair tahu. Semakin lama waktu kontak ozonasi, kadar TSS pada limbah mengalami penurunan. Ozon tidak hanya dapat mengoksidasi senyawa organik dan anorganik yang terlarut, tetapi juga senyawa organik dan anorganik yang tersuspensi. Ozon dapat memicu padatan-padatan kecil membentuk flok dan oksidasi oleh ozon dapat mengubah permukaan partikel tersuspensi lebih mudah saling menempel sehingga membentuk flok yang lebih besar (Dianawati et al., 2017). Ketika ozon diinjeksikan dalam air limbah tahu, ozon akan bereaksi dengan partikel organik maupun anorganik dan mengoksidasi senyawa tersebut menjadi senyawa yang lebih mudah larut dalam air. Penurunan kadar TSS juga seiring dengan semakin besarnya pH. Semakin besar pH maka kadar TSS juga menurun. Hal ini disebabkan pada pH basa ozon lebih cepat terurai menjadi radikal hidroksil sehingga dapat mempercepat oksidasi partikel tersuspensi dan pembentukan flok. Penurunan tertinggi didapatkan pada variasi pH 10 dengan waktu kontak ozonasi selama 140 menit menghasilkan kadar TSS sebesar 36 mg/L. Hasil ini telah memenuhi kualitas air limbah yang diizinkan baku mutu air limbah industri kedelai menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014 yaitu kadar TSS maksimum sebesar 200 mg/L.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak ozonasi (menit) terhadap Kadar TSS (mg/L)

Menurut penelitian Wulansarie et al. (2020), waktu kontak ozonasi berpengaruh terhadap penurunan parameter pencemar dalam air limbah. Semakin lama waktu kontak ozonasi maka semakin banyak pula senyawa organik maupun anorganik akan teroksidasi dan kandungan BOD, COD, dan TSS pada air limbah menurun. Proses ozonasi, paling efektif terjadi pada kondisi basa, yaitu pH lebih dari 7 dalam menurunkan parameter pencemar. Hal ini disebabkan karena pada kondisi basa ozon akan terurai menjadi radikal OH yang mempunyai potensi reduksi lebih besar sehingga proses degradasi komponen organik maupun anorganik yang terjadi lebih cepat dan penurunan kadar BOD, COD, dan TSS semakin besar. Hasil pengujian BOD dan COD yang diperoleh belum memenuhi kualitas air limbah yang diizinkan, sehingga dilakukan percobaan lanjutan yaitu pada pH 10 dengan waktu kontak ozonasi selama 180 menit. Pada variasi ini didapatkan penurunan kadar COD sebesar 347 mg/L dan kadar BOD sebesar 204,5 mg/L

4. KESIMPULAN

Kombinasi metode pengolahan aerasi dan ozonasi dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada air limbah tahu. Semakin besar pH, semakin tinggi penurunan kadar BOD, COD, dan TSS yang dihasilkan. Semakin lama waktu kontak ozonasi, kadar BOD, COD, dan TSS juga akan semakin menurun. Hasil penurunan kadar COD, BOD, dan TSS tertinggi pada variabel pH 10 dengan waktu kontak ozonasi 140 menit menghasilkan kadar COD sebesar 662 mg/L, kadar BOD 241 mg/L, dan kadar TSS sebesar 36 mg/L. Penurunan kadar BOD dan COD masih belum memenuhi standar kualitas limbah yang diizinkan, sedangkan penurunan kadar TSS telah memenuhi standar kualitas limbah yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan. Perlu dilakukan waktu kontak ozonasi yang lebih lama serta menggunakan laju alir ozon yang lebih besar agar mendapatkan hasil yang memenuhi baku mutu air limbah yang ditetapkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arham, Z., Zaeni, A., Nurdin, M., & Natsir, M. (2023). Limbah Tanaman, Tekstil & Lingkungan.
 Dianawati, R. I., Wahyuningsih, N. E., & Nur, M. (2017). Efektivitas Ozon Dalam Menurunkan Kadar TSS dan

- Nilai pH Limbah Cair Rumah Sakit dr. Adhyatma, MPH Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5, 2588–2593.
- Estikarini, H. D., Hadiwidodo, M., & Luvita, V. (2016). Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Tekstil dengan Metode Ozonasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–11.
- Ginantaka, A. (2015). Teknologi Disinfeksi Limbah Cair Dengan Menggunakan Ozon. *Jurnal Agroindustri Halal*, 1(2), 086–094.
- Ikehata, K., & Li, Y. (2018). Ozone-Based Processes. In S. Ameta & R. Ameta (Eds.), *Advanced Oxidation Processes for Wastewater Treatment* (pp. 115–134). Academic Press.
- Julita, W., Ambarwati, R., & Fatarina, E. (2022). Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Penurunan Kadar Cod Pada Limbah Cair Karet. *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, 3(1), 19.
- Karamah, E. F., Anindita, L., Amelia, D., Kusriani, E., & Bismo, S. (2019). Tofu industrial wastewater treatment with ozonation and the adsorption method using natural zeolite. *International Journal of Technology*, 10(8), 1498–1504.
- Khuriyah, F. A., Nabila, A. S., & Nandini, A. (2023). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Aerob Menggunakan Lumpur Aktif. *Seminar Nasional Teknik Kimia Soeardjo Brotohardjono XIX*, 124–130.
- Kumar, V., Singh, K. and Shah, M. P. (2021). 1 - Advanced oxidation processes for complex wastewater treatment. in *Advance Oxidation Processes for Effluent Treatment Plants*. Elsevier Inc., 1–31.
- Muttaqin, F., Jayadi, H., Pinardi, T., & Mujiyono. (2021). Efektivitas Penurunan Kadar TSS dari Limbah Tahu dengan Menggunakan Variasi Beda ketebalan Media dengan Lama Waktu didalam Mediator. 4(1), 6.
- Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 9(1), 53–65.
- Pangestika, W., Baswantara, A., Nusuibah, Widiyanto, D. I., Siregar, A. N., & Rahmawati, E. W. (2022). Penanganan limbah cair hasil pengolahan ikan asin dengan menggunakan metode ozonisasi. *Agrointek: Jurnal ...*, 16(4), 534–543.
- Rahayu, E. S., Rahayu, S., Sidar, A., Purwadi, T., & Rochdyanto, S. (2021). *Teknologi Proses Produksi Ta. PT. Kanikus*.
- Sayow, F., Polii, B. V. J., Tilaar, W., & Augustine, K. D. (2020). Analisis Kandungan Limbah Industri Tahu Dan Tempe Rahayu Di Kelurahan Uner Kecamatan Kawangkoan Kabupaten Minahasa. *Agri-Sosioekonomi*, 16(2), 245.
- Wulansarie, R., Chafidz, A., Hidayat, P., Dyah, W., Rengga, P., Afrizal, F. J., Dwipawarman, A., Bismo, S., & Arifin, R. (2020). Effectiveness of Ozonation Process on Treating Tofu Industrial Liquid Waste : Effect of pH Conditions. *Industrial Science and Technology Journal*, 981, 336–341.
- Yulianto, R., Prihanto, R. L., Redjeki, S., & Iriani, I. (2020). Penurunan Kandungan COD dan BOD pada Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Ozonasi. *ChemPro*, 1(01), 9–15.
- Yuniarti, D. P., Komala, R., & Aziz, S. (2019). Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Pengolahan. *Redoks*, 4, 7–16.