



PEMANFAATAN ARANG AKTIF AKAR BAKAU DAN CANGKANG KERANG DARA (*Anadara granosa*) SEBAGAI FILTER AIR

*Application of Activated Carbon Derived from Mangrove Roots and Blood Cockle
(Anadara granosa) Shells for Water Filtration*

Muhammad Al Fiqhri¹⁾, Yulia Oktavia^{2*)}, Azwin Apriandi¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas
Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang, 29115, Indonesia

²⁾Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya,
30662, Indonesia

*Korespondensi : yuliaoktavia@unsri.ac.id

Diterima 14 April 2026; Disetujui 27 April 2026

ABSTRACT

Dug well water in the study area (Tanjungpinang) shows poor water quality and does not meet drinking water standards, particularly for iron (Fe), cadmium (Cd), ammonia, turbidity, and pH parameters. This study aimed to evaluate the effectiveness of green filtration media, namely *Anadara granosa* (cockle shell), *Rhizophora mucronata* (mangrove root), activated carbon, and their combination, in improving dug well water quality. The experimental design consisted of three treatment groups (A1, A2, and A3) and a control (A0), each conducted in triplicate. The analyzed parameters included Fe, Cd, ammonia, turbidity, and pH. The results showed that all treatments significantly reduced Fe and Cd concentrations (>99% Fe removal). However, mangrove root activated carbon (A2) exhibited the highest efficiency in reducing Fe and turbidity. Cockle shell (A1) was more effective in increasing pH due to its calcium carbonate content, while the combined treatment (A3) did not consistently improve performance, likely due to interactions between media that reduced adsorption efficiency and filtration effectiveness. For ammonia removal, A1 showed the highest efficiency, whereas A2 and A3 demonstrated low removal performance. Overall, single-media filtration systems were more effective than the combined system in improving dug well water quality in accordance with Indonesian Ministry of Health Regulation No. 492/2010 on drinking water quality standards.

Keywords: Activated Carbon, Cockle Shell, Dug Well Water, Filtration, Water Quality

ABSTRAK

Air sumur gali di beberapa wilayah Tanjungpinang, masih menunjukkan kualitas yang belum memenuhi standar baku mutu air bersih, terutama pada parameter besi (Fe), kadmium (Cd), amonia, kekeruhan, dan pH. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas cangkang kerang dara (*Anadara granosa*), karbon aktif akar bakau (*Rhizophora mucronata*), serta kombinasi keduanya sebagai media filtrasi dalam meningkatkan kualitas air sumur gali. Metode penelitian menggunakan eksperimen dengan tiga perlakuan filtrasi (A1, A2, dan A3) serta kontrol (A0) yang dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Parameter yang diuji meliputi Fe, Cd, amonia, kekeruhan, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan mampu menurunkan kadar Fe dan Cd secara signifikan (>99% untuk Fe), namun efektivitas tertinggi dalam penurunan Fe dan kekeruhan ditunjukkan oleh karbon aktif akar bakau (A2). Cangkang kerang dara (A1) lebih efektif dalam meningkatkan pH, sedangkan kombinasi (A3) menunjukkan hasil yang tidak



selalu optimal karena adanya interaksi antarmedia yang dapat menurunkan kinerja adsorpsi dan filtrasi. Pada parameter amonia, A1 merupakan perlakuan paling efektif, sedangkan A2 dan A3 menunjukkan penurunan yang rendah. Secara keseluruhan, penggunaan media filtrasi tunggal lebih efektif dibandingkan dengan kombinasi dalam meningkatkan kualitas air sumur gali sesuai dengan Permenkes RI No. 492 Tahun 2010.

Kata kunci: Air Sumur Gali, Cangkang Kerang Dara, Filtrasi, Karbon Aktif, Kualitas Air

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi kelangsungan hidup manusia yang dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti konsumsi, sanitasi, perikanan, pertanian, dan aktivitas lainnya. Ketersediaan air bersih yang memenuhi syarat kualitas fisik, kimia, dan biologis sangat penting untuk menjaga kesehatan dan kesejahteraan masyarakat.

Di Kota Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau, masyarakat umumnya memperoleh air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan sumur gali. Namun, keterbatasan jangkauan layanan PDAM menyebabkan sebagian masyarakat masih bergantung pada sumur gali sebagai sumber utama air bersih.

Permasalahan yang sering ditemui adalah kualitas air sumur gali yang belum memenuhi standar kelayakan. Air yang dihasilkan sering berwarna kuning dan keruh, yang umumnya disebabkan oleh tingginya kandungan logam besi (Fe) dalam air tanah. Air yang layak dikonsumsi seharusnya tidak mengandung zat berbahaya. Kadar besi yang berlebih dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi pada kulit, mata, serta kerusakan organ dalam (Rahmawanti dan Dony, 2016).

