



Pemanfaatan Adsorben Dari Chip dan Fines Untuk Mengurangi Kontaminan Pada Air Lindi (Use of Adsorbents From Chips and Fines to Reduce Contaminants in Leachate Water)

Endi Adriansyah¹, Rifqi Sufra^{2*}, M. Syaiful³, Asih Suzana⁴

^{1,4} Universitas Batanghari, Indonesia

² Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

³ Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

¹endi.adriansyah@unbari.ac.id, ²rifqi.sufra@tk.itera.ac.id, ³m.syaiful@akipba.ac.id, ⁴asih.suzana@unbari.id

Penulis Korespondensi: *Rifqi Sufra | **Email:** *rifqi.sufra@tk.itera.ac.id

Diterima (Received): 29/11/2024 Direvisi (Revised): 09/12/2024 Diterima untuk Publikasi (Accepted): 09/12/2024

ABSTRAK

Limbah cair dari proses produksi *pulp and paper* akan menimbulkan macam-macam dampak, sebelum dibuang ke lingkungan sungai perlu dilakukan pengolahan sesuai ketentuan yang berlaku. Pada produksi *pulp*, kayu gelondongan digunakan sebagai bahan utama yang akan dipotong menjadi ukuran sehingga dapat diterima. Selanjutnya ukuran yang lebih kecil yang tidak standar disebut *chip pin* dan *fines* Lindi yang mengandung berbagai jenis kontaminan dihasilkan pada proses industri pulp dan kertas berpotensi merugikan lingkungan. Serbuk kayu dihasilkan setiap hari dari proses pengolahan kayu. pembuatan adsorben dari chip pin dan fines diaktifvsi dengan HNO_3 kemudian dikeringkan pada suhu 105°C . Adsorben dilakukan uji akhir karakterisasi air lindi, penggunaan adsorben untuk di lakukan proses adsorpsi, sehingga terjadi pengolahan air limbah yang baik, dilakukan berdasarkan jumlah adsorben dan waktu kontak yang di gunakan 30 menit dan 60 menit dengan parameter pH, BOD, TSS, TDS, Warna, turbiditas. Penelitian ini menghasilkan persentase penurunan BOD, TSS, TDS, Turbidity, warnas adalah 10,94%, 71,17%; 31% berturut-turut selama adsorpsi dengan massa 5 gr selama 60 menit.

Kata Kunci: Lindi, Adsorben, Serbuk Kayu

ABSTRACT

Liquid waste from the pulp and paper production process will cause various impacts. Before being discharged into the river environment, it needs to be processed according to applicable regulations. In pulp production, logs are used as the main material which will be cut into sizes that are acceptable. Furthermore, smaller non-standard sizes are called pin chips and fines. Leachate containing various types of contaminants produced in the pulp and paper industrial process has the potential to be detrimental to the environment. Wood powder is produced every day from the wood processing process. Making adsorbents from pin chips and fines is activated with HNO_3 then dried at a temperature of 105°C . The final test of the adsorbent was carried out to characterize the leachate water, the adsorbent was used to carry out the adsorption process, so that good wastewater treatment occurred, carried out based on the amount of adsorbent and the contact time used of 30 minutes and 60 minutes with the parameters pH, BOD, TSS, TDS, Color, turbidity. This research resulted in a percentage reduction in BOD, TSS, TDS, Turbidity, color was 10.94%, 71.17%; 31% respectively during adsorption with a mass of 5 gr for 60 minutes.

Keywords: Leachate, Adsorbent, Wood Powder

© Author(s) 2024. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

1. Pendahuluan

Perkembangan industri menyebabkan banyak limbah lingkungan (Nora, et al., 2023). Sumber pencemaran beracun yang dibuang ke lingkungan, yang akan mencemari berasal dari limbah rumah tangga, perusahaan,

pertambahan, industri. Industri *pulp* dan kertas (Viareco, et al., 2024) menggunakan berbagai bahan kimia untuk mendukung proses produksinya, menghasilkan produk limbah berupa limbah padat dan cair (Adriansyah, et al., 2023).

