

Penggunaan Metode Filtrasi media Karbon Aktif Kulit Durian Dalam Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Hewan

Use of Durian Skin Activated Carbon Media Filtration Method in Processing Liquid Waste of Slaughterhouses

Moch Farid Krisna Bayu Anggara¹, Evy Hendriarianti², Anis Artiyani³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2, Sumber Sari, Lowokwaru, Kota Malang

Email : 1) faridkrisna41@gmail.com, 2) evyhendriarianti@lecturer.itn.ac.id,

3) anisartiyani@ymail.com

ABSTRAK: Limbah cair rumah potong hewan (RPH) adalah sisa air yang mengandung beberapa padatan yang tersuspensi, darah, protein dan lemak. Limbah RPH mengandung parameter pencemar seperti COD sebesar 1.805 mg/l TSS sebesar 4.830 mg/l yang melebihi baku mutu Peraturan Gubernur Jawa timur no 72 tahun 2013. Penelitian ini bertujuan Menganalisis kemampuan metode filtrasi media karbon aktif kulit durian dalam pengolahan limbah cair rumah potong hewan dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD, dan TSS dengan metode filtrasi dan absorpsi. Penelitian ini menggunakan variasi waktu detensi 10, 30, dan 60 menit pada dua jenis reaktor Reaktor 1 dengan media sebat kelapa 10 cm, pasir besi 15 cm dan karbon aktif kulit durian 30 cm dan Reaktor 2 dengan media sebat kelapa 10 cm, pasir besi 20 cm dan karbon aktif kulit durian 25 cm. Proses filtrasi dan adsorpsi pada air limbah RPH menunjukkan penurunan konsentrasi COD sebesar 175,2 mg/l (85,3 %) dan TSS sebesar 81,8 mg/l (87,5 %) hingga mencapai baku mutu namun konsentrasi BOD yang turun hingga 136,9 mg/l (83,2 %) belum memenuhi baku mutu.

Kata Kunci: Adsorpsi, Air Limbah RPH, Kulit Durian dan Filtrasi

ABSTRACT: Slaughterhouse liquid waste (RPH) is residual water that contains several suspended solids, blood, proteins, and fats. RPH waste contains pollutant parameters, such as COD of 1,805 mg/L and TSS of 4,830 mg/L, which exceed the quality standard set by East Java Governor Regulation No. 72 of 2013. This study aims to analyze the effectiveness of durian peel-activated carbon in treating slaughterhouse liquid waste, focusing on reducing COD, BOD, and TSS concentrations through filtration and absorption methods. This study used a variation of 10, 30, and 60 minutes of detention time in two types of reactors: Reactor 1 with 10 cm coconut oil, 15 cm iron sand, and 30 cm durian skin activated carbon, and Reactor 2 with 10 cm coconut oil, 20 cm iron sand, and 25 cm durian skin activated carbon. The filtration and adsorption process in RPH wastewater showed a decrease in COD concentration by 175.2 mg/l (85.3%) and TSS by 81.8 mg/l (87.5%) to reach the quality standard, but the BOD concentration, which dropped to 136.9 mg/l (83.2%), did not meet the quality standard.

Keywords: Adsorption, Durian Husks, RPH Wastewater, and Filtration

PENDAHULUAN

Pertumbuhan konsumsi daging di Indonesia terus meningkat setiap tahun. Hal ini diikuti oleh bertambahnya jumlah dan kapasitas rumah potong hewan (RPH). Limbah yang dihasilkan RPH terbagi menjadi dua kategori, yaitu limbah padat yang meliputi bulu, isi rumen, dan kotoran hewan, serta limbah cair yang berasal dari air bekas pencucian hewan yang bercampur dengan darah dan lemak (Farahdiba et al., 2019).

