RANCANG BANGUN TEKNIK SIPIL

https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/TS/about

Evaluasi Pengolahan Air Limbah Industri Penyamakan Kulit UD. Setia Kulit Mandiri Di Kawasan Industri Piyungan (KIP)

Evaluation of Wastewater Treatment in the Leather Tanning Industry at UD. Setia Kulit Mandiri in the Piyungan Industrial Area (KIP)

M. Arvel Zidane Ariadna[1], Sardi[2], Tania Edna Bhakty[3(*)], Nizar Achmad[4]
Teknik Sipil, Universitas Janabadra, Jalan Tentara Pelajar no. 55-57, Indonesia[1,2,3]

Korespondensi (*): tania@janabadra.ac.id
Profil Korenspondensi
Teknik Sipil, Universitas Janabadra, Jalan Tentara Pelajar no. 55-57, Indonesia

Submission	*Revision*	*Accepted*
28/05/2023	10/06/2026	26/06/2023

Abstract

One industry that generates a lot of waste water is the leather tanning industry. This is due to the fact that one ton of raw leather generates 30 to 35 cubic meters of wastewater during the tanning process. Chemicals used in the production process include chrome, sodium sulfide, ammonium sulfate, table salt, and sulfuric acid. Leather can only absorb about 60% to 70% chromium sulfate solution. Therefore, this study aims to determine the levels of BOD, COD and TSS parameters. The implementation of this research is to test the levels of BOD, COD and TSS using a simple filtration method. The tested waste is UD tannery waste. Setia Kulit Mandiri. BOD levels in sample 1 inlet and outlet values are 65.6 mg/l and 54.2 mg/l, in sample 2 inlet and outlet values are 66.4 mg/l and 55.1 mg/l, in sample 3 inlet and outlet values are 67.6 mg/l and 56.3 mg/l. In sample 1 after using filtration there is a decrease of 31.8 mg/l giving 41.36%. COD levels in sample 1 inlet and outlet values are 245.8 mg/l and 227.2 mg/l, in sample 2 inlet and outlet values are 246.9 mg/l and 228.4 mg/l, in sample 3 inlet and outlet values are 247.1 mg/l and 228.7 mg/l. In sample 1 after using filtration there was a decrease of 115.3 mg/l, giving an efficiency of 49.24%. TSS levels in sample 1 inlet and outlet values are 77 mg/l and 64 mg/l, in sample 2 inlet and outlet values are 78 mg/l and 66 mg/l, in sample 3 inlet and outlet values are 79 mg/l and 67 mg/l. In sample 1 after using filtration there is a decrease to 26 mg/l giving an efficiency of 58.75%. Turbidity and color decreased after undergoing a simple filtration process. The BOD, COD and TSS levels of samples 1, 2 and 3 decreased after going through the outlet process and after using the filtration method.

Keywords: *Leather Tannery Waste, Filtration, BOD, COD, TSS*

Abstrak

Salah satu industri yang menghasilkan banyak limbah cair adalah industri penyamakan kulit. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa satu ton kulit mentah menghasilkan 30 hingga 35 meter kubik air limbah selama proses penyamakan. Bahan kimia yang

digunakan dalam proses produksi termasuk krom, natrium sulfida, ammonium sulfat, garam dapur, dan asam sulfat. Kulit hanya dapat menyerap larutan kromium sulfat sekitar 60% hingga 70%. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar parameter BOD, COD dan TSS. Pelaksanaan penelitian ini untuk menguji kadar dari BOD, COD dan TSS dengan menggunakan metode filtrasi sederhana. Limbah yang diuji adalah limbah penyamakan kulit UD. Setia Kulit Mandiri. Kadar BOD pada sampel 1 nilai inlet dan outlet adalah 65,6 mg/l dan 54,2 mg/l, pada sampel 2 nilai inlet dan outlet adalah 66,4 mg/l dan 55,1 mg/l, pada sampel 3 nilai inlet dan outlet 67,6 mg/l dan 56,3 mg/l. Pada sampel 1 setelah menggunakan filtrasi ada penurunan sebesar 31,8 mg/l memberikan sebesar 41,36%. Kadar COD pada sampel 1 nilai inlet dan outlet adalah 245,8 mg/l dan 227,2 mg/l, pada sampel 2 nilai inlet dan outlet adalah 246,9 mg/l dan 228,4 mg/l, pada sampel 3 nilai inlet dan outlet adalah 247,1 mg/l dan 228,7 mg/l. Pada sampel 1 setelah menggunakan filtrasi ada penurunan sebesar 115,3 mg/l, memberikan efisiensi sebesar 49,24%. Kadar TSS pada sampel 1 nilai inlet dan outlet 77 mg/l dan 64 mg/l, pada sampel 2 nilai inlet dan outlet adalah 78 mg/l dan 66 mg/l, pada sampel 3 nilai inlet dan outlet adalah 79 mg/l dan 67 mg/l. Pada sampel 1 setelah menggunakan filtrasi ada penurunan menjadi 26 mg/l memberikan efisiensi sebesar 58,75%. Kekeruhan dan warna mengalami penurunan setelah mengalami proses filtrasi sederhana. Pada kadar BOD, COD dan TSS dari sampel 1, 2 dan 3 mengalami penurunan setelah melalui proses outlet maupun setelah menggunakan metode filtrasi.

