

Efektivitas Karbon Aktif Terhadap TSS, TDS, Dan pH Air Sungai Mahakam

Nabilah Wadi'ah¹⁾, Masda Pandiangan¹⁾, Sulau Irlamaida¹⁾, Atin Nuryadin¹⁾, Lambang Subagiyo¹⁾

¹⁾Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Indonesia

^{*)}Correspondence email: n.wadiah01@gmail.com

Abstrak

Pencemaran air sungai akibat aktivitas domestik dan industri merupakan permasalahan serius yang memerlukan penanganan efektif dan ramah lingkungan. Pencemaran air sungai dapat dideteksi melalui pengukuran Potential of Hydrogen (pH), Total Dissolved Solids (TDS), dan Total Suspended Solids (TSS). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas karbon aktif dalam menurunkan TSS, TDS, dan menstabilkan pH pada air sungai Mahakam. Metode eksperimen digunakan dengan variasi massa karbon aktif dan waktu kontak untuk mengamati perubahan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif meningkatkan nilai pH dari 7,24 menjadi 8,14, yang menunjukkan kondisi air menjadi lebih basa namun masih berada dalam kisaran normal. Nilai TSS menurun dari 870 mg/L menjadi 482,1 mg/L, menandakan efektivitas karbon aktif dalam mengurangi padatan tersuspensi. Namun demikian, nilai TDS meningkat dari 431 mg/L menjadi 533 mg/L, peningkatan TDS ini diduga disebabkan oleh kontaminan pada adsorben atau proses aktivasi yang belum optimal. Hasil penelitian menegaskan potensi karbon aktif sebagai solusi pra-pengolahan air yang efisien, berbiaya rendah, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Karbon Aktif, Adsorpsi, Kualitas Air, TDS, TSS, pH, Air Sungai

PENDAHULUAN

Air sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Sumber air ini dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, baik domestik, pertanian, maupun industri. Namun, peningkatan jumlah penduduk serta aktivitas antropogenik seperti pembuangan limbah domestik dan industri telah menyebabkan penurunan kualitas air secara signifikan (Sutrisno et al., 2025). Salah satu wilayah yang memiliki potensi sumber daya air sungai yang besar adalah Kalimantan Timur, yang terdiri dari beragam topografi seperti pegunungan, dataran rendah, rawa, dan danau. Sungai Mahakam, dengan panjang sekitar 920 km, merupakan sungai terpanjang dan terpenting di wilayah ini (Pratama, 2025). Sungai Mahakam memainkan peran vital dalam menunjang kehidupan masyarakat sekitarnya. Namun, pertumbuhan penduduk yang pesat dan rendahnya kepedulian terhadap lingkungan menyebabkan meningkatnya pencemaran air, terutama akibat aktivitas domestik dan industri yang dilakukan di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) (Pramaningsih et al., 2023). Akumulasi bahan pencemar dalam air sungai dapat dideteksi melalui berbagai parameter fisiokimia, antara lain potential of hydrogen (pH), total dissolved solids (TDS), dan total suspended solids (TSS), yang semuanya memiliki dampak langsung terhadap ekosistem perairan dan kesehatan manusia apabila air tersebut dikonsumsi atau digunakan dalam aktivitas sehari-hari (Zahra, 2023). Parameter pH menunjukkan tingkat keasaman atau kebasaan air, di mana perubahan ekstrem dapat mengganggu kehidupan biota akuatik. TDS menggambarkan konsentrasi senyawa terlarut seperti mineral, garam, dan logam berat dalam air yang, jika melebihi ambang batas, dapat mengganggu rasa, kejernihan, serta menimbulkan efek toksik (Ainayah Alfatihah et al., 2022). Sementara itu, TSS mengacu pada partikel padat tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan dan menghambat proses fotosintesis organisme air. Nilai TDS dan TSS yang tinggi biasanya menjadi indikator pencemaran dari limbah domestik, pertanian, atau konstruksi (Zakaria