Air limbah RPH dapat menurunkan kualitas lingkungan perairan dengan meningkatkan nilai COD, BOD, dan TSS. Menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013, baku mutu limbah cair RPH adalah COD ≤ 200 mg/L, BOD ≤ 100 mg/L, dan TSS ≤ 100 mg/L. Namun, penelitian awal menunjukkan bahwa limbah cair RPH di Malang memiliki COD sebesar 1189,3 mg/L, BOD 814,9 mg/L, dan TSS 661,3 mg/L, jauh di atas standar, 2013 maka limbah cair yang akan di buang ke lingkungan harus melalui proses pengolahan agar mengurangi dampak yang di terima oleh lingkungan.

Pencemaran terbagi menjadi tiga aspek, yaitu fisik, kimia, dan biologi. Aspek fisik meliputi limbah padat maupun cair yang dihasilkan dari proses pemotongan hewan ternak dan menimbulkan bau tidak sedap. Aspek kimia berkaitan dengan aliran limbah hasil produksi yang masuk ke instalasi pengolahan limbah lalu mengalir ke sungai, sehingga mencemari lingkungan dan sumber air. Aspek biologi mencakup penumpukan sampah, khususnya limbah cair, yang menjadi media berkembang biaknya lalat (Syamsuddin S dan Sumarni, 2019). Air Limbah RPH mengandung konsentrasi polutan organik yang tinggi sehingga berpotensi merusak lingkungan. Selain itu, air limbah tersebut juga menimbulkan bau menyengat (Rahayu & JAR, 2019).

Berbagai penelitian mengembangkan teknologi filtrasi sebagai alternatif pengolahan limbah. Media yang digunakan beragam, seperti pasir silika, arang tempurung kelapa, hingga serabut kelapa. Kulit durian, yang selama ini menjadi limbah padat, memiliki kandungan selulosa tinggi (50–60%) sehingga potensial dijadikan karbon aktif dengan daya adsorpsi tinggi. Dengan pemanfaatan kulit durian, tidak hanya kualitas air limbah dapat ditingkatkan, tetapi juga sampah organik dapat dikurangi.

Berdasarkan penelitian terdahulu bahwa kandungan pada kulit durian terdapat komposisi kimia yaitu berupa selulosa. Selulosa berfungsi sebagai pengikat kontaminan dalam proses adsorpsi. maka penelitian perlu dilakukan dengan tujuan untuk penurunan kadar COD, BOD, dan TSS pada suatu RPH menggunakan alternatif filtrasi dengan menggunakan media karbon aktif ulit durian dengan variasi ketebalan media dan waktu detensi

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen terhadap bahan penelitian yaitu limbah cair RPH. Limbah cair RPH diolah dengan metode filtrasi menggunakan karbon aktif kulit durian sebagai media, dengan variasi ketinggian (30 cm dan 25 cm) serta waktu kontak (10, 30, dan 60 menit). Penelitian dilakukan pada bulan Januari-Juni 2025. Sampel limbah cair diambil dari salah satu RPH Gadang, Kecamatan Sukun, Kota Malang. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITN Malang.

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu Pipa, Lem pipa, Jerigen untuk pengambilan air limbah cair, Stopwatch. Bahan yang digunakan yaitu pasir besi, sebut kelapa, Arang aktif dari kulit durian, Kerikil. Arang aktif dari cangkang biji mete, Kerikil. Proses pembuatan arang aktif sebagai berikut: 1). Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan menggunakan furnace dipanaskan pada suhu 320°C selama 2 jam hingga menjadi arang. 2). Arang yang di dinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan selanjutnya dihaluskan hingga lolos ayakan 80 mesh. 3). Proses aktivasi diaktivasi dengan larutan HCl 1 M selama 2 jam. 4). Proses pembuatan reactor filtrasi sebagai berikut: 1 Menyiapkan reactor filtrasi, alat filtrasi terbuat dari pipa 4 inch diameter 114 mm dan tinggi 100 cm, yang digunakan sebagai tempat media filter. 2). Menyiapkan dua buah ember plastik yang masing-masing telah diberi lubang untuk pipa. 3). Memotong pipa PVC ½ inch yang digunakan untuk penyaluran air kemudian dipasang satu persatu pada masing masing bak penampung dan reactor filter. 4). Mengatur debit air yang keluar dari bak penampung kedua air dengan keran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis awal terhadap limbah cair RPH bertujuan untuk mengetahui karakteristik awal limbah, sebelum dilakukam proses filtrasi menggunakan media karbon aktif. Hasil analisis awal karakteristik limbah cair RPH dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Awal Limbah Cair RPH