Kata Kunci: Limbah Penyamakan Kulit, Filtrasi, BOD, COD, TSS

Copyright © 2023, Author

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Pendahuluan

Pembangunan industri ialah pembangunan yang dapat memberikan dampak bagi perekonomian Indonesia. Pembangunan di sektor industri ini dapat memberikan manfaat positif dan negatif. Dampak positif diharapkan mampu meningkatkan taraf hidup sumber daya manusia, memperlebar kesempatan kerja, dan meningkatkan pembangunan. Adapun, dampak negatif dari pembangunan industri salah satunya yaitu dapat menimbulkan pencemaran lingkungan akibat limbah yang dikeluarkan dari proses produksi pada kegiatan industri.(Hasyyati & Hartati, 2020).

Pembangunan industri tidak hanya memiliki efek positif, tetapi juga memiliki efek negatif, seperti pembuangan gas, cair, dan padat, yang apabila dibuang ke lingkungan dapat memiliki efek yang signifikan. Seperti halnya industri penyamakan kulit, yang menggunakan zat kimia seperti garam, H2SO4, CH2O, dan detergen dalam proses produksinya, diduga dapat berdampak pada lingkungan perairan. Secara umum, limbah industri kulit menimbulkan pencemaran yang cukup tinggi, terutama mengandung COD, BOD, dan TSS. Oleh karena itu, untuk menghindari pengganggguan lingkungan, limbah harus ditangani dengan benar. 50% air limbah industri kulit berisi zat organik.. (Ulfah Farahdiba et al., 2022).

Selain itu, dapat terjadi pencemaran secara langsung atau tidak langsung. Hal ini terjadi karena kulit tidak menyerap bahan kimia dengan baik selama proses penyamakan, sehingga sisa bahan kimia masuk ke limbah yang dibuang. Krominum (Cr) adalah bahan yang sangat beracun dan berbahaya yang tidak terserap dengan baik. (Maryudi, 2021).

Salah satu industri yang menghasilkan banyak limbah cair adalah industri penyamakan kulit. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa satu ton kulit mentah menghasilkan 30 hingga 35 meter kubik air limbah selama proses penyamakan . Air limbah ini mengandung berbagai polutan organik yang berasal dari bahan baku dan bahan kimia yang digunakan untuk membantu proses produksi . Bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi termasuk krom, natrium sulfida, ammonium sulfat, garam dapur, dan asam sulfat. Kulit hanya dapat menyerap larutan kromium sulfat sekitar 60% hingga 70% dan sisanya akan terbawa dalam limbah cair sehingga limbah krom termasuk dalam kategori limbah yang terbanyak dihasilkan dari proses penyamakan kulit.