et al., 2023). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010, pencemaran air didefinisikan sebagai masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air yang menyebabkan turunnya mutu air hingga tidak sesuai lagi dengan baku mutu yang telah ditetapkan (Asrori, 2021). Air limbah, yang merupakan sisa dari kegiatan rumah tangga atau industri, terdiri dari dua jenis yaitu domestik dan non-domestik. Air limbah domestik sendiri terbagi menjadi limbah kaku dan non-kaku, yang sering kali dibuang langsung ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu (Bakkara & Purnomo, 2022). Salah satu metode pengolahan limbah yang dapat digunakan untuk mengurangi kandungan pencemar adalah metode adsorpsi (Pratiwi & Indah Agus Setiorini, 2023). Metode adsorpsi merupakan teknik sederhana, efektif, dan ekonomis untuk menghilangkan kontaminan dari air melalui interaksi fisik dan kimia antara permukaan adsorben dan zat terlarut, seperti gaya van der Waals, ikatan hidrogen, serta interaksi elektrostatik (Miranda et al., 2024). Karbon aktif menjadi adsorben yang banyak digunakan karena memiliki luas permukaan tinggi, struktur pori kompleks, serta gugus fungsi aktif seperti hidroksil (-OH), karboksil (-COOH), dan karbonil (C=O) yang efektif mengikat senyawa organik maupun ion logam (Astuti et al., 2018; Setiawan et al., 2021). Bahan ini dapat diproduksi dari sumber alami seperti tempurung kelapa, kayu, dan limbah pertanian melalui aktivasi fisika atau kimia untuk membentuk mikropori yang mampu menyerap TDS dan TSS secara efisien (Legiso et al., 2019; Pratiwi & Indah Agus Setiorini, 2023). Selain menormalkan pH air, pemanfaatan karbon aktif berbasis limbah lokal juga mendukung prinsip pengolahan air yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas karbon aktif komersial dalam menurunkan nilai *Total Suspended Solids* (TSS), *Total Dissolved Solids* (TDS), serta menstabilkan pH pada air sungai Mahakam di Kalimantan Timur. Penelitian ini penting dilakukan karena pencemaran air sungai berdampak langsung terhadap ekosistem perairan dan kesehatan masyarakat. Selain itu, solusi pengolahan air yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan seperti karbon aktif sangat dibutuhkan, terutama di wilayah-wilayah dengan keterbatasan infrastruktur pengolahan limbah. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan kondisi air sungai sebelum dan sesudah kontak dengan karbon aktif tanpa pengadukan, serta dilakukan pengukuran parameter kualitas air menggunakan alat multiparameter dan metode gravimetri.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini memanfaatkan berbagai alat dan bahan untuk mengukur parameter kualitas air, meliputi pH, TDS, dan TSS. Untuk pengukuran pH dan TDS, digunakan gelas beaker berkapasitas 100 mL (merek Iwaki) dan 250 mL (merek Pyrexo), serta perangkat multiparameter portabel XS Revio yang mampu mengukur sejumlah parameter seperti pH, mV, ORP, ISE, konduktivitas, TDS, salinitas, resistivitas, oksigen terlarut, dan suhu. Bahan yang digunakan pada tahap ini adalah sampel air sungai dan karbon aktif komersial bermerek KDK dengan ukuran partikel 8×30 mesh. Lokasi pengambilan sampel berada pada koordinat 0.509176° LS dan 117.156637° BT di Kota Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia. Untuk pengukuran TSS, perangkat yang digunakan mencakup oven, desikator, gelas beaker 100 mL dan 250 mL (masing-masing merek Iwaki dan Pyrexo), erlenmeyer, corong kaca, serta timbangan analitik bermerek Kalstein. Sementara bahan yang digunakan terdiri dari air sungai, karbon aktif komersial merek KDK, dan kertas saring dalam bentuk lembaran.

Prosedur Kerja

Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel air sungai yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, yaitu sebelum dan sesudah dikontakkan dengan karbon aktif. Untuk perlakuan