Parameter	Hasil	Baku Mutu
COD	1189,3 mg/l	200 mg/l
BOD	814,9 mg/l	100 mg/l
TSS	661,3 mg/l	100 mg/l

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium, 2025

Berdasarkan Tabel 1, menunjukan bahwa karakteristik awal limbah rumah potong hewan melebihi baku mutu sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan dan sesuai dengan baku mutu yang di tetapkan.

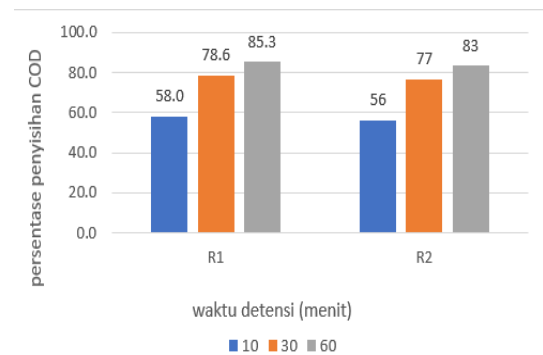
Penyisihan *Total Chemical oxygen demand (COD)*

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi COD setelah melalui proses filtrasi dengan variasi ketebalan media dan waktu detensi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Analisis dan Persentase Penyisihan COD Pada Limbah Cair RPH

Reaktor	Waktu Kontak	Konsentrasi Akhir	Persentase Penyisihan
I	10 mnt	498,9 mg/l	58%
	30 mnt	254,1 mg/l	78,6%
	60 mnt	175,2 mg/l	85,3%
II	10 mnt	519,2 mg/l	56%
	30 mnt	278,1 mg/l	77%
	60 mnt	199,2 mg/l	83%

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa konsentrasi COD pada reaktor I dan II terjadi penurunan. Penurunan konsentrasi COD paling rendah terjadi pada reaktor II pada waktu detensi 10 menit dengan konsentrasi COD sebesar 519,2 mg/l dan penyisihan terbesar terjadi pada reaktor I pada waktu detensi 60 menit dengan konsentrasi COD sebesar 175,2 mg/l.



Gambar 1. Grafik Penurunan COD

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase penurunan COD paling rendah terjadi pada Reaktor II pada waktu detensi 10 menit dengan presentase 56 %, sedangkan penurunan paling tinggi terjadi pada Reaktor I pada waktu detensi 60 menit dengan presentase 85,3 %.

Nilai COD dapat menurun disebabkan kontaminan yang diserap oleh karbon aktif yang berkerja melalui proses adsorpsi dengan menghilangkan total senyawa organik dan juga senyawa anorganik yang bisa teroksidasi secara kimia maupun fisik (Ussarvi et al., 2021). Selain metode filtrasi, salah satu pengolahan yang digunakan untuk penurunan parameter COD yaitu metode adsorpsi. Adsorpsi mempunyai mekanisme yang cukup sederhana dan lebih efektif dengan menggunakan pori-pori yang kecil (Pungut et al., 2021).