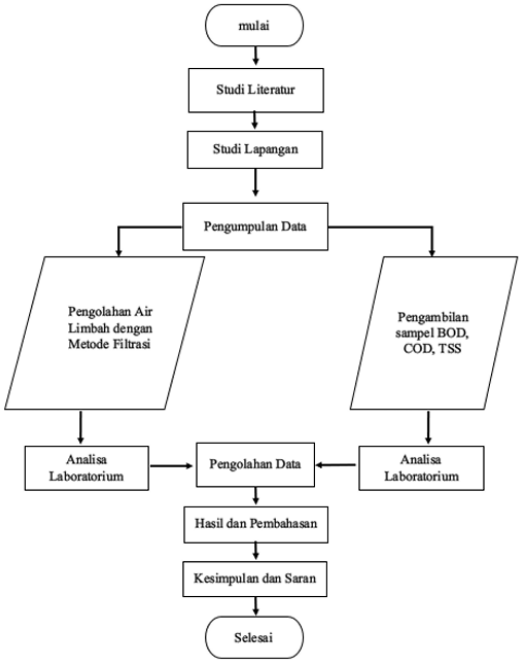
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar parameter BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand) dan TSS (Total Suspended Solid). Dengan metode yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah dengan cara pengujian sampel yang ada di laboratorium.

Metode

Jenis penelitian ini bersifat deskriptif, penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1 Agustus 2024 dimulai dari Pustaka, survey Lokasi, serta persiapan alat dan bahan. Penelitian ini dilakukan di pabrik penyamakan kulit ud. Setia Kulit Mandiri jalan Banyakan 1, Sitimulyo, Kec. Piyungan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai tempat pengambilan sampel air limbah kulit. Dalam penelitian ini meliputi kegiatan yaitu membuat alat dan pengujian metode filtrasi air limbah kulit dengan pasir kuarsa/silika, arang aktif, zeolit, kerikil dan ijuk. pengujian dilakukan di laboratorium BB Labkesmas Yogyakarta untuk mengukur kadar BOD, COD dan TSS pada air limbah kulit baik sebelum diolah maupun sesudah pengolahan.

Tahap awal dalam melakukan penelitian ini dimulai dari studi Pustaka yaitu mencari data dan informasi tentang penelitian yang akan dilaksanakan. Selanjutnya melakukan survey lapangan dengan melakukan pengamatan fisik di pabrik penyamakan kulit, setelah itu mulai pembuatan alat pengolahan air limbah sederhana yaitu dengan menggunakan metode filtrasi dengan media pasir kuarsa/silika, arang aktif, zeolite, kerikil dengan tiap-tiap segmen diberi diberikan ijuk. Setelah pembuatan filtrasi selesai, Langkah selanjutnya sampel air limbah penyamakan kulit akan diambil untuk penelitian ini. Proses pengolahan air limbah tersebut dilakukan di Laboratorium Penyehatan Lingkungan Universitas Janabadra Yogyakarta dengan parameter yang diujikan yaitu BOD, COD dan TSS. Setelah pengolahan dan pengujian selesai akan dilanjutkan Analisa perbandingan antara air limbah yang belum diolah dan sudah diolah oleh alat pengolahan sederhana.

Penelitian yang akan dilakukan yaitu pengolahan air limbah penyamakan kulit dengan metode filtrasi yang terdiri dari pasir kuarsa/silika, arang aktif, zeolit, kerikil. Standar pengujian yang dilakukan mengikuti alur penelitian yang dilakukan pada gambar 1 dibawah ini :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Dalam penelitian ini limbah kulit yang digunakan adalah limbah industri penyamakan kulit yang berasal dari industri kulit ud. Setia Kulit Mandiri, Jalan Banyakan 1, Sitimulyo, Kec Piyungan, Kabupaten Bantul.

Pelaksanan penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Penyehatan Lingkungan Universitas Janabadra dengan beberapa tahapan antara lain :

a. Proses Filtrasi, Menyiapkan galon dengan diameter 24 cm dan tinggi 50 cm yang terdiri dari 4 segmen yang berisi pasir silika, arang aktif, zeolit, kerikil dan Ijuk dengan ketinggian tiap segmen 6 cm.
b. Mengalirkan sampel yang telah diendapkan kedalam alat filter.
c. Kemudian alirkan sampel sebuah wadah untuk diendapkan setelah itu ditampung kedalam bak effluent.
d. Sampel air limbah yang sudah diolah, dibawa ke BB Labkesmas Yogyakarta untuk di tes atau diperiksa parameter BOD, COD dan TSS yang terkandung didalamnya.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

Data Primer dari hasil penelitian yaitu dengan melakukan penyaringan dan pengujian di BB Labkesmas Yogyakarta. Dengan demikian hasil dari penyaringan menggunakan bahan uji dengan media pasir silika, arang aktif, batu zeolit, kerikil dan ijuk dengan ketebalan 6 cm. hasil penelitian dan analisis berupa BOD, COD dan TSS. Sampel 1, 2 dan 3 memilki perbedaan interval waktu 1 jam.