awal, sampel digunakan langsung dalam pengukuran parameter kualitas air (pH, TDS, dan TSS). Sementara itu, perlakuan lanjutan dilakukan dengan mengontakkan 200 mL sampel air sungai dengan karbon aktif komersial dalam gelas beaker selama 1 jam tanpa pengadukan. Setelah proses kontak selesai, sampel yang digunakan adalah 100 ml untuk dianalisis dengan parameter yang sama. Persiapan kertas saring untuk analisis TSS dilakukan dengan memotong kertas saring lembaran menjadi bentuk lingkaran, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100 °C selama ± 1 jam untuk menghilangkan kelembapan. Setelah itu, kertas didinginkan dalam desikator dan ditimbang menggunakan timbangan analitik untuk mendapatkan bobot awal. Sebelum digunakan, kertas saring disemprot dengan aquades agar menempel sempurna pada corong kaca, sehingga proses filtrasi dapat berjalan optimal tanpa merusak kertas. Selanjutnya, sampel air sungai sebanyak 100 mL dituangkan ke dalam corong yang terpasang pada erlenmeyer. Setelah proses penyaringan selesai, kertas saring dikeringkan kembali di oven, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang ulang untuk memperoleh bobot akhir.

Pengukuran Parameter Kualitas Air

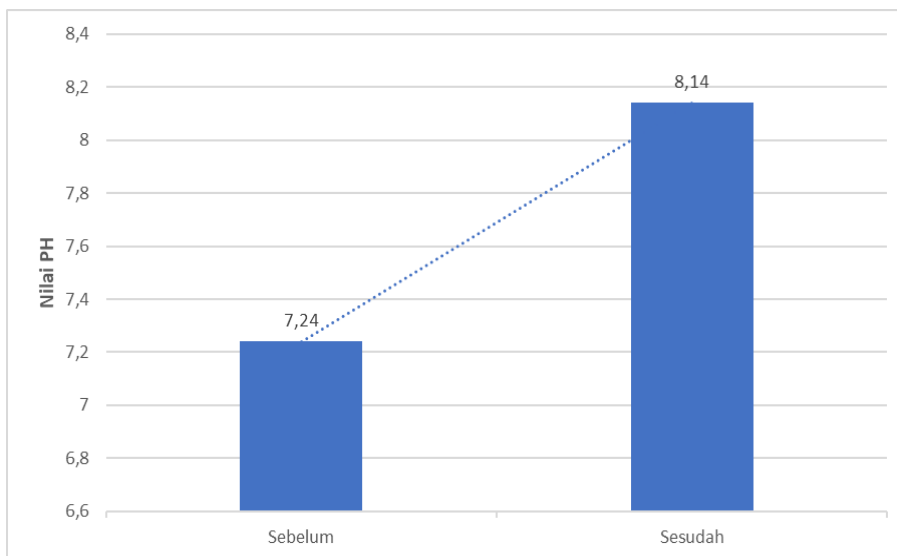
Pengukuran parameter kualitas air dilakukan terhadap pH, TDS, dan TSS pada dua kondisi, yaitu sebelum dan sesudah perlakuan dengan karbon aktif. Seluruh pengujian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017) sebagai tolok ukur kualitas air. Parameter pH dan TDS diukur menggunakan alat multiparameter portabel XS Revio sesuai prosedur SNI 06-6989.11-2004 untuk pH dan SNI 06-6989.27-2005 untuk TDS. Sebanyak 100 mL sampel dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian elektroda multiparameter dicelupkan ke dalam sampel. Setelah pembacaan stabil, nilai pH dan TDS dicatat. Parameter TSS diukur menggunakan metode gravimetri mengacu pada SNI 06-6989.3-2004 atau APHA 2540 D, yaitu dengan menghitung selisih massa kertas saring sebelum dan sesudah proses filtrasi. Nilai TSS dihitung berdasarkan Persamaan (1), yang merepresentasikan massa partikel tersuspensi per volume sampel dalam satuan mg/L, dimana W_1 adalah massa kertas saring sebelum filtrasi (mg), W_2 massa kertas saring setelah filtrasi dan pengeringan (mg), dan V adalah volume sampel (L)

$$TSS = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots(1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Karbon Aktif terhadap pH Air Sungai

Pengukuran pH bertujuan untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaaan air sungai sebelum dan sesudah perlakuan dengan karbon aktif. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Gambar 1.