Untuk limbah cair dari proses produksi *pulp* akan menimbulkan berbagai dampak, sebelum dibuang ke lingkungan perlu dilakukan pengolahan sesuai ketentuan yang berlaku. Pada produksi *pulp*, kayu gelondongan digunakan sebagai bahan utama yang akan dipotong menjadi ukuran yang dapat diterima sebelum menjadi peralatan memasak. Selanjutnya ukuran yang lebih kecil yang tidak standar disebut *chip pin* dan *fines*, saat ini hanya digunakan sebagai media pembakaran untuk *gasifier* kulit kayu diharapkan mirip dengan serbuk gergaji yang digunakan sebagai media adsorpsi (Gowda, et al., 2019).

Air lindi adalah air yang merembes melalui tumpukan yang membawa bahan terlarut dan tersuspensi terutama hasil dari proses dekomposisi bahan sampah (Marhadi, et al., 2023). Cairan yang timbul dari limbah dekomposisi biologis mengakibatkan masuknya pelarut, sehingga air lindi mengandung berbagai jenis kontaminan yang berpotensi membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia, seperti logam berat tak terurai Cd, Pb, Cu, Cr, dan Zn. Jenis adsorben untuk mengadsorpsi logam berat adalah selulosa dan lignin yang memiliki gugus fungsi karboksil dan gugus hidroksil yang dapat berikatan dengan ion logam (Adriansyah, et al., 2024).

Berdasarkan data pabrik *pulp* dan kertas di Sumatera Selatan, sekitar 400-500 ton limbah *pin* dan *fines* dihasilkan per hari. Ketersediaan *chip pin* dan *fines* yang banyak ini berpotensi untuk diolah menjadi adsorben lindi.

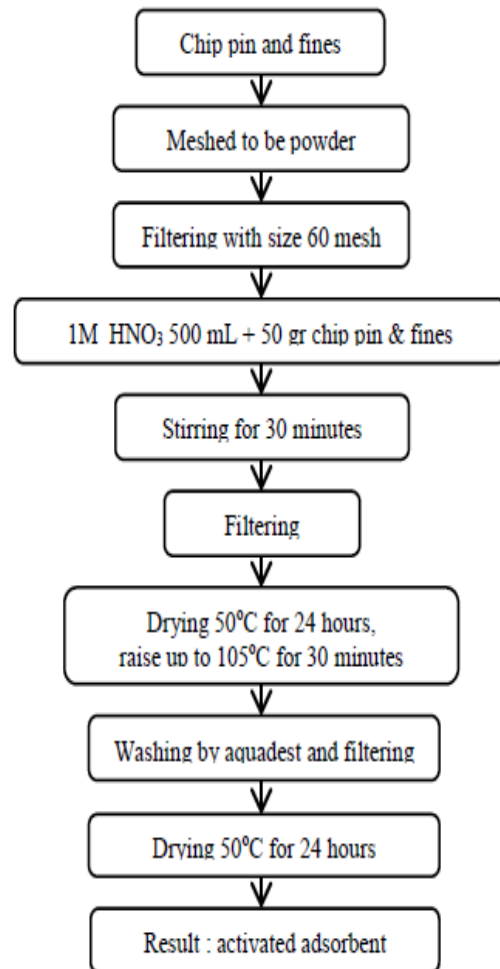
Kayu log diubah menjadi *chip* melalui 2 tahap, *log yard* dan penanganan kayu *chipping*. *Log yard wood handling* bertanggung jawab atas ketersediaan kayu mulai dari awal penyimpanan *log* (kayu) di lapangan, sedangkan *chipping handling* adalah proses pemotongan *log* menjadi potongan-potongan kecil atau *chip*. Serpihan kayu halus merupakan bahan yang berpori sehingga air mudah diserap dan mengisi pori-pori tersebut, yang bersifat higroskopis dapat menyerap air (Ritzu, et al., 2024).

Salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi adalah luas permukaan adsorben per satuan berat, jika dibandingkan dengan ukuran partikel, maka luas permukaan internal partikel di dalam pori lebih berpengaruh terhadap proses adsorpsi (Adriansyah, et al., 2023). Ini menyerap berbagai kotoran yang umumnya meliputi zat organik, bau dan warna, koloid dan nitrit dalam cairan.

2. Metode

Bahan baku dalam penelitian ini serbuk halus (*chip pin* dan *fines*), campuran kulit kayu *Acacia mangium*, *Acacia*

crassicarpa dan *Eucalyptus* yang diambil dari biosilo, limbah halus serbuk halus yang diayak dengan ukuran 80 mesh dan diaktivasi menggunakan HNO₃. Air lindi diambil dari *sump tank* di Water Treatment Plant (WTP), kemudian dilakukan karakterisasi pH, TDS, TSS Turbiditas, dan BOD pada penelitian ini yaitu proses pembuatan adsorben pada Gambar 1.



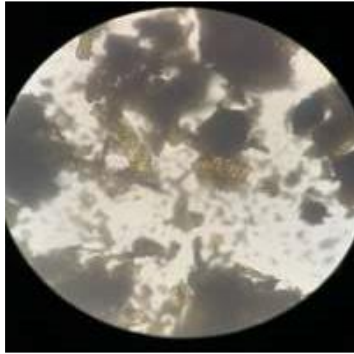
Gambar 1. Proses Pembuatan Adsorben

Hasil pengujian awal terhadap 500 mL sampel lindi awal yang akan digunakan sebagai acuan penyerapan adsorben. Karakterisasi awal berupa beberapa parameter diantaranya TDS, TSS, COD, BOD serta kandungan logam Fe dan Mn pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakterisasi Air Lindi Awal

Parameter	Air Lindi	Unit
pH	8,3	-
Warna	8700	Pt-Co
TDS	1512	Mg/L
BOD	352	Mg/L
TSS	244,5	Mg/L
Turbiditas	57,3	NTU

Setelah adsorben sudah diaktivasi oleh HNO_3 , penentuan pori-pori adsorben dari sisi morfologi merupakan hal yang perlu dilengkapi, dilakukan uji mikroskop, berikut hasil pengujiannya ditampilkan pada Gambar 2.

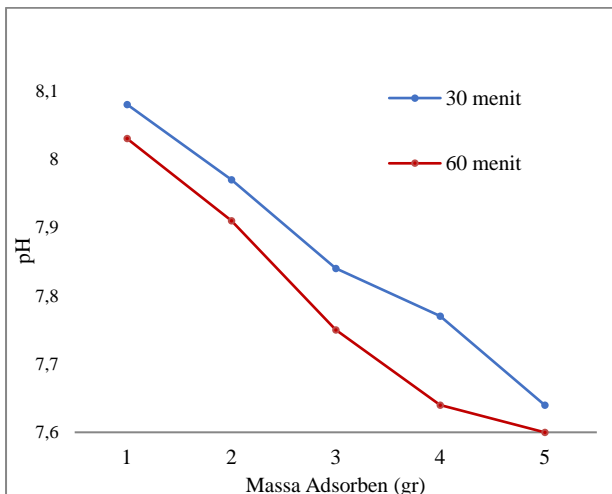


Gambar 2. Adsorben dengan Pemantauan Mikroskop

3. Hasil dan Pembahasan

Adsorben yang teraktivasi oleh HNO_3 menyebabkan permukaan adsorben melebar, adanya pori-pori yang membesar meningkatkan daya serap [j]. Selain kadar air yang dikarakterisasi dari adsorben, dilakukan uji kadar air. Sebanyak 1 gr adsorben aktif dikeringkan dan disimpan dalam desikator, diperoleh persentase kadar air sebesar 0,91%.