Tabel 1. Hasil Pengujian Laboratorium

No.	Parameter	Satuan	Limbah Inlet (mg/L)	Limbah Outlet (mg/L)	Hasil Filtrasi (mg/L)	Baku Mutu Air Limbah (mg/L)	Keterangan
1	BOD (Sampel 1)	mg/L	65,6	54,2	31,8	30	Belum memenuhi
	BOD (Sampel 2)	mg/L	66,4	55,1	31,8	30	Belum memenuhi
	BOD (Sampel 3)	mg/L	67,6	56,3	31,8	30	Belum memenuhi
2	COD (Sampel 1)	mg/L	245,8	227,2	115,3	200	Sudah memenuhi

No.	Parameter	Satuan	Limbah Inlet (mg/L)	Limbah Outlet (mg/L)	Hasil Filtrasi (mg/L)	Baku Mutu Air Limbah (mg/L)	Keterangan
	COD (Sampel 2)	mg/L	246,9	228,4	115,3	200	Sudah memenuhi
	COD (Sampel 3)	mg/L	247,1	228,7	115,3	200	Sudah memenuhi
3	TSS (Sampel 1)	mg/L	77	64	26	60	Sudah memenuhi
	TSS (Sampel 2)	mg/L	78	66	26	60	Sudah memenuhi
	TSS (Sampel 3)	mg/L	79	67	26	60	Sudah memenuhi

Data yang dihasilkan dari pengujian laboratorium menghasilkan:

Kadar BOD pada air limbah penyamakan kulit sampel 1 menyatakan nilai inlet 65,6 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 54,2 mg/l, lalu pada sampel 2 menyatakan nilai inlet 66,4 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 55,1 mg/l, lalu pada sampel 3 menyatakan nilai inlet 67,6 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 56,3 mg/l. Pada sampel 1 setelah diolah dengan menggunakan metode filtrasi mengalami penurunan dengan nilai 31,8 mg/l, ada efisiensi kadar BOD antara hasil dari limbah outlet dan hasil filtrasi sebesar 41,36%.

Kadar COD pada air limbah penyamakan kulit sampel 1 menyatakan nilai inlet 245,8 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 227,2 mg/l, lalu pada sampel 2 menyatakan nilai inlet 246,9 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 228,4 mg/l, lalu pada sampel 3 menyatakan nilai inlet 247,1 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 228,7 mg/l sebelum dilakukan dengan metode filtrasi sebesar 227,2 mg/l. Pada sampel 1 setelah diolah dengan menggunakan metode filtrasi mengalami penurunan sebesar dengan nilai 115,3 mg/l, ada efisiensi kadar COD antara hasil dari limbah outlet dan hasil filtrasi sebesar 49,24%.

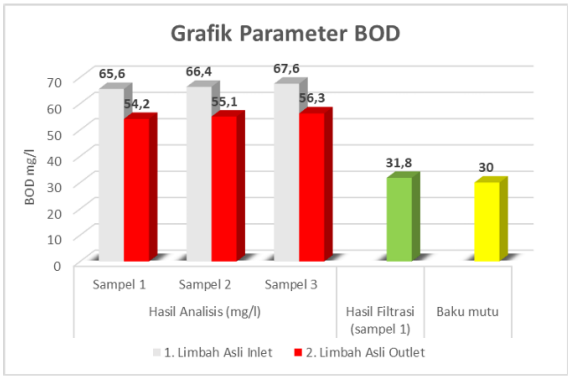
Parameter TSS pada air limbah penyamakan kulit sampel 1 menyatakan nilai inlet 77 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 64 mg/l, lalu pada sampel 2 menyatakan nilai inlet 78 mg/l dan setelah melaui outlet ada penurunan menjadi 66 mg/l, lalu pada sampel 3 menyatakan nilai inlet 79 mg/l dan setelah melalui outlet ada penurunan menjadi 67 mg/l. Pada sampel 1 setelah dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi mengalami penurunan sebesar 26,4 mg/l ada efisiensi kadar TSS antara hasil dari limbah outlet dan hasil filtrasi sebesar 58,75%.