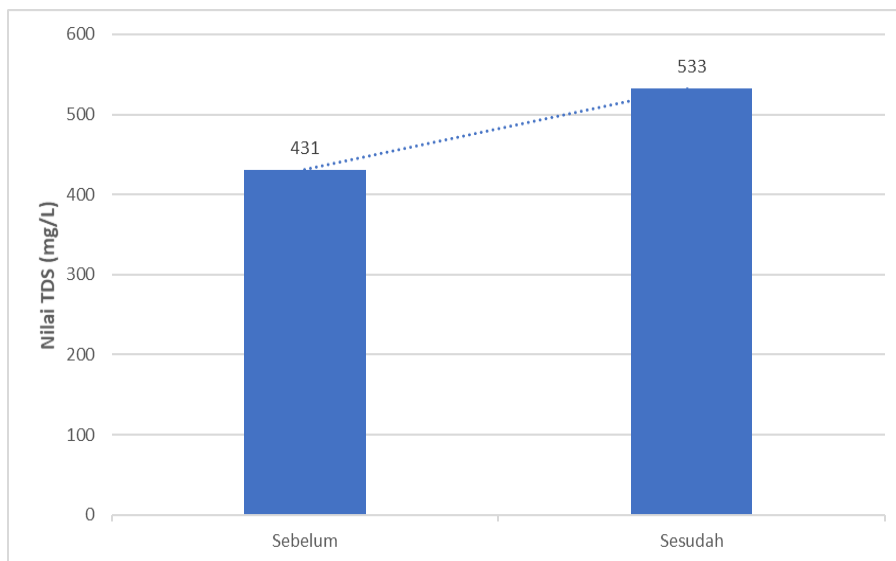


Gambar 1. Grafik Pengaruh Karbon Aktif terhadap pH Sampel Air Sungai

Berdasarkan hasil pada Gambar 1, nilai pH awal air sungai tercatat sebesar 7,24 yang masih berada pada kisaran netral. Setelah perlakuan dengan karbon aktif, nilai pH meningkat menjadi 8,14. Kenaikan ini menunjukkan bahwa karbon aktif berperan dalam menetralkan zat asam dalam air, sehingga kondisi air menjadi sedikit basa (Miarti & Anike, 2022). Secara fisika-kimia, proses ini terjadi karena adanya adsorpsi ion H^+ pada permukaan karbon aktif yang bermuatan negatif, serta pertukaran ion antara ion H^+ dalam air dengan ion logam alkali seperti K^+ , Na^+ , atau Ca^{2+} yang terdapat pada permukaan karbon aktif. Selain itu, gugus fungsi basa seperti hidroksil ($-OH$) dan karbonil ($C=O$) pada permukaan karbon aktif dapat berinteraksi dengan ion asam, menurunkan konsentrasi ion H^+ bebas dalam larutan (Irawan et al., 2016). Proses ini menghasilkan kondisi air yang lebih basa, namun nilai pH yang diperoleh masih berada dalam batas aman bagi biota perairan (I. Patty et al., 2018). Kenaikan pH air sungai menjadi 8,14 menunjukkan bahwa karbon aktif efektif dalam menetralisasi zat asam sehingga meningkatkan kualitas air dan menciptakan kondisi yang lebih basa secara moderat. Kondisi ini sangat menguntungkan bagi berbagai organisme akuatik seperti ikan, kerang, dan plankton, karena pH yang stabil dalam rentang tersebut mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan biota perairan (Faisal et al., 2022). Namun, meskipun nilai pH ini masih dalam kisaran aman, apabila nilai pH terus meningkat mendekati atau melebihi 8,5, hal ini dapat menyebabkan stres fisiologis pada beberapa organisme air seperti udang dan ikan. Kenaikan pH yang berlebihan berpotensi mengganggu proses respirasi, metabolisme, serta mengurangi daya tahan tubuh biota tersebut. Selain itu, organisme yang sensitif terhadap perubahan pH, seperti makroalga dan plankton, dapat mengalami gangguan pada metabolisme dan mekanisme homeostasis, khususnya dalam pengaturan osmoregulasi, apabila pH berada di luar kisaran optimal (P. Pinontoan et al., 2018).

Pengaruh Karbon Aktif terhadap TDS

Pengukuran TDS dilakukan untuk menilai apakah karbon aktif dapat menurunkan konsentrasi zat terlarut yang dapat mempengaruhi rasa, kejernihan, dan keamanan air sungai. Hasil pengukuran TDS dapat dilihat pada Gambar 2.