Secara kuantitas, ketersediaan air di Pulau Bintan tergolong mencukupi, yaitu sebesar 2.431.819.623 m³/tahun dibandingkan dengan kebutuhan sebesar

67.726.595 m³/tahun (Santoso, 2015). Namun, penelitian tersebut lebih menekankan pada aspek kuantitas dan belum mengkaji aspek kualitas air. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang berfokus pada kualitas air, terutama di wilayah yang rentan terkontaminasi akibat aktivitas pertambangan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas air adalah filtrasi menggunakan bahan alami. Arang aktif merupakan adsorben yang efektif karena memiliki luas permukaan yang besar dan struktur pori yang mampu menyerap berbagai kontaminan, termasuk logam besi (Fe). Arang aktif dapat dibuat dari berbagai bahan biomassa, termasuk limbah organik seperti akar bakau melalui proses karbonisasi dan aktivasi (Sari dan Mashuri, 2020).

Selain arang aktif, cangkang kerang dara (*Anadara granosa*) juga berpotensi dimanfaatkan sebagai media filtrasi. Cangkang kerang mengandung kalsium karbonat (CaCO₃) yang mampu mengadsorpsi senyawa organik maupun anorganik serta mengikat ion logam dalam air (Pratiwi dan Rasman, 2020).

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan inovasi teknologi sederhana dan mudah diaplikasikan yang memanfaatkan bahan alami untuk meningkatkan kualitas air. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pemanfaatan arang aktif dan cangkang kerang dara sebagai media filter dalam meningkatkan kualitas air sumur gali.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium *Marine Product* Universitas Maritim Raja Ali Haji dan Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas I Batam.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air sumur gali, akar bakau (*Rhizophora mucronata*), cangkang kerang dara (*Anadara granosa*), H_2SO_4 (Merck), dan akuades. Alat yang digunakan yaitu AAS, *turbidity meter*, dan pH meter.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, meliputi preparasi alat filtrasi, preparasi media filtrasi cangkang kerang dara (*Anadara granosa*), pembuatan karbon aktif akar bakau, dan pengaplikasian cangkang kerang dara (*Anadara granosa*) dan karbon aktif akar bakau sebagai media filter air. Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan dan tiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Perlakuan filtrasi diberi kode sebagai berikut:

Tabel 1. Perlakuan filtrasi

No	Perlakuan	Keterangan
1	A0	Air yang belum mengalami perlakuan media filtrasi (kontrol)
2	A1	Media filtrasi cangkang kerang dara
3	A2	Media filtrasi arang aktif akar bakau
4	A3	Media filtrasi kombinasi cangkang kerang dan arang aktif akar bakau

Preparasi Alat Filtrasi

Alat filtrasi dibuat dari balok kayu yang membentuk rak 3 tingkat yang disusun

menyerupai tangga. Pada tiap tingkatan diletakkan ember plastik berbentuk persegi yang dilengkapi kran air untuk mengalirkan air ke ember selanjutnya.

Preparasi Cangkang Kerang Dara (*Anadara granosa*)

Cangkang kerang yang digunakan diperoleh dari restoran dan tempat makan di Kota Tanjungpinang. Cangkang kerang dicuci bersih, selanjutnya cangkang kerang dijemur hingga kering dan dihaluskan hingga berukuran 100 mesh.

Pembuatan Karbon Aktif dari Akar Bakau (Modifikasi (Rahmawanti dan Dony, 2016))

Akar bakau yang digunakan sebagai bahan baku karbon aktif adalah akar bakau yang diperoleh dari tumbuhan bakau yang telah mati di daerah Dompok, Kota Tanjungpinang, Kepulauan Riau. Karbon aktif akar bakau dibuat melalui proses karbonasi. Akar bakau yang telah menjadi karbon selanjutnya dihaluskan hingga berukuran 100 mesh.

Aktivasi karbon dilakukan dengan merendam karbon akar bakau dengan larutan H_2SO_4 2,5% dengan perbandingan karbon 1:3 selama 24 jam. Kemudian karbon dicuci dengan akuades hingga pH netral. Selanjutnya, karbon yang telah diaktivasi dikeringkan dengan oven pada suhu 150 °C selama 45 menit.

Aplikasi Media Filtrasi Cangkang Kerang Dara (*Anadara granosa*) dan Karbon Aktif Akar bakau

1. Perlakuan pertama (A1) menggunakan cangkang kerang dara sebagai media filtrasi. Wadah tingkat pertama disusun dengan cangkang kerang setebal 5 cm, wadah tingkat kedua juga diisi dengan cangkang kerang setebal 5 cm, dan wadah tingkat ketiga dijadikan wadah penampung hasil filtrasi.

2. Perlakuan kedua (A2) menggunakan karbon aktif akar bakau sebagai media filtrasi. Wadah tingkat pertama disusun dengan karbon aktif akar bakau setebal 5 cm, wadah tingkat kedua juga diisi dengan karbon aktif akar bakau dengan ketebalan 5 cm, dan wadah tingkat ketiga dijadikan wadah penampung hasil filtrasi.
3. Perlakuan ketiga (A3) menggunakan gabungan cangkang kerang dara dan karbon aktif akar bakau sebagai media filtrasi. Wadah tingkat pertama disusun dengan cangkang kerang dara setebal 5 cm, wadah tingkat kedua diisi dengan karbon aktif akar dengan ketebalan 5 cm, dan wadah tingkat ketiga dijadikan wadah penampung hasil filtrasi.