2. Pembahasan

Berdasarkan hasil uji dari Balai Besar Labkesmas Yogyakarta bahwa air limbah industri penyamakan kulit UD. Setia Kulit Mandiri yang belum memenuhi syarat baku mutu limbah penyamakan kulit setelah melalui proses filtrasi adalah BOD, sedangkan yang sudah memenuhi syarat baku mutu standar adalah COD dan TSS.

Tabel 2. Hasil Analisis Pengujian BOD

No.	Sampel Uji BOD	Sampel 1 (mg/L)	Sampel 2 (mg/L)	Sampel 3 (mg/L)	Hasil Filtrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
1	Limbah Asli Inlet	65,6	66,4	67,6	31,8	30
2	Limbah Asli Outlet	54,2	55,1	56,3	31,8	30

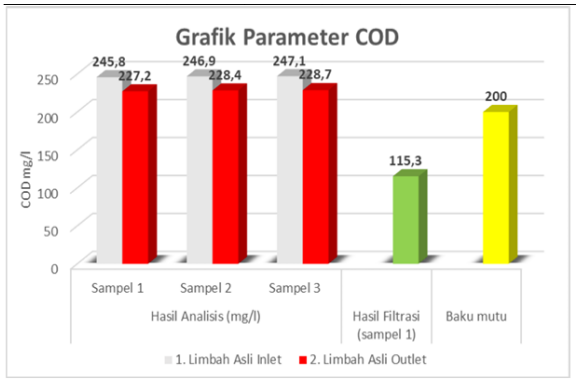


Gambar 2. Grafik Hasil Analisis Pengujian BOD

Kadar BOD pada limbah penyamakan kulit sampel 1 menunjukan nilai inlet 65,6 mg/l dan setelah melalui proses outlet ada penurunan menjadi 54,2 mg/l, lalu pada sampel 2 menunjukan nilai inlet 66,4 mg/l dan setelah melalui proses outlet ada penurunan menjadi 55,1 mg/l, lalu pada sampel 3 menunjukan nilai inlet 67,6 mg/l dan setelah melalui proses outlet ada penurunan menjadi 56,3 mg/l. Pada sampel 1 sebelum dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode filtrasi nilai dari kadar limbah asli inlet sebesar 65,6 mg/l, limbah asli outlet sebesar 54,2 mg/l. Adapun setelah menggunakan metode filtrasi sederhana mengalami penurunan sebesar 31,8 mg/l, memberikan efisiensi kadar BOD sebesar 41,36%.

Tabel 3. Hasil Analisis pengujian COD

No.	Sampel Uji BOD	Sampel 1 (mg/L)	Sampel 2 (mg/L)	Sampel 3 (mg/L)	Hasil Filtrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
1	Limbah Asli Inlet	245,8	246,9	247,1	115,3	200
2	Limbah Asli Outlet	227,2	228,4	228,7		

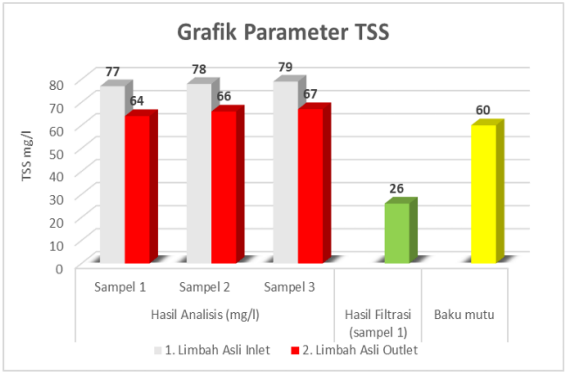


Gambar 3. Grafik Hasil Analisis Pengujian COD

Kadar COD pada limbah penyamakan kulit sampel 1 menunjukan nilai inlet 245,8 mg/l dan setelah melalui proses outlet mengalami penurunan menjadi 227,2 mg/l, lalu pada sampel 2 menunjukan nilai inlet 246,9 mg/l dan setelah melalui proses outlet mengalami penurunan menjadi 228,4 mg/l, lalu pada sampel 3 menunjukan nilai inlet 247,1 mg/l dan setelah melalui proses outlet mengalami penurunan menjadi 228,7 mg/l. Pada sampel 1 sebelum dilakukan pengolahan dengan menggunakan metode filtrasi nilai dari kadar limbah asli inlet sebesar 245,6 mg/l, limbah asli outlet sebesar 227,2 mg/l. Adapun setelah dengan metode filtrasi sederhana mengalami penurunan sebesar 115,3 mg/l, memberikan efisiensi kadar COD sebesar 49,24%.