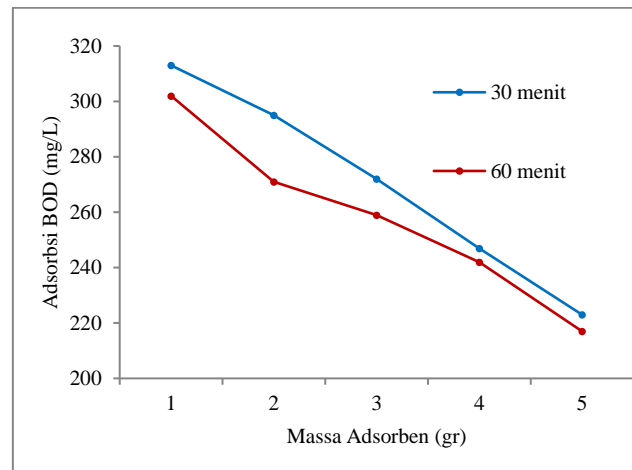
Uji akhir karakterisasi air lindi dilakukan sebagai pembandingan pengaruh penambahan adsorben aktif berdasarkan jumlah dan waktu kontak lindi, berikut hasil pengujiannya.



Gambar 3. Penurunan pH Air Lindi

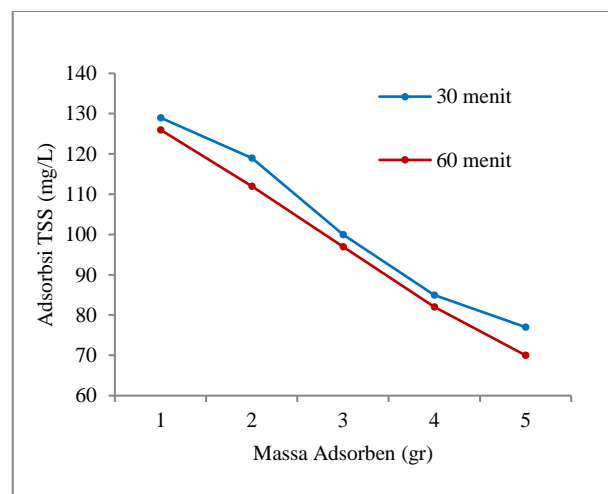
Pada penelitian ini dilakukan pengujian pH dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kestabilan pH pada lindi. Berdasarkan Gambar 4. bahwa nilai pH mengalami

penurunan paling kecil pada konsentrasi 1 gram dengan waktu kontak 30 menit, nilai pH sebesar 8,06 atau berkurang sebesar 2,85%, sedangkan nilai pH paling besar menurun pada konsentrasi 5 gram setelah 60 menit kontak, diperoleh nilai pH 7,6 atau 8,39%. Hal ini disebabkan aktivasi adsorben asam HNO_3 sehingga menurunkan nilai pH air lindi. Kondisi ini sesuai dengan baku mutu air limbah industri *pulp* dan kertas menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 dengan nilai pH antara 6-9.