Parameter Uji

Parameter uji yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada standar air bersih Permenkes No. 492 Tahun 2010, meliputi uji kandungan besi (Fe), kadmium (Cd), amonia, nilai pH, kekeruhan. Seluruh pengujian ini dilakukan pada air sumur sebelum dan setelah mengalami perlakuan filtrasi.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif komparatif dengan membandingkan dengan penelitian-penelitian filtrasi lainnya. Tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Besi

Besi merupakan salah satu logam yang dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah tertentu untuk mendukung metabolisme

tubuh, namun jika dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat berdampak terhadap kesehatan. Zat besi biasanya masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman. Beberapa sumber air minum, terutama dari sumur, jika tidak melalui proses filtrasi yang baik, terkadang mengandung kadar besi yang tinggi. Hasil uji kadar besi air sumur gali sebelum dan sesudah mendapatkan perlakuan filtrasi disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, nilai kadar besi yang terdapat pada air sumur gali tanpa perlakuan (A0) yaitu 5,71 mg/L, yang menunjukkan bahwa air sumur tersebut tidak layak digunakan karena kandungan besinya tinggi serta kualitas air tersebut tidak memenuhi baku mutu air bersih sesuai Permenkes No. 492 Tahun 2010 dengan ambang batas maksimum kandungan besi dalam air sebesar 0,3 mg/L. Setelah melalui proses filtrasi, terjadi penurunan kadar besi yang sangat signifikan pada semua perlakuan, yaitu lebih dari 99%. Namun demikian, efektivitas masing-masing media filtrasi berbeda jika dilihat dari kadar akhir yang dihasilkan.

Perlakuan A1, kadar besi (Fe) mengalami penurunan yang sangat signifikan dari kondisi awal hingga mencapai 0,02 mg/L dengan efisiensi sebesar 99,73%, sehingga telah memenuhi baku mutu air bersih. Hasil ini menunjukkan bahwa cangkang kerang dara efektif sebagai media filtrasi untuk menurunkan kadar besi dalam air. Cangkang kerang efektif sebagai media filtrasi karena cangkang kerang dapat berfungsi sebagai biosorben logam berat, termasuk besi. penggunaan serbuk cangkang kerang mampu menurunkan kadar Fe hingga mencapai nilai sangat rendah ($<0,013$ mg/L) dengan efisiensi tinggi (Agustine et al., 2023). Cangkang kerang yang kaya CaCO_3 dapat

meningkatkan pH air melalui reaksi pelarutan yang menghasilkan ion karbonat dan bikarbonat.

Peningkatan pH ini sangat penting karena mempengaruhi bentuk kimia besi dalam air. Dalam kondisi pH yang lebih tinggi, besi cenderung mengalami reaksi hidrolisis dan membentuk senyawa yang tidak larut. Peningkatan pH akan meningkatkan efisiensi pengendapan logam dalam larutan. Besi dalam air tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, tetapi dapat diubah menjadi bentuk padatan yang kemudian dipisahkan melalui filtrasi (Nurhilal et al., 2025).

Perlakuan A2 menunjukkan hasil paling optimal dengan kadar besi (Fe) akhir sebesar 0,0054 mg/L dan efisiensi penurunan mencapai 99,9%. Nilai ini merupakan yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga menunjukkan bahwa karbon aktif dari akar bakau sangat efektif sebagai media filtrasi dalam menghilangkan besi dari air. Karbon aktif berbasis biomassa merupakan adsorben yang sangat efektif untuk menghilangkan ion logam berat, termasuk Fe(III), dengan efisiensi tinggi (Elewa et al., 2023). Karbon aktif memiliki gugus fungsi aktif pada permukaannya (seperti $-OH$ dan $-COOH$) yang memungkinkan terjadinya reaksi adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Mekanisme yang terjadi yaitu ion logam Fe akan

terperangkap dalam pori-pori karbon aktif, selanjutnya diikuti adsorpsi kimia yaitu pembentukan ikatan antara ion Fe dan gugus fungsi karbon, selanjutnya terjadi difusi intrapartikel yang menyebabkan ion Fe masuk ke dalam struktur pori karbon aktif (Manjuladevi et al., 2018).

Perlakuan kombinasi (A3), kadar besi (Fe) mengalami penurunan menjadi 0,36 mg/L dengan efisiensi sebesar 99,4%. Meskipun terjadi penurunan yang sangat tinggi, hasil ini belum memenuhi baku mutu karena masih sedikit di atas ambang batas (0,3 mg/L). Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi media filtrasi tidak selalu menghasilkan efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan media filtrasi tunggal, khususnya karbon aktif