Tabel 4. Pengujian Analisis TSS

No.	Sampel Uji BOD	Sampel 1 (mg/L)	Sampel 2 (mg/L)	Sampel 3 (mg/L)	Hasil Filtrasi (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
1	Limbah Asli Inlet	77	78	79	26	60
2	Limbah Asli Outlet	64	66	67		

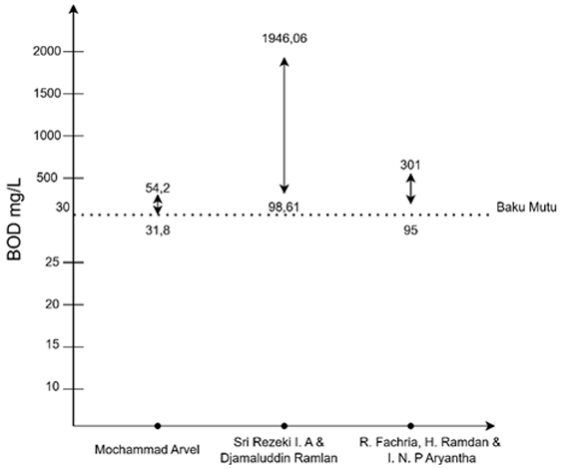


Gambar 4. Grafik Hasil Analisis Pengujian TSS

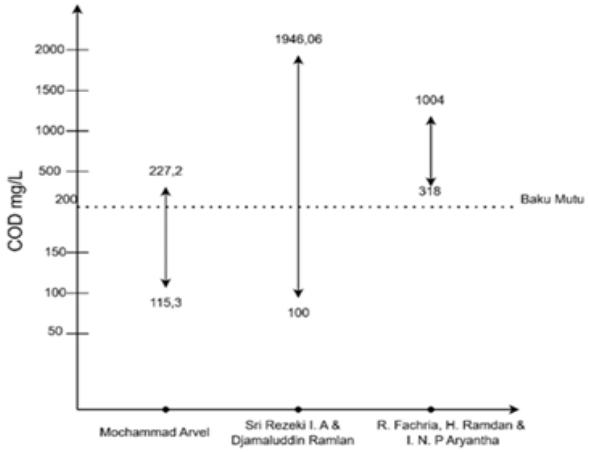
Kadar TSS pada limbah penyamakan kulit sampel 1 menunjukan nilai inlet 77 mg/l dan setelah melalui proses outlet mengalami penurunan menjadi 64 mg/l, lalu pada sampel 2 menunjukan nilai inlet 78 mg/l dan setelah melalui proses outlet mengalami penurunan menjadi 66 mg/l, lalu pada sampel 3 menunjukan nilai inlet 79 mg/l dan setelah melalui proses outlet mengalami penurunan menjadi 67 mg/l. Pada sampel 1 sebelum dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi nilai dari kadar limbah asli inlet sebesar 77 mg/l, limbah asli outlet sebesar 64 mg/l, setelah dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi sederhana kadar air limbah penyamakan kulit ada penurunan menjadi 26 mg/l memberikan efisiensi sebesar 58,75%.