Adanya gaya Van der Waals pada metode adsorpsi, memungkinkan molekul pencemar di limbah cair tertarik dan tertahan secara fisik oleh pori-pori halus dalam karbon aktif, sehingga menyebabkan konsentrasi COD berkurang (Kurniawati & Sanuddin, 2020). Media yang lebih tebal memiliki daya saring yang tinggi namun memerlukan waktu pengaliran yang lebih lama (Solikhah et al., 2024). Lambat laju aliran mempengaruhi kontak karbon aktif berlangsung lebih lama sehingga meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif dalam menyerap polutan air limbah (Mistar et al., 2019). Ketebalan media berdampak pada lama aliran dan daya saring terhadap penurunan konsentrasi COD (Edahwati, 2020). Karbon aktif menurunkan nilai COD sebanyak mungkin karena membantu mempersingkat dekomposisi bahan organik dalam limbah. Hal ini juga disebabkan oleh pertukaran ion yang tinggi karena molekul gas atau zat lainnya dari campuran dapat

terpisah, yang mengakibatkan penurunan parameter COD (Mahendra et al., 2021). Aliran air yang lebih lambat membuat konsentrasi zat organik dan padatan terlarut teradsorpsi dengan baik. Lama waktu kontak akan semakin banyak polutan yang diikat oleh karbon aktif (Nurhayati & Syafi'i, 2022).

Hasil setelah pengolahan COD limbah RPH 175,2 mg/l telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No 72 Tahun 2013 dengan batas maksimum COD adalah 200 mg/l. Penurunan konsentrasi COD terjadi akibat pengolahan yang efektif dalam menurunkan konsentrasi bahan organik dan anorganik yang ada pada air. Penurunan yang cukup tinggi dan bisa dikatakan proses ini mampu menurunkan nilai COD dari air limbah RPH.

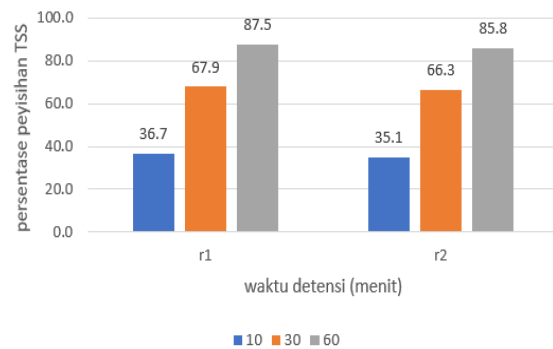
Penyisihan Total Biological Oxygen Demand (BOD)

Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi BOD setelah melalui proses filtrasi dengan variasi ketebalan media dan waktu detensi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Analisis dan Persentase Penyisihan BOD Pada Limbah Cair RPH

Reaktor	Waktu Kontak	Konsentrasi Akhir	Persentase Penyisihan
I	10 mnt	485,4 mg/l	40,4%
	30 mnt	224,6 mg/l	72,4%
	60 mnt	136,9 mg/l	83,2%
II	10 mnt	489 mg/l	40%
	30 mnt	246,7 mg/l	70%
	60 mnt	144,5 mg/l	82,3%

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa konsentrasi BOD pada reaktor I dan II terjadi penurunan. Penurunan konsentrasi BOD paling rendah terjadi pada reaktor II pada waktu detensi 10 menit dengan konsentrasi BOD sebesar 489 mg/l dan penyisihan terbesar terjadi pada reaktor I pada waktu detensi 60 menit dengan konsentrasi COD sebesar 136,9 mg/l.



Gambar 2. Grafik Penurunan BOD

Tabel 3 menunjukkan bahwa persentase penurunan BOD paling rendah terjadi pada Reaktor II pada waktu detensi 10 menit dengan presentase 40 %, sedangkan penurunan paling tinggi terjadi pada Reaktor I pada waktu detensi 60 menit dengan presentase 83,2 %.

Penurunan nilai BOD terjadi karena karbon aktif menarik dan memperangkap zat organik dalam air limbah. Semakin banyak zat organik yang diadsorpsi oleh karbon aktif, semakin rendah nilai BOD pada air limbah (Wirosoedarmo et al., 2021). Karbon aktif dapat menyerap dan menghilangkan senyawa organik dari air limbah sebelum senyawa tersebut diurai oleh mikroorganisme (biodegradable), sehingga kebutuhan oksigen mampu diuraikan melalui proses biologis dan nilai BOD menurun (Ussarvi et al., 2021).