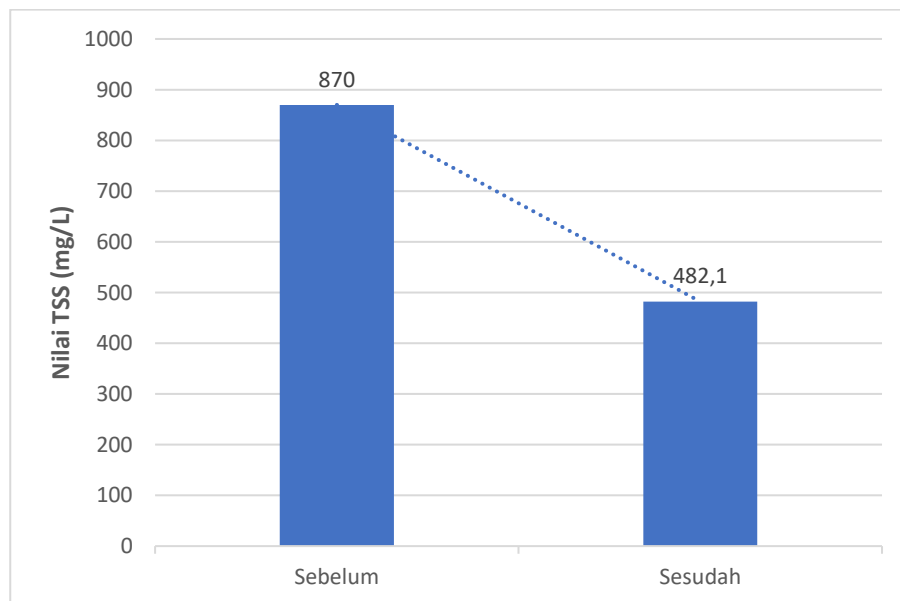


Gambar 2. Grafik Pengaruh Karbon Aktif terhadap TDS sampel air sungai

Dari grafik di atas menunjukkan nilai TDS mengalami peningkatan dari 431 mg/L menjadi 533 mg/L setelah perlakuan karbon aktif. Peningkatan ini diduga kuat berasal dari kontaminan atau sisa-sisa aktivator kimia yang belum sepenuhnya bersih dalam karbon aktif (Nurmalasari et al., 2019). Selain itu, kemungkinan karbon aktif melepaskan ion atau mineral ke dalam air selama proses adsorpsi juga menjadi penyebab naiknya kadar TDS (Ariani et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif tidak selalu bersifat inert dan harus melewati tahap aktivasi serta pencucian yang optimal sebelum digunakan (Permatasari et al., 2023). Secara ideal, nilai TDS diharapkan menurun karena karbon aktif berfungsi untuk mengadsorpsi zat-zat terlarut dalam air (Kusniati, 2023). Namun, hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai TDS dari 431 mg/L menjadi 533 mg/L setelah perlakuan karbon aktif. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa karbon aktif yang digunakan belum melalui proses aktivasi atau pencucian yang optimal, sehingga masih melepaskan sisa-sisa ion atau mineral dari bahan bakunya ke dalam air, seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} (Ariani et al., 2020). Hal ini juga menunjukkan bahwa karbon aktif tidak selalu bersifat inert dan dapat menjadi sumber kontaminan baru apabila tidak dipersiapkan dengan baik (Nurmalasari et al., 2019). Meskipun demikian, temuan ini memiliki nilai penting karena memberikan gambaran bahwa efektivitas karbon aktif tidak hanya ditentukan oleh keberadaannya sebagai adsorben, tetapi sangat bergantung pada kualitas proses aktivasi dan pencuciannya (Wahyuni et al., 2023). Oleh karena itu, hasil ini menjadi masukan penting untuk perbaikan metode preparasi karbon aktif ke depan agar mampu menurunkan TDS secara signifikan dan mencegah kontaminasi sekunder yang tidak diinginkan (Hydhat et al., 2022).