3. Bencmarking dengan Penelitian Terdahulu

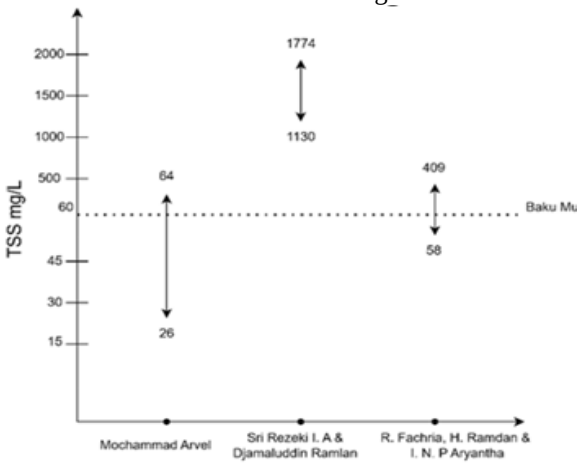
Pada penelitian (Sri Rejeki I.A & Djamaluddin, 2015.)menggunakan metode filtrasi dengan nilai BOD 98,61 mg/l, COD 100 mg/l dan TSS 1130 mg/l dengan efisiensi penurunan BOD 94,93%, COD 94,91% dan TSS 36.30%. Lalu pada pada penelitian (Fachria et al., 2019)setelah proses pengolahan nilai dari BOD 95 mg/l, COD 318 mg/l dan TSS 58 mg/l dari nilai BOD dan COD belum memenuhi baku mutu standar. Lalu pada penelitian saya setelah proses pengolahan nilai dari BOD adalah 31,8 mg/l, COD 115,3 mg/l dan TSS 26 mg/l.



Gambar 5. Perbandingan BOD



Gambar 6. Perbandingan COD



Gambar 7. Perbandingan TSS

Dari ketiga penelitian di atas belum semua bisa memenuhi baku mutu standar salah Jsatunya adalah BOD yang belum memenuhi baku mutu, namun dari parameter lain sudah banyak yang memenuhi baku mutu diantaranya dari penelitian saya yang sudah memenuhi baku mutu diantaranya COD dan TSS, lalu dari penelitian (Sri Rejeki I.A & Djamaluddin, 2015.) yang telah memenuhi baku mutu hanya dari parameter COD untuk parameter TSS masih jauh dari ambang baku mutu dan parameter lainnya belum memenuhi, lalu dari penelitian (Fachria et al., 2019) yang sudah memenuhi syarat baku mutu hanya TSS. Dari kedua perbandingan penelitian tersebut peneliti lain hanya mampu memenuhi baku mutu standar 1 parameter saja.

Kesimpulan

Dari percobaan yang telah dilakukan dengan metode filtrasi sederhana dengan media pasir silika, arang aktif, batu zeolit, kerikil dan ijuk didapatkan beberarapa Kesimpulan diantaranya sebagai berikut:

Kekeruhan dan warna mengalami penurunan setelah mengalami proses filtrasi sederhana.

Kadar dari BOD pada sampel 1, 2 dan 3 mengalami penurunan dari inlet menuju proses outlet. Pada sampel 1 sebelum diolah melalui proses filtrasi yaitu limbah asli inlet sebesar 65,6 mg/l dan mengalami penurunan setelah melalui outlet pabrik menjadi 54,2 mg/l dan setelah melalui proses filtrasi kadar BOD turun menjadi 31,8 dari penurunan

tersebut ada efisiensi dari penggunaan metode filtrasi sederhana yang dihasilkan yaitu sebesar 41,36%. Sedangkan baku mutu standar BOD dari air limbah penyamakan kulit adalah 30 mg/l. Jadi untuk kadar BOD itu sendiri belum memenuhi syarat yang sudah ditetapkan oleh peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Kadar dari COD pada sampel 1, 2 dan 3 mengalami penurunan dari inlet menuju proses outlet. Pada sampel 1 sebelum diolah melalui proses filtrasi yaitu limbah asli inlet sebesar 245,8 mg/l dan mengalami penurunan setelah melalui outlet pabrik menjadi 227,2 mg/l dan setelah melalui proses filtrasi sederhana kadar dari parameter COD ada penurunan menjadi 115,3 mg/l dari penurunan tersebut ada efisiensi dari penggunaan metode filtrasi yang dihasilkan yaitu sebesar 49,24%, Jadi kadar COD pada penelitian air limbah penyamakan kulit ini sudah memenuhi baku mutu standar yang telah ditetapkan oleh peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Kadar dari TSS pada sampel 1, 2 dan 3 mengalami penurunan dari inlet menuju proses outlet. Pada sampel 1 sebelum diolah melalui proses filtrasi yaitu limbah asli inlet sebesar 77 mg/l dan mengalami penurunan setelah melalui outlet pabrik menjadi 64 mg/l dan setelah melalui proses filtrasi sederhana kadar TSS turun menjadi 26 mg/l dari penurunan tersebut ada efisiensi dari penggunaan metode filtrasi sederhana yang dihasilkan yaitu sebesar 58,75%, Jadi kadar TSS pada penelitian air limbah penyamakan kulit ini sudah memenuhi baku mutu standar yang telah ditetapkan oleh peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Daftar Pustaka

Agustira, R., & Sari Lubis, K. (2013). Kajian Karakteristik Kimia Air Fisika Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 615.