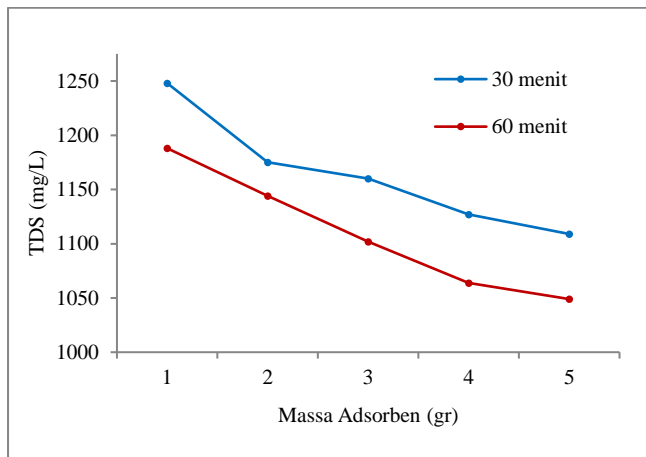
Gambar 4. Adsorpsi BOD

Berdasarkan Gambar 6. di atas dapat dilihat bahwa penurunan nilai BOD terjadi pada konsentrasi adsorben paling banyak sebesar 223,5 mg/L atau penurunan 36,51% dengan pengontakan 5 gram adsorben selama 60 menit, dan paling sedikit 313,5 mg/L atau 10,94% dengan mengencerkan 1 gram selama 30 menit. Adsorpsi kandungan organik menyebabkan beban bakteri untuk menguraikan zat organik tersuspensi menurun. (Viareco, et al., 2023)



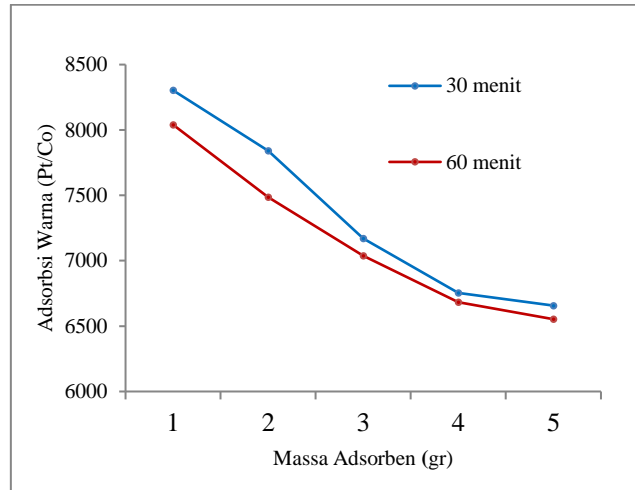
Gambar 5. Adsorpsi Total Suspended Solid (TSS)

Gambar 7. berikut menunjukkan bahwa adsorben memiliki kemampuan untuk menurunkan nilai TSS minimal pada konsentrasi 1 gram dengan waktu kontak 30 menit dengan nilai awal 244,5 menjadi 129 mg/l atau 47,24%. Sedangkan adsorpsi terbanyak yaitu sebesar 70,5 mg/L atau 71,17% dengan pengontakan 5 gram adsorben selama 60 menit. Penurunan nilai TSS menyebabkan sinar matahari mudah masuk ke air limbah sehingga produksi H₂S berkurang oleh aktivitas bakteri anaerob. (Adriansyah, et al., 2019)



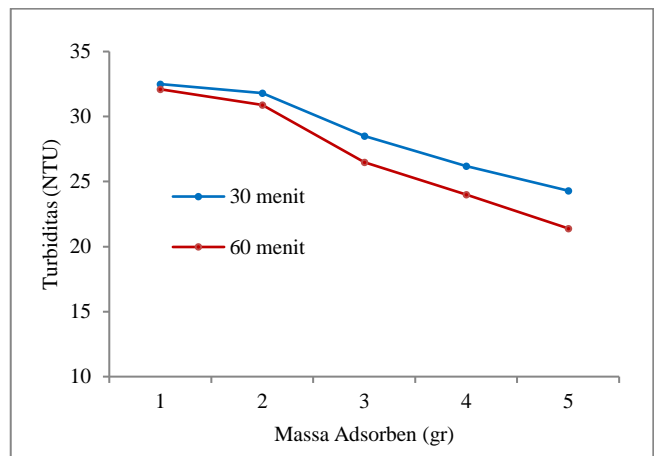
Gambar 6. Total Dissolved Solid (TDS)