Media filtrasi berupa kombinasi adsorben memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan konsentrasi BOD (Pungus et al., 2019). Media sangat memberikan pengaruh terhadap penurunan konsentrasi BOD, dimana semakin tinggi ketebalan media karbon aktif, maka semakin tinggi penurunan yang terjadi. Hal ini dikarenakan media karbon aktif memiliki peningkatan efisiensi yang lebih tinggi karena luas permukaan yang kecil dan tinggi daya serap terhadap beban (Ratnawati & Lailatul, 2020). Selain itu, Semakin tebal media maka air limbah yang tersaring semakin banyak. Hal ini disebabkan karena kotoran yang terdapat dalam air limbah telah tersaring pada bahan-bahan dan ketebalan media yang digunakan (Solikhah et al., 2024). Luas permukaan pori-pori karbon aktif memberikan area pada adsorpsi, sehingga memungkinkan penyerapan bahan organik pada BOD mengalami penurunan (Febrianto et al., 2024). Selain itu, penurunan nilai BOD disebabkan karena bahan organik dimanfaatkan

oleh mikroorganisme sebagai nutrisi dan mengubahnya ke dalam bentuk senyawa yang lebih sederhana (Amiraa et al., 2022). Waktu kontak berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi polutan dalam air limbah. Lama waktu kontak pada proses filtrasi maka penempelan dan penyerapan partikel akan berlangsung lebih baik sehingga dapat menurunkan konsentrasi BOD (Saputra et al., 2023). Persentase penurunan konsentrasi BOD akan lebih besar jika dilakukan optimalisasi waktu kontak adsorben, karena waktu kontak adsorben berpengaruh signifikan terhadap penurunan konsentrasi polutan dalam air (Pungus et al., 2019)

Hasil setelah pengolahan BOD limbah RPH 136,2 mg/l belum memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum BOD adalah 100 mg/l. Menurut Sulianto et al (2019) aktivitas dari mikroorganisme pada unit perancangan filtrasi belum bekerja secara baik dalam mendegradasi bahan organik. Penurunan nilai BOD terjadi karena karbon aktif menyerap dan mengikat zat-zat padat dalam air limbah. Akibatnya, jumlah bahan yang perlu diuraikan oleh mikroorganisme menjadi lebih sedikit, sehingga kebutuhan oksigen untuk proses biologis menurun (Wirosodarmo et al., 2021).

Penyisihan *Total Suspended Solid* (TSS)

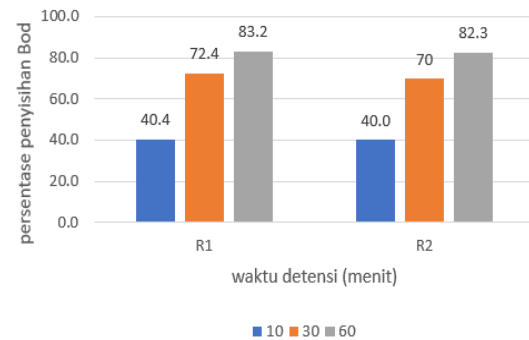
Berdasarkan hasil penelitian konsentrasi TSS setelah melalui proses filtrasi dengan variasi ketebalan media dan waktu detensi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Analisis dan Persentase Penyisihan TSS Pada Limbah Cair RPH

Reaktor	Waktu Kontak	Konsentrasi Akhir	Persentase Penyisihan
I	10 mnt	485,4 mg/l	40,4%
	30 mnt	224,6 mg/l	72,4%
	60 mnt	136,9 mg/l	83,2%
II	10 mnt	489 mg/l	40%
	30 mnt	246,7 mg/l	70%
	60 mnt	144,5 mg/l	82,3%

Berdasarkan Tabel 3. dapat dilihat bahwa konsentrasi TSS pada reaktor I dan II terjadi penurunan. Penurunan konsentrasi TSS paling rendah terjadi pada reaktor II pada waktu detensi 10 menit dengan konsentrasi TSS sebesar 489 mg/l dan penyisihan terbesar terjadi

pada reaktor I pada waktu detensi 60 menit dengan konsentrasi COD sebesar 136,9 mg/l.