Pengaruh Karbon Aktif terhadap TSS

Tujuan pengukuran TSS adalah menilai kemampuan karbon aktif dalam menyaring atau mengadsorpsi partikel fisik dari air sungai. Hasil pengukuran TSS dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Karbon Aktif terhadap TSS Sampel Air Sungai

Dari grafik di atas menunjukkan nilai TSS mengalami penurunan yang paling signifikan. Awalnya, nilai TSS dalam air sungai adalah sebesar 870 mg/L. Setelah dilakukan perlakuan dengan karbon aktif selama 1 jam, nilai TSS menurun menjadi 482,1 mg/L. Penurunan ini menunjukkan efektivitas karbon aktif dalam mengikat partikel tersuspensi dan menyaring partikel padat dari air (Sari & Kusniawati, 2022). Karbon aktif memiliki permukaan luas dan struktur pori yang mampu menjebak partikel-partikel padat tersebut secara fisik (Dewi et al., 2021; Lubis et al., 2020). Kelebihan dari penggunaan karbon aktif dalam menurunkan TSS adalah kemampuannya menyerap dan menjebak partikel padat tersuspensi secara efektif, berkat luas permukaan yang besar dan struktur pori-pori yang kompleks. Karakteristik ini menjadikan karbon aktif sangat cocok untuk digunakan dalam tahap awal pengolahan air guna menurunkan kekeruhan dan meningkatkan kejernihan secara signifikan (Susanto et al., 2025). Namun, karbon aktif memiliki keterbatasan terhadap partikel yang sangat halus atau bersifat koloid, yang dapat lolos dari proses adsorpsi. Selain itu, efektivitasnya cenderung menurun seiring waktu karena pori-pori dapat tersumbat oleh partikel yang telah teradsorpsi, sehingga diperlukan proses regenerasi atau penggantian secara berkala. Efisiensi penurunan TSS juga sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel, durasi kontak, dan kualitas awal adsorben yang digunakan (Lingkungan et al., 2024).

Perbandingan Hasil Penelitian dengan Artikel Sebelumnya

Hasil perbandingan antara penelitian ini dan lima penelitian sebelumnya terkait efektivitas karbon aktif dalam mengurangi pH, TDS, dan TSS dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Penelitian ini dengan Penelitian Sebelumnya

No	Nama Peneliti	Media Karbon Aktif	pH	TSS (mg/L)	TDS (mg/L)	Catatan
1.	Penelitian saat ini	Komersial (KDK, 8 × 30 mesh)	7,24 → 8,14	870 → 482,1	431 → 533	TDS meningkat
2.	(Kusniati, 2023)	Sekam Padi	4,46 → 6,5 - 7,5	23 → 15 - 2	250 → 140 - 60	Efektif menurunkan COD & logam berat, cocok untuk pengolahan air limbah domestik.
3.	(Miarti & Anike, 2022)	Tongkol Jagung	5,2 → 5,9	718 → 126	884 → 112	Efektif terhadap TSS dan TDS; cocok untuk limbah cair ringan; pH tetap rendah.
4.	(Sari & Kusniawati, 2022)	Tempurung Kelapa Sawit	-	38,48 → 14,40 - 20,04	106 → 68 - 83	Adsorben belum optimal; efisiensi penurunan tidak signifikan pada beberapa dosis.
5.	(Pratiwi & Indah Agus Setiorini, 2023)	Kulit Jagung	6,0 → 6,9 - 7,2	19 → 16 - 10	200 → 170 - 100	Efektif terhadap warna, COD, TSS, dan TDS; baik untuk air sungai tercemar ringan.
6.	(Christiany et al., 2019)	Arang Aktif	Stabil (6-9)	12 → 1	~stabil	Efektif terhadap warna & COD; pengaruh kecil terhadap TDS dan pH; cocok untuk industri tekstil.