Dari Gambar 8. dapat diketahui bahwa adsorben ini mengurangi padatan terlarut dalam air lindi tetapi tidak terlalu signifikan (Adriansyah, et al., 2019). Nilai TDS menurun secara signifikan ketika adsorben ditambahkan 1 gram dengan waktu kontak 60 menit saja yaitu 1188 mg/l, sebaliknya penurunan nilai TDS tidak terlalu signifikan pada kontak 60 menit dengan 2, 3, 4, dan 5 gram adalah 1144, 1102, 1064, dan 1049 mg/l berturut-turut. Sedangkan nilai TDS pada waktu 30 menit mengalami penurunan sekitar 30% seiring dengan bertambahnya massa adsorben namun tidak sebanyak saat kontak 60 menit atau 31%. Berkurangnya kandungan terlarut dalam air lindi menunjukkan efektivitas penyerapan adsorben. (Sufra, et al., 2024)



Gambar 7. Adsorbansi Warna (Pt/Co)

Penurunan warna air lindi paling sedikit terjadi pada konsentrasi 1 gram adsorben selama 30 menit yaitu awalnya 8700 menjadi 8303 Pt-Co atau 4,56%, sedangkan pada konsentrasi 5 gram adsorben selama 60 menit menyebabkan adsorpsi warna sebesar 6553 pt-co menjadi yang terbesar. pH larutan basa dapat membuat permukaan adsorben cenderung negatif sehingga tidak mendukung adsorpsi warna akibat tolakan elektrostatis (Kang, et al., 2023). Hal ini sesuai dengan pH lindi yang awalnya basa 8,3 sehingga menyebabkan penurunan warna air lindi secara signifikan. Penurunan warna lindi cukup signifikan ketika lindi ditambahkan 5 gram adsorben selama 60 menit menyebabkan pH air lindi mendekati pH netral 7,6. (Sufra, et al., 2024) (Suzana, et al., 2024)



Gambar 8 Adsorbansi Turbiditas (NTU)

Cahaya yang masuk ke air lindi mempengaruhi aktivitas fotosintesis biota di dalamnya. Nilai kekeruhan yang berlebihan akan membuat air lindi menjadi keruh. Dapat dijelaskan pada Gambar 10. bahwa adsorpsi oleh adsorben

ini dapat menurunkan nilai kekeruhan (Sufra, et al., 2023). Pada konsentrasi 5 gram dengan waktu kontak 60 menit terjadi penurunan kekeruhan terbesar senilai 21,4 NTU atau 62,71%. maka minimal pada konsentrasi 1 gram dengan waktu kontak 30 menit yang semula 57,3-32,5 NTU atau 43,33%.

4. Kesimpulan

Pembuatan adsorben dari limbah *chip pin* dan *finer* yang dilakukan dengan prosedur dapat diterapkan pada adsorpsi kontaminan dalam air lindi. Semakin lama waktu kontak yang digunakan dalam proses adsorpsi maka kapasitas adsorpsi akan semakin meningkat. Seperti halnya massa adsorben yang digunakan

5. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi. Teknik Kimia Institut teknologi Sumatera, dan Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam.