Gambar 2. Grafik Penurunan TSS

Tabel 3 menunjukkan bahwa persentase penurunan TSS paling rendah terjadi pada Reaktor II pada waktu detensi 10 menit dengan presentase 40 %, sedangkan penurunan paling tinggi terjadi pada Reaktor I pada waktu detensi 60 menit dengan presentase 83,2 %.

Proses penyaringan dan adsorpsi menyebabkan konsentrasi TSS menurun. Lapisan saringan pada pasir besi akan memperangkap bahan berbentuk suspensi, sehingga proses penyaringan menjadi lebih baik. Sedangkan pada proses adsorpsi arang aktif memiliki sifat penukar kation, yang memungkinkan TSS dalam limbah cair terserap (Mahendra et al., 2021).

Proses filtrasi, zat padat tersuspensi dalam air terperangkap oleh media saring hingga performa media akan menurun saat mencapai titik jenuh akibat akumulasi padatan. Penyumbatan (clogging) merupakan tantangan utama dalam sistem filtrasi karena saat media buntu, kemampuannya untuk menyaring limbah menurun drastis (Sulianto et al., 2019). Penurunan konsentrasi TSS ini terjadi karena adanya proses pengendapan dan resirkulasi sehingga dapat membantu menurunkan konsentrasi TSS dan juga terjadi karena banyaknya media karbon aktif yang digunakan dalam reaktor yang berperan penting dalam menurunkan zat tersuspensi (Ratnawati & Lailatul, 2020). Tinggi media filter juga mempengaruhi penurunan konsentrasi TSS. Menunjukkan ketebalan berpengaruh terhadap proses filtrasi. Ketebalan lapisan media filter merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil filtrasi. Semakin tebal lapisan media filter, maka luas permukaan penahan partikel semakin besar, dan jarak yang ditempuh oleh air semakin panjang (Sappewali et al., 2024). Faktor yang memengaruhi tingkat

keberhasilan filter dalam menyisihkan konsentrasi TSS adalah lamanya kontak air limbah pada reaktor. Lama kontak, semakin banyak padatan tersuspensi yang terserap, yang pada gilirannya meningkatkan efisiensi penurunan TSS (Ratnawati & Lailatul, 2020).

Hasil setelah pengolahan TSS limbah RPH 82,4 mg/l telah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013 dengan batas maksimum TSS adalah 100 mg/l. penurunan nilai TSS terjadi karena ukuran pasir yang digunakan. Ukuran ini menahan partikel tertentu yang menyebabkan TSS saat melewati media. Semakin kecil ukuran pasir, struktur agregat atau gugus mineral akan menjadi lebih padat, yang berarti hasil penyaringan akan lebih baik (Hamdan et al., 2022).

Kesimpulan

Filtrasi menggunakan media karbon aktif kulit durian mampu menurunkan konsentrasi COD, BOD dan TSS. Pada variasi reaktor dengan karbon aktif paling banyak pada waktu operasional 60 menit mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 175,2 mg/l (85,3 %) dan TSS sebesar 81,8 mg/l (87,5 %) hingga mencapai baku mutu namun konsentrasi BOD yang turun hingga 136,9 mg/l (83,2 %) belum memenuhi baku Peraturan Gubernur Jawa Timur no 72 tahun 2013.