Apriyani, N. (2018). Industri Batik: Kandungan Limbah Cair dan Metode Pengolahannya. *In MTL Media Ilmiah Teknik Lingkungan* (Vol. 3, Issue 1).

Artinya, A., Nano, I., & Firmansyah, H. (n.d.). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Detergen Air Limbah Domestik. *In Mart* (Vol. 6, Issue 1).

Asnawi, I., Pratjo, S., Setiawan, M., Fida, D., & Utami, I. (n.d.). Bidang Teknik dan Analisis Kimia Mineral. Pencegahan Pencemaran Industri.

Astuti, D., Sukmawati, N., Asyifayanti, R., & Darnoto, S. (2022). Kajian Literatur tentang Reduksi Kromium dalam Air Limbah Penyamakan Kulit dengan Fitoremediasi. *Syntak Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(1), 146. https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i1.5723

Aziz, T., Yahrinta, Pratiwi, D., Rehana, L., Raya Palembang Prabumulih Km. J., & Ogan Ilir. (2013). Pengaruh Penambahan Tawas $Al_2(SO_4)_3$ dan Kaporit $Ca(OCl)_2$ terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Air Sungai Lambidaro. *In Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 19, Issue 3).

Fachr, R., Ramdani, H., & Aryanta, I. N. P. (2019). Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Sukaregang Garut dengan Adsorben Karbon Aktif dan Ijuk. *JPLB*, 3(3), 379–388. http://www.bkpsl.org/jspw/index.php/jplb/JPLB_3

Fernanda, A., Masyarakat Dalam, P., Metta Ayu Fernanda, D., Gusti Ayu Ketut Rachmi Andani, I., & Karjoko, L. (2022). Daya Metta Peranan Masyarakat Dalam Mengolah Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Lahan Basah*, 1(2).

Harissa, H., Wandasudari, M., Ilham Maulana, M., & Apriani, I. (2024). Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe Menggunakan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR) dan Metode Filtrasi. *In Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 12, Issue 1).

Hasyati, L., & Hartati, E. (2020). Penyisihan Krom pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Metode Elektrokoagulasi. *In Engineering* (Vol. 4).

Kinerja Pengolahan Air Bersih dengan Proses Filtrasi dalam Mereduksi Kesadahan oleh: Sri Widyastuti & Antik Sepdian Sari. (n.d.).

Kuncoro & Soedjono. (2002). *Studi Pustaka: Teknologi Pengolahan Air Limbah pada Industri Penyamakan Kulit.*

Lingkungan, Sosial Kabupaten Magetan Sri Wulandari, P. D., & Darwis Nasution, R. (n.d.). Penerbitan Artikel Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Ponorogo.

Maryudi, M. (n.d.). Cek Plagiarisme. *In Mabinah*, F. M., Ilank, A., & Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiklal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 211–223.

Rahmawati, A., Hidayati, Y. A., & Pratama, A. (2022). Pengaruh Kuantitas Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai Fitoremediator Limbah Cair Penyamakan Kulit Proses Tanning. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(2), 73. https://doi.org/10.24198/jthp.v3i2.41943

Sri Rejeki & Djamaluddin. (2015). Studi Pengolahan Limbah Cair Penyamakan Kulit di PT Budimakmur Kecamata Gedong Kuning, Yogyakarta.

Sumarno Nasional Kearsipan. (n.d.). *SIPINJAM: New Environmentally Benign Leather Technology: Combination Tanning Using Vegetable Tannin, Naphthol and Oxazolidine.* In J. Tek. Ind. Pert (Vol. 18, Issue 2).

Ulfah Faradhiba, A., Rachmato, A., Krisna, D., Pamungkas, A., & Rizqa, F. (n.d.). Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit dengan Modifikasi Teknik Aerasi. *In Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* (Vol. 14, Issue 1).

Zuhra Kautzar, G., Sumartini, Y., & Yuniarti, R. (n.d.). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri* (Vol. 3 No. 1). Teknik Industri Universitas Brawijaya.