6. Referensi

- Adriansyah, E., Agustina, T. E., & Arita, S. (2019). Leachate Treatment of TPA Talang Gulo, Jambi City by Fenton method and adsorption. *Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 4(1), 20–24. <https://doi.org/10.24845/ijfac.v4.i1.20>
- Adriansyah, E., & Syaiful, M. (2024). Korelasi Suhu, pH, TSS Terhadap Pengukuran Parameter Besi Di Sumur Pantau TPA Dengan Minitab 17®. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, 2(1), 20-24.
- Adriansyah, E., Herawati, P., Viareco, H., & Sufra, R. (2023). *Jurnal Presipitasi Advanced Treatment of Tofu Wastewater using Multilevel Filtration and TiO2 Photocatalysis as Promising Approach for Effective Wastewater Remediation*. 20(3), 560–571.
- E. Damanhuri, W. Handoko and T. Padmi. (2014). *Municipal Solid Waste Management in Asia and The Pacific Islands*, Springer, Singapore
- Endi Adriansyah, S. T., Susanti, M., Viareco, H., Eng, B., Rifqi Sufra, S. T., & Syaiful, M. (2023). *TEKNOLOGI PENGELOLAAN DAN PENGOLAHAN SAMPAH*. EDU PUBLISHER.
- Gowda, S.T. and Yashaswini, (2018). Optimization of Fenton Process. *International Journal of Advances In science Engineering and Technology, Bengaluru*. 6, pp. 46-48.
- Kang, Y.W. and Hwang, K.Y. (2000). Effects of Reaction Conditions on The Oxidation Efficiency In The Fenton Process. *Water Res. Kidlington*. 34: pp. 2786-2790.
- Marhadi, Adriansyah, E., Herawati, P., Suzana, A., & Pratama, A. I. (2023). Decreasing pH, COD and TSS of Domestic Liquid Waste Using Photocatalysis TiO₂ (Titanium Dioxide). *International Journal of Research in Vocational Studies (IJRVOCAS)*, 3(2), 11–15. <https://doi.org/10.53893/ijrvocas.v3i2.201>
- Nora, F., Adriansyah, E., Suzana, A., Pramono, M. S., Sufra, R., & Syaiful, M. (2023). *Tofu Wastewater Treatment Using Biocoagulant Moringa Seed Powder (Moringa Oleifera L)*. 3(3), 41–45.
- Ozturk, I., Altinbas, M., Koyuncu, I., Arikan, O., Gomec-Yangin, C. (2003). Advanced Physico-Chemical Treatment Experiences on Young Municipal Landfill Leachates. *Journal Waste Management*. 23 : 441–446.
- Riztu, S., Pradita, N. A., Sufra, R., Adriansyah, E., Suzana, A., Satria, A. W., & Sanjaya, A. (2024). Penurunan Kadar COD Air Limbah Domestik Menggunakan Fly Ash dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(3), 2570-2574.
- Sufra, R., Adriansyah, E., & Wati, L. A. (2023). Karbon aktif dari limbah kulit kayu sebagai penyerap logam Mangan (Mn) pada Leachate. *Hexatech: Jurnal Ilmiah Teknik*, 2(1), 13-16.
- Sufra, R., Panjaitan, J. R., Alhanif, M., Mustafa, M., Yusupandi, F., Adriansyah, E., ... & Suzana, A. (2024). Intensifikasi Pengolahan Limbah Cair Laboratorium Melalui Proses Koagulasi dan Adsorpsi Studi Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Metode Kombinasi Fisika-Kimia. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 266-275.
- Suzana, A., Adriansyah, E., Herawati, P., Marhadi, M., Silvina, T., & Sufra, R. (2024). Pengolahan Air Limbah Batik Jambi Menggunakan Filtrasi dan Fotokatalisis TiO₂ (Titanium Dioksida). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 24(1), 578-582.
- Sufra, R., Purba, A., Alhanif, M., Adriansyah, E., Tamba, I. E., & Simamora, M. P. P. (2024, August). Evaluasi Penggunaan Bahan Bakar Padat Terhadap Kapasitas Steam Pada Unit Multi Fuel Boiler di Industri Pulp. In *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)* (Vol. 4, No. 1).
- Viareco, H., Adriansyah, E., & Sufra, R. (2023). Potential Sequencing Batch Reactor in Leachate Treatment for Organic and Nitrogen Removal Efficiency. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN*, 15(2), 143–151. <https://doi.org/10.20473/jkl.v15i2.2023.143-151>
- Viareco, H., Bemis, R., Puspitasari, R. D., Pratiwi, N., & Adriansyah, E. ANALISIS PENGARUH MOLASES DAN LAPISAN TANAH SEBAGAI CO-FACTOR TERHADAP OPTIMASI PENGOMPOSAN LIMBAH NANAS (ANANAS COMOSUS). *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 10(1).
- Viareco, H., Adriansyah, E., & Sufra, R. (2024). The SWOT Approach to Waste Bank Management Study Case Bangkitku Waste Bank: Pendekatan SWOT Pengelolaan Bank Sampah Studi Kasus Bank Sampah Bangkitku. *Jurnal Engineering*, 6(1), 32-37.