Dari tabel perbandingan dapat disimpulkan bahwa efektivitas karbon aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan proses aktivasi yang tepat. Pemantauan pH dan TDS pascaperlakuan penting untuk mencegah pelepasan kembali senyawa terlarut. Karbon aktif komersial menunjukkan efektivitas tinggi dalam menurunkan TSS, namun kurang optimal pada TDS karena terjadi peningkatan setelah perlakuan. Dengan demikian, karbon aktif ini terbaik untuk menurunkan TSS dan relatif aman terhadap pH, tetapi kurang ideal untuk menurunkan TDS.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa karbon aktif efektif meningkatkan kualitas air sungai berdasarkan pengujian parameter pH, TDS, dan TSS yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan APHA (2017). Nilai TSS menurun dari 870 mg/L menjadi 482,1 mg/L sesuai metode SNI 06-6989.3-2004 / APHA 2540 D, sedangkan pH meningkat dari 7,24 menjadi 8,14, masih dalam kisaran aman bagi biota air menurut SNI 06-6989.11-2004. Meskipun TDS meningkat dari 431 mg/L menjadi 533 mg/L, nilainya masih di bawah ambang batas kualitas air bersih berdasarkan SNI 06-6989.27-2005. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan potensi karbon aktif sebagai teknologi pengolahan awal air yang sederhana, efektif, dan berkelanjutan sesuai standar mutu air yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainayah Alfatihah, Latuconsina, H., & Hamdani Dwi Prasetyo. (2022). Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. *AQUACOASTMARINE: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2), 76–84. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.9174>
- Ariani, D., Nurhasanah, N., & Nurhanisa, M. (2020). Analisis Kandungan TDS dan Mineral pada Air Hujan untuk Konsumsi dengan Penambahan Karbon Aktif Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* L.). *Prisma Fisika*, 8(1), 10. <https://doi.org/10.26418/pf.v8i1.39848>
- Asrori, M. K. (2021). Pemetaan Kualitas Air Sungai Di Surabaya. *Jurnal Envirotek*, 13(2), 41–47. <https://doi.org/10.33005/envirotek.v13i2.127>
- Astuti, W., Dwi Handayani, A., & Wulandari, D. A. (2018). Adsorpsi Methyl Violet oleh Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa dengan Aktivator ZnCl₂ Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(2), 189–199. <https://doi.org/10.23955/rkl.v13i2.11945>
- Bakkara, C. G., & Purnomo, A. (2022). Kajian Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Terpusat di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 11(3). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i3.90486>
- Christiany, A., Suprihatin, & Indrasti, N. S. (2019). Technical and economical potential of textile industry effluent wastewater treatment plant for water re-use using carbon active application. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(2), 229–240. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.2.229-240>
- Dewi, R., Azhari, A., & Nofriadi, I. (2021). Aktivasi Karbon Dari Kulit Pinang Dengan Menggunakan Aktivator Kimia Koh. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 12. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3351>
- Faisal, T. M., Bahri, S., Putriningtias, A., & Harahap, A. (2022). Kualitas perairan di daerah pesisir Pulau Ujung Perling, Kota Langsa, Aceh. *Habitus Aquatica*, 2(2), 95–99. <https://doi.org/10.29244/haj.2.1.95>
- Hydhayat, Y. W., Rifai, M. A. S. A., & Sani, S. (2022). Karbon Aktif Dari Limbah Daun Jati Menggunakan Aktivator Larutan Koh. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(2), 87–92. https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v16i2.3050
- I Patty, S., & Akbar, N. (2018). Kondisi Suhu, Salinitas, pH dan Oksigen Terlarut di Perairan Terumbu Karang Ternate, Tidore dan Sekitarnya. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.33387/jikk.v1i2.891>
- Irawan, A., Rahmayetty, R., Sari, N. K., & Utami, S. (2016). Pengaruh Aktivator Kimia Pada Performansi Bioadsorben Dari Karbon Tempurung Kelapa Sebagai Penjernih Air Sumur. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(1), 103. <https://doi.org/10.36055/tjst.v12i1.6620>
- Kusniati, E. (2023). 20 -01-2023. 2(10), 4183–4198.
- Legiso, Juniar, H., & Sari, U. M. (2019). Perbandingan Efektivitas Karbon Aktif Sekam Padi Dan Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Pada Pengolahan Air Sungai Enim. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2019*, 1–13.
- Lingkungan, J. I., Rahayu, D. E., Meicahayanti, I., Sukmono, Y., Winarno, A., Pratama, F., Adzuari, F. R., & Aqsha, M. (2024). Perancangan dan Modifikasi Roughing Filter – Aerasi sebagai Unit Pengolahan Air Kolam di Wisata Kampoenng Sawah Zwageri Borneo. 22(5), 1299–1307. <https://doi.org/10.14710/jil.22.5.1299-1307>
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 3(2), 67. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v3i2.19531>
- Miarti, A., & Anike, R. S. (2022). Efektifitas Karbon Aktif Tongkol Jagung terhadap Kadar