Saran

Pada penelitian selanjutnya, diharapkan menambah variasi waktu kontak hingga karbon aktif mengalami breakthrough (kejenuhan pada adsorben), guna mengetahui batas maksimal dalam menurunkan konsentrasi polutan air limbah rumah potong hewan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiraa, A., Kiki Prio Utomoa, & Pramaditaa, S. (2022). Efektivitas Penurunan BOD dan TSS Menggunakan Media Filter Serabut Kelapa dan Serbuk Serabut Kelapa. *Efektivitas Penurunan BOD Dan TSS Menggunakan Media Filter Serabut Kelapa Dan Serbuk Serabut Kelapa*, 13.
- Edahwati, L. dan S. (2020). Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, Dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1(2), 79–83.
- Farahdiba, A. U., Latifah, E. J., & Mirwan, M. (2019). Penurunan Ammonia Pada Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan (Rph) Dengan Menggunakan Upflow Anaerobic Filter. *Jurnal Envirotek*, 11(1).
- Febrianto, M. A., Sujiwa, A., Shofwan, M., & Majid, D. (2024). Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Turbidity Limbah Cair Industri Batik Melalui Metode Kombinasi Pretreatment Filtrasi Adsorpsi Dan Elektrokoagulasi. *Jurnal Reka Lingkungan*, 11(3), 258–269.
- Hamdan, A. M., Yahya, H., & Maulana, R. (2022). *Machine Translated by Google Filtrasi pasir cepat pada pengolahan limbah restoran dengan media sabut kelapa dan karbon aktif: aplikasi gaya Van der Waals*. 76–87.
- Kurniawati, E., & Sanuddin, M. (2020). Metode filtrasi dan adsorpsi dengan variasi lama kontak dalam pengolahan limbah cair batik. *Riset Informasi Kesehatan*, 9(2), 126.
- Mahendra, C. A. A., Setyobudi, H., & Sudiro. (2021). Kombinasi Teknologi Aerasi Filtrasi Pada Pengolahan AirLimbah Domestik (Grey Water) Di Rusunawa Buring 1. *Jurnal Enviro*, 1, 1–9.
- Mistar, E. M., Sara, T., & Tata Alfatah. (2019). Pengaruh Laju Alir Terhadap Kinetika Adsorpsi Methylene Blue dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Teraktivasi NaOH. *Jurnal Serambi Engineering*, 1(2), 103–108.
- Pungus, M., Palilingan, S., & Tumimomor, F. (2019). Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair laundry menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi. 4(2), 54–60.
- Pungut, P., Al Kholif, M., & Pratiwi, W. D. I. (2021). Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (Cod) Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 13(2), 155–165.
- Rahayu, D., & JAR, N. R. (2019). Penurunan Kadar Cod, Tss, Dan Nh3-N Pada Air Limbah Rumah Potong Hewan Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob

Menggunakan Media Bioball. *Jurnal Purifikasi*, 19(1), 25–36.

Ratnawati, R., & Lailatul, S. (2020). *Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter*. 18(1), 8–14.

Sappewali, S., Syarifuddin, P. A., Muhtar, M., Nurjannah, N., Faniarti, F., & Aminah, S. (2024). Penurunan Kadar Besi Dengan Metode Filtrasi Pada Air Sumur Gali. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 24(2), 329–339.

Saputra, E., Akbar, F., Chairani, M., & Adiningsih, R. (2023). Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Filtrasi Downflow. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Mapping*, 1.

Solikhah, S., Nurhidayah, S. K., Solikhatin, & Andani, W. L. (2024). Analysis of the Thickness of Simple Water Filtration Components on Water Clarity as a Science Learning Media Saskiyatun. *Social, Humanities, and Educational Studies SHES*., 7.

Sulianto, A. A., Kurniati, E., & Hapsari, A. A. (2019). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(3), 31–39.

Syamsuddin S dan Sumarni. (2019). *Gambaran Limbah Padat Rumah Pemotongan Ayam (Rpa) Terhadap Tingkat Kepadatan Lalat Di Kelurahan Bara Baraya Timur Kota Makassar*. 06(1), 68–72.

Ussarvi, D., Anggraini, F. J., & Cahyani, S. E. (2021). *Jurnal Presipitasi Coconut shell-based activated carbon preparation and its adsorption efficacy in reducing BOD from The Real Wastewater from*. 18(1), 116–130.

Wirosoedarmo, R., Haji, T. S. A., & Hidayati, E. A. (2021). The Influence Of Concentration and Contact Time in Domestic Sewage Treatment Using Activated Carbon the Cob of Corn To Reducing BOD and COD. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(2), 31–39.