



Aplikasi Filtrasi Arang Sekam dan Arang Kayu terhadap Perubahan Parameter Fisika dan Kimia Limbah Domestik

Application of Rice Husk Charcoal and Wood Charcoal Filtration on the Changes of Physical and Chemical Parameters of Domestic Wastewater

**Azril Refanzah¹, Mareli Telaumbanua¹, Elhamida Rezkia Amien^{1*},
Sugeng Triyono¹**

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: elhamida.rezkiaamien90@fp.unila.ac.id

Abstract. Domestic wastewater pollution poses serious threats to public health and the environment, as it contains pollutants such as suspended solids, organic matter, ammonia, and dissolved substances that often exceed quality standards. Simple and low-cost treatment methods are therefore needed to improve wastewater quality before discharge. This study analyzed the quality of domestic wastewater before and after filtration using rice husk charcoal and wood charcoal as filter media. The observed parameters included physical indicators (temperature, TSS, TDS) and chemical indicators (pH, COD, BOD, NH_3). Filtration improved several physical parameters: TSS decreased, pH shifted closer to neutral, and temperature remained within the permissible deviation. In contrast, chemical parameters such as COD and BOD increased after treatment, likely due to the release of organic compounds from the charcoal media. Ammonia concentration also rose but stayed below the regulatory limit. Compared with the water quality standards of Lampung Province Regulation No. 11 of 2012 (Category I), only a few parameters met the requirements, particularly the physical indicators. Overall, rice husk and wood charcoal show potential as simple and inexpensive filter media for improving physical parameters of domestic wastewater. However, their effectiveness in reducing organic pollutants is limited, and integration with other treatment methods is recommended.

Keywords: Domestic Wastewater, Filtration, Rice Husk Charcoal, Water Quality, Wood Charcoal

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan dasar bagi manusia, namun kualitas dan kuantitasnya semakin menurun akibat pencemaran (Putra & Mairizki, 2020). Sekitar 71% permukaan bumi tertutup air yang terus bergerak dalam siklus hidrologi melalui penguapan, hujan, dan aliran permukaan (Nainggolan dkk, 2019). Penurunan kualitas air terutama disebabkan oleh masuknya polutan organik maupun anorganik yang berbahaya bagi kesehatan.

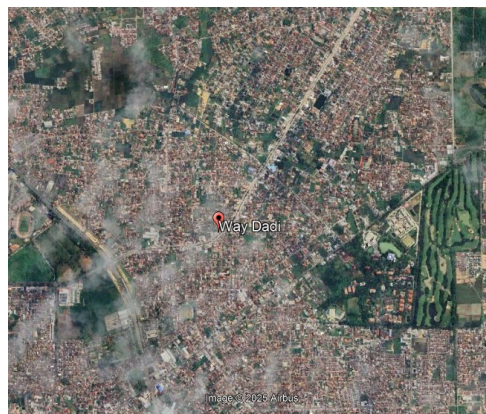
Air limbah, khususnya limbah domestik, menjadi penyumbang terbesar pencemaran perairan. Limbah cair ini berasal dari aktivitas rumah tangga seperti mandi, mencuci, dan kakus. Umumnya limbah domestik mengandung BOD, COD, TSS, amonia, minyak, dan lemak dengan kadar yang sering melebihi ambang batas baku mutu (Ratnawati & Kholif, 2018). Jika tidak diolah dengan baik, limbah ini dapat merusak lingkungan dan membahayakan kesehatan masyarakat (Nababan dkk, 2019).

Salah satu cara sederhana untuk menurunkan pencemar pada air limbah adalah melalui filtrasi. Media arang kayu dan arang sekam padi banyak digunakan karena memiliki luas permukaan dan pori-pori besar yang mampu menyerap senyawa organik maupun anorganik (Martini dkk, 2020). Penggunaan metode filtrasi ini dinilai lebih murah dan mudah diterapkan dibandingkan teknologi pengolahan yang kompleks.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian dilakukan dengan tujuan menganalisis kualitas air limbah sebelum dan sesudah perlakuan, serta memberikan gambaran potensi media arang sekam dan arang kayu yang dihaluskan sebagai alternatif pengolahan limbah yang sederhana dan terjangkau.

2. Metode Penelitian

Air limbah yang digunakan berasal dari limbah domestik yang diambil dari saluran pembuangan dari Kampung Way Dadi Kecamatan Sukarama, Bandar Lampung yang terletak pada 5°22' LS dan 105°17' BT (Gambar 1). Penelitian dilakukan di Laboratorium RSDAL Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Bahan yang digunakan untuk pengujian pengolahan air limbah adalah arang kayu yang dihaluskan dan sekam padi bakar. Sedangkan alat yang digunakan adalah pompa mini 3-5 v DC, bak filtrasi (15x10x25 cm), ember penampung (80 l), pH meter, TDS meter, dakron, dan penggaris.



Gambar 1. Lokasi pengambilan air limbah

2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode experimental. Prosedur penelitian terdiri dari beberapa tahapan meliputi persiapan alat dan bahan, pengambilan sampel limbah domestik, pengujian air limbah sebelum diberi perlakuan, pelaksanaan eksperimen dengan metode fisika. Pelaksanaan eksperimen secara fisika dilakukan dengan sistem filtrasi.

Dimensi bak filtrasi:
 P: 15 cm
 L: 10 cm
 T: 25 cm

Tinggi filtrasi tingkat
 1 = 18 cm
 Tinggi filtrasi tingkat
 2 = 18 cm



Pompa mini = 3-5 v DC
 V air = 3L
 Waktu = 18 menit
 Debit = 0,0027 liter/detik

Gambar 2. Rancangan metode fisika

Pada metode fisika ini menggunakan sistem filtrasi menggunakan arang kayu yang dihaluskan dan arang sekam padi (Gambar 2). Langkah pertama diukur variabel terikat yang terkandung di dalam air limbah domestik sebelum diberi perlakuan, setelah itu dilakukan proses filtrasi air limbah. Media filtrasi arang kayu dan arang sekam padi ditimbang terlebih dahulu masing masing 600 gram kemudian dimasukkan kedalam media filtrasi. Arang sekam padi dimasukkan pada filter tingkatan pertama dan arang kayu yang dihaluskan pada tingkatan kedua. Selanjutnya Air limbah domestik dialirkan ke dalam media filtrasi melalui filter tingkatan paling atas menggunakan pompa mini 3-5 v DC. Kemudian air limbah akan mengalir dari filtrasi tingkat pertama, kedua dan terakhir air hasil filtrasi ditampung pada bak paling bawah yang telah disediakan. Air hasil filtrasi diukur kembali variabel terikat yang terkandung didalamnya.

2.2 Variable Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga jenis variabel utama yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Manfaat dengan dibuatnya variabel pada penelitian ini yaitu untuk membantu memfokuskan penelitian pada aspek yang spesifik dan terukur.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah faktor-faktor yang saya manipulasi atau ubah secara sengaja dalam penelitian untuk mengamati pengaruhnya terhadap variabel lain. Dalam pengolahan limbah cair, variabel bebas yang digunakan berfokus pada metode fisika yang diteliti yaitu penggunaan arang kayu yang dihaluskan dan arang sekam padi.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor-faktor yang saya ukur dan amati perubahannya sebagai respons terhadap manipulasi variabel bebas. Variabel ini secara langsung mencerminkan kualitas air limbah domestik setelah proses pengolahan, yang dibandingkan dengan standar baku mutu yang berlaku (Baku Mutu Air Limbah Domestik Lampung Kategori I No 11 Tahun 2012). Parameter yang digunakan antara lain pH, Suhu, TDS, TSS, BOD, COD, dan NH₃.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah faktor-faktor yang saya jaga agar tetap konstan atau dikendalikan pengaruhnya sepanjang penelitian untuk memastikan perubahan pada variabel terikat benar-benar disebabkan oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini, kontrol utamanya adalah basis massa bahan yang digunakan untuk pengolahan. Dimana penggunaan massa untuk masing-masing media adalah 600 g bahan.

2.3 Pengukuran Air Limbah

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pengamatan awal, harian, dan pengamatan akhir. Pengamatan awal dilakukan pada sampel air limbah yang akan digunakan. Pengamatan awal meliputi pengamatan pH, Suhu, BOD, COD, TSS, NH_3 . Pengamatan harian pada metode fisika meliputi pH, Suhu, BOD, EC, TDS, Massa media, dan debit aliran.

pH diamati menggunakan pH meter dengan Metode Elektrometri. Suhu diamati dengan menggunakan pH meter dimana nilai suhu tercantum didalamnya. BOD (*Biological Oxygen Demand*) diukur dengan Metode Titrimetri, sedangkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) diukur dengan Metode Oksidasi Dikromat. Nilai TSS (*Total Suspended Solids*) Metode Gravimetri (Penyaringan dan Pengeringan). NH_3 (Amonia) diukur dengan menggunakan Metode Spektrofotometri. Nilai EC (*Electric Conductivity*) dan TDS (*Total Dissolved Solids*) diukur dengan menggunakan alat EC meter yang memiliki sistem kerja dengan metode Elektrometri.

2.4 Analisis Data

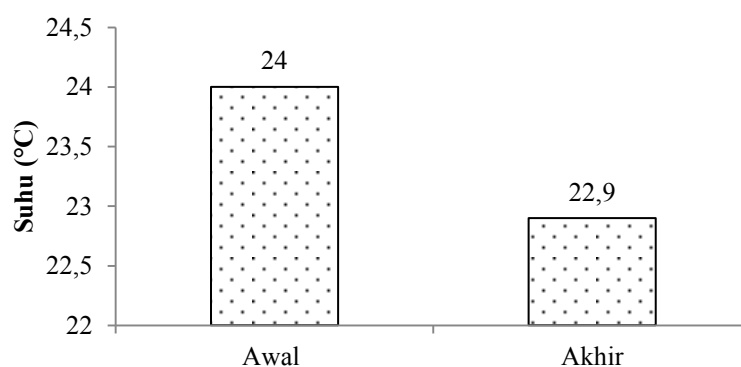
Data akan diolah menggunakan Microsoft Excel. Data harian disajikan dalam grafik untuk memvisualisasikan tren efisiensi, sementara data awal dan akhir ditampilkan dalam tabel untuk perbandingan kuantitatif.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan baku mutu yang bersumber dari Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 11 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air kategori I dengan peruntukan air konsumsi.

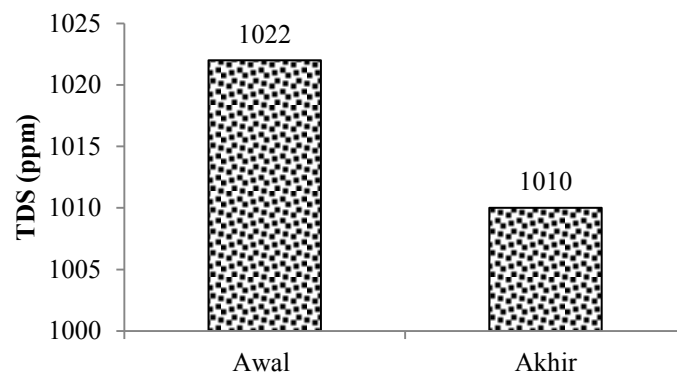
3.1 Parameter Fisika

Parameter yang diamati meliputi suhu, nilai TSS, dan TDS. Pengukuran suhu bertujuan untuk mengetahui apakah setelah diberi perlakuan suhu mengalami kenaikan atau penurunan, sehingga dapat diketahui apakah suhu berada dalam kondisi yang optimum untuk penguraian bahan organik. Hasil pengamatan suhu sebelum dan setelah melewati filtrasi (Gambar 3) menunjukkan adanya penurunan suhu dari kondisi awal 24 °C menjadi 22,9 °C. Perubahan ini menggambarkan adanya proses pendinginan pada sistem. Penurunan suhu tersebut bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik fisika maupun biologis. Dari sisi fisika, mekanisme seperti evaporasi, konduksi, konveksi, maupun radiasi dapat berperan dalam menurunkan suhu. Sementara itu, secara biologis, penurunan suhu juga mungkin berkaitan dengan berkurangnya aktivitas metabolisme mikroorganisme sehingga laju respirasi ikut menurun (Elly, 2008).



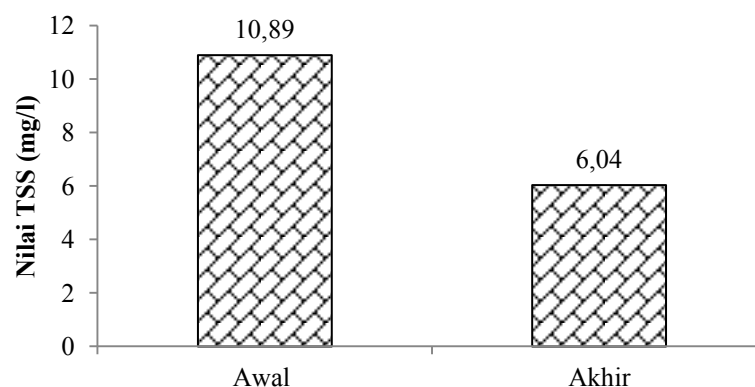
Gambar 3. Perbandingan suhu awal dan akhir

Pengukuran *Total Dissolved Solids* (TDS) pada air limbah merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas air dan tingkat polusi dalam air limbah. TDS mengukur jumlah total zat padat terlarut dalam air. Gambar 4 menunjukkan perbandingan nilai TDS sebelum difiltrasi dan setelah melewati filtrasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai TDS turun dari 1022 ppm menjadi 1010 ppm. Meski penurunannya sedikit, hal ini tetap mengindikasikan adanya pengurangan zat terlarut dalam air. Proses ini bisa dipengaruhi oleh filtrasi media arang maupun mekanisme alami seperti pengendapan dan aktivitas biologis. Dengan demikian, penurunan TDS memberi gambaran bahwa penggunaan arang sekam dan arang kayu memiliki peran dalam memperbaiki kualitas air (Purwoto dan Nugroho, 2013).



Gambar 4. Perbandingan nilai TDS awal dan akhir

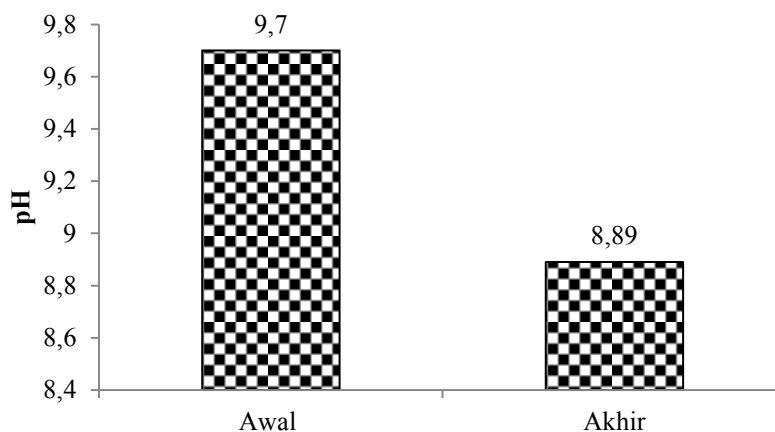
Berdasarkan hasil pengamatan nilai TSS (Gambar 5), menunjukkan bahwa nilai TSS turun dari 10,89 mg/L menjadi 6,04 mg/L setelah perlakuan filtrasi. Penurunan nilai ini menandakan bahwa media arang sekam dan arang kayu cukup efektif menyaring partikel tersuspensi dalam air limbah. Efektivitas ini dipengaruhi oleh sifat media yang berpori dan memiliki luas permukaan besar, sehingga mampu menangkap padatan lebih baik (Das dkk, 2023). Selain itu, faktor seperti kecepatan aliran dan ketebalan lapisan media juga berperan penting dalam menentukan hasil penyaringan (Zhang dkk, 2016). Secara keseluruhan, filtrasi ini berhasil memperbaiki kualitas air dari sisi padatan tersuspensi.



Gambar 5. Perbandingan nilai TSS awal dan akhir

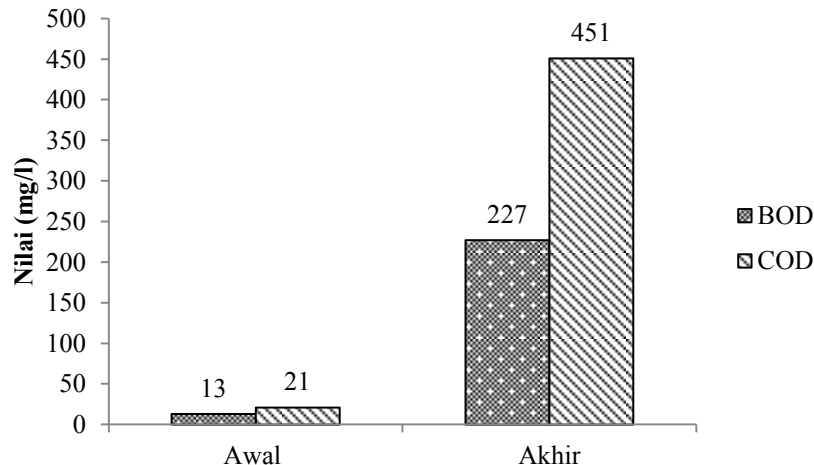
3.2 Parameter Kimia

Parameter kimia yang diamati adalah pH, COD, BOD, dan amonia (NH_3). Pengukuran konsentrasi pH dilakukan untuk mengetahui variasi bahan apa yang paling efisien dalam menetralkan nilai pH agar mendekati nilai 7 (Akeli dkk, 2020) dan yang sesuai dengan baku mutu yang berlaku.



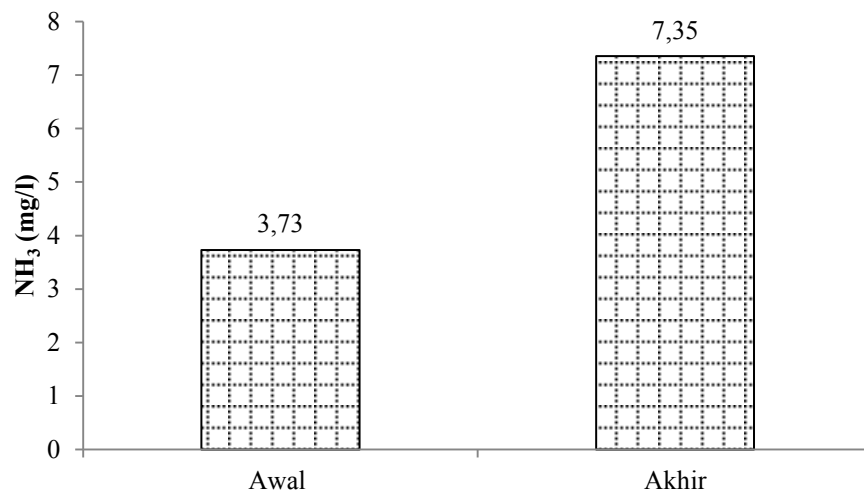
Gambar 6. Perbandingan nilai pH

Berdasarkan hasil pengamatan (Gambar 6), terjadi penurunan pH pada air limbah setelah melalui proses filtrasi dengan media arang sekam dan arang kayu. Meskipun air masih berada dalam kondisi basa, perubahan ini menunjukkan kecenderungan menuju nilai yang lebih netral. Penurunan pH ini diduga terjadi karena kemampuan arang dalam menyerap ion-ion penyebab alkalinitas. Arang sekam maupun arang kayu memiliki luas permukaan dan pori-pori yang besar, sehingga mampu mengikat zat kimia tertentu, termasuk senyawa organik dan anorganik yang memengaruhi pH (Asadia dan Karnaningroem, 2018). Dengan demikian, proses filtrasi dapat membantu menyeimbangkan kondisi kimia air limbah dan memberikan kualitas air yang lebih baik (Kuswoyo dan ulimaz, 2022).



Gambar 7. Perbandingan nilai BOD dan COD

Pengamatan terhadap parameter COD dan BOD memperlihatkan adanya kenaikan setelah proses filtrasi. Peningkatan tersebut diduga berasal dari partikel halus atau residu organik pada media arang yang ikut terlarut selama proses penyaringan. Residu ini menambah kandungan organik terlarut dalam air sehingga kebutuhan oksigen, baik secara kimia maupun biologis, ikut bertambah. Beberapa penelitian melaporkan bahwa arang berbahan organik, seperti sekam padi atau kayu, memang masih menyisakan senyawa yang mudah larut ke dalam air (Agrawal dkk, 2017).

Gambar 8. Perbandingan nilai NH₃

Kadar amonia (NH₃) tercatat meningkat dari 3,73 mg/L menjadi 7,35 mg/L setelah proses filtrasi. Kenaikan ini diduga disebabkan oleh pelepasan senyawa nitrogen yang terdapat pada media arang sekam maupun arang kayu. Senyawa tersebut dapat terurai selama proses filtrasi dan membentuk amonia terlarut di dalam air. Selain itu, kapasitas adsorpsi arang terhadap amonia relatif terbatas sehingga sebagian kandungan tetap berada dalam air.

3.3 Perbandingan dengan Baku Mutu

Air limbah yang telah diuji perlu dibandingkan dengan baku mutu yang ada di wilayah penelitian. Secara umum, hasil pengujian dibagi menjadi dua parameter yaitu fisika dan kimia. Hasil perbandingan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil sebelum dan setelah *treatment*

No	Parameter	Baku Mutu	Pengamatan		Satuan	Hasil Perbandingan
			Awal	Akhir		
a. Parameter fisika						
1	Suhu	Dev 3	24	22,9	°C	Tercapai
2	TSS	100	10,89	6,04	mg/l	Tercapai
3	TDS	1000	1022	1010	mg/l	Tidak tercapai
b. Parameter kimia						
1	pH	6-9	9,7	8,89		Tercapai
2	BOD	2	13	227	mg/l	Tidak tercapai
3	COD	10	21	451	mg/l	Tidak tercapai
4	NH3	0,5	3,73	7,35	mg/l	Tidak tercapai

Keterangan : Baku Mutu bersumber Peraturan Daerah Provinsi Lampung Nomor 11 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air kategori I dengan peruntukan air konsumsi. Dev 3 merupakan penyimpangan 3 unit dari suhu normal air.

Berdasarkan Tabel 1, pengolahan limbah domestik dengan menggunakan metode filtrasi berhasil menurunkan parameter fisika berupa suhu dan nilai TSS. Nilai pH yang merupakan parameter kimia juga berhasil diturunkan. Sedangkan parameter lain seperti nilai BOD, COD, dan NH₃ menunjukkan kenaikan yang tinggi. Nilai TDS menunjukkan penurunan namun tidak sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

Secara keseluruhan, filtrasi dengan media arang sekam dan arang kayu lebih efektif menurunkan parameter fisika seperti suhu, pH, dan TSS, namun tidak memberikan hasil optimal pada parameter kimia, terutama COD dan BOD. Hasil ini mengindikasikan bahwa media arang berperan lebih besar dalam menyaring partikel dan menyeimbangkan pH, tetapi belum mampu mengurangi beban pencemar organik.

3.4 Efektifitas Media Filtrasi

Penggunaan arang sekam dan arang kayu sebagai media filtrasi terlihat lebih efektif pada parameter fisika dibandingkan parameter kimia. Penurunan nilai TSS menunjukkan kemampuan media untuk menyaring partikel tersuspensi, sedangkan perubahan pH ke arah netral menandakan adanya peran adsorpsi dan pertukaran ion pada permukaan arang.

Namun, parameter kimia organik seperti COD dan BOD, media filtrasi belum menunjukkan efektivitas. Nilai keduanya justru meningkat, yang mengindikasikan adanya pelepasan senyawa organik terlarut dari media arang ke dalam air. Hal yang sama juga terlihat pada kadar amonia (NH_3) dan TDS yang masih berada di atas atau mendekati ambang batas.

Hasil ini membuktikan bahwa arang lebih berfungsi sebagai penyaring partikel padat dan penyeimbang pH, namun belum mampu menurunkan beban pencemar organik. Oleh karena itu, efektivitas metode filtrasi dengan media arang masih terbatas, dan kombinasi dengan metode lain seperti pengolahan biologis, aerasi, atau penggunaan media filtrasi berlapis diperlukan agar kualitas air limbah dapat memenuhi baku mutu yang berlaku.

4. Kesimpulan

Analisis kualitas air limbah domestik menunjukkan bahwa perlakuan filtrasi dengan media arang sekam dan arang kayu halus mampu memperbaiki beberapa parameter, terutama pada aspek fisika. TSS berhasil ditekan hingga di bawah ambang batas baku mutu, pH bergerak mendekati kondisi netral, dan suhu tetap berada dalam rentang baku mutu. media arang sekam dan arang kayu halus berpotensi menjadi alternatif pengolahan limbah yang sederhana dan murah, terutama untuk memperbaiki parameter fisika air limbah. Akan tetapi, efektivitasnya terhadap parameter kimia masih terbatas sehingga diperlukan kombinasi dengan metode pengolahan lain agar hasilnya lebih optimal.

Daftar Pustaka

- Agrawal, V.R., Vairagade, V.S., & Kedar, A.P. (2017). Activated Carbon as Adsorbent In Advance Treatment of Wastewater. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*. 14(4) 36-40.
- Akeli, M.W.O.C., Potalangi, N.O., Untu, S.D., Tumbel, S.L. (2020). Fitoremediasi tumbuhan Eceng Gondok dan Apu-Apu Terhadap Air Limbah Pabrik Pengolahan Tepung Kelapa PT. Royal Coconut Gorontalo. *Jurnal majalah Info Sains*. 1(1) 1-10.
- Das, S., Mishra, S., & Sahu, H. (2023). A review of activated carbon to counteract the effect of iron toxicity on the environment. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 5, 86-97.
- Kuswoyo, A., & Ulimaz, A. (2022). Pengaruh Jenis dan Ketebalan Karbon Aktif pada Sistem Constructed Wetlands untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 173-181.
- Martini, S., Yuliwati, E., & Kharismadewi, D. (2020). Pembuatan Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. *Jurnal Distilasi*, 5(2), 26-33.
- Nababan, D., Ester, M., Sitorus, J., Elisabeth, I., Etalia, N., & Brahmana, B. (2019). Kemampuan Biofilter Anaerob Berdasarkan Jenis Media dalam Pengolahan Air Limbah Domestik Tahun 2016. *Jurnal Riset Hesti Medan Akper Kesdam I/BB Medan* 4(2), 105–11.

- Nainggolan, A. A., Arbaningrum, R., Nadesya, A., Harliyanti, D. J., & Syaddad, M. A. (2019). Alat Pengolahan Air Baku Sederhana Dengan Sistem Filtrasi. *Widyakala Journal*, 6(1), 12-20.
- Purwoto, S., & Nugroho, W. (2013). Removal klorida, TDS dan besi pada air payau melalui penukar ion dan filtrasi campuran zeolit aktif dengan karbon aktif. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 11(1), 47-59.
- Putra, A. Y., & Mairizki, F. (2020). Penentuan Kandungan Logam Berat Pada Air Tanah Di Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau. *Jurnal Katalisator*, 5(1), 47-53.
- Ratnawati, R., & Kholif, M. Al. (2018). Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 10(72), 1-14.
- Zhang, X., Guo, W., Ngo, H. H., Wen, H., Li, N., & Wu, W. (2016). Performance evaluation of powdered activated carbon for removing 28 types of antibiotics from water. *Journal of Environmental Management*, 172, 193-200.