- pH, TSS dan TDS pada Limbah Cair PT Perta Samtan Gas. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 13(1), 18–24. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v13i01.139>
- Miranda, V., Nugroho, W., Magdalena, H., Dina Devy, S., & Hasan, H. (2024). Efektivitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa terhadap Kandungan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) serta pH pada Pengelolaan Air Asam Tambang Batubara. *Jurnal Inovasi Global*, 2(2), 214–228. <https://doi.org/10.58344/jig.v2i2.55>
- Nurmalasari, D. P., Susilowati, Yuliestyan, A., & Budiaman, I. G. S. (2019). Influence of Sodium Carbonate Activator Concentration and Activated Carbon Size on The Reduction of Total Dissolved Solid (TDS) and Chemical Oxygen Demand (COD) of Water. *Jurnal Kejuangan*, April, 1–7.
- Permatasari, R. R. A. P., Permata, A. N., & Takwanto, A. (2023). Studi Awal Pengaruh Kombinasi Waktu Perendaman ZnCl₂ dan KOH dalam Proses Aktivasi Karbon dari Kayu Halaban. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 5(2), 98–104. <https://doi.org/10.33795/distilat.v5i2.38>
- Pramaningsih, V., Yuliatwati, R., Sukisman, S., Hansen, H., Suhelmi, R., & Daramusseng, A. (2023). Indek Kualitas Air dan Dampak terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar Sungai Karang Mumus, Samarinda. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 313–319. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.313-319>
- Pratama, A. (2025). Strategi Kampanye Digital Facebook: Gerakan Memungut Sehelai Sampah Sungai Karang Mumus Samarinda. *Jurnal Education and Development*, 13(1), 127–131.
- Pratiwi, I., & Indah Agus Setiorini. (2023). Penurunan Nilai pH, COD, TDS, TSS pada Air Sungai Menggunakan Limbah Kulit Jagung melalui Adsorben. *Jurnal Redoks*, 8(1), 55–62. <https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.10830>
- Sari, M. I., & Kusniawati, E. (2022). Penurunan Kadar TSS dan TDS pada Air Sungai Lematang Menggunakan Tempurung Kelapa Sawit (*Elaeis oleifera*) sebagai Media Filtrasi. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 13(1), 11–17. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v13i01.138>
- Setiawan, A., Bawafi, M. I. A., Ramadani, T. A., & Santiasih, I. (2021). Sintesis Karbon Aktif Limbah Lumpur Aktif Industri Gula sebagai Adsorben Limbah Logam Berat Cu(II). *Teknik*, 42(1), 316–324. <https://doi.org/10.14710/teknik.v42i3.36031>
- Susanto, L. M., Rahmatulloh, A., & Endarto, S. J. (2025). Pengolahan Limbah Cair Tekstil dengan Memanfaatkan Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif Menggunakan Aktivator Natrium Hidroksida (NaOH). *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 11(1), 01–09. <https://doi.org/10.33795/distilat.v11i1.6893>
- Sutrisno, Rukmini, Amin, R., Nasirudin, & Silviani. (2025). Analisis Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Sungai Bangkok di Kecamatan Gempol Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *E-Jurnal Sumberdaya Dan Lingkungan*, 14(1), 1–14.
- Wahyuni, D., Harmawanda, S., Nurhanisa, M., Hasanuddin, H., Zulfian, Z., & Nurhasanah, N. (2023). Efektivitas Karbon Aktif dari Limbah Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan Variasi Aktivator Asam Klorida dalam Penyerapan Logam Besi pada Air Gambut. *Jurnal Fisika*, 13(1), 10–19. <https://doi.org/10.15294/jf.v13i1.42778>
- Zahra, J. A. (2023). Analisis Sifat Fisika dan Kimia Air Sungai Tempuran Langsur-Samin pada Tata Guna Lahan yang Berbeda. *Jurnal Ekosains*, 15(1), 1–9.
- Zakaria, A., Fadela, D. M., Lestari, E. S., Tambunan, J. A. M., Aynuddin, A., Fachrurrazie, F., & Razak, R. S. (2023). Penentuan Kondisi Optimum Koagulan Poli Alumunium Klorida Metode Jar Test Berdasarkan Penurunan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah menggunakan Response Surface Method. *Warta Akab*, 47(1), 28–32. <https://doi.org/10.55075/wa.v47i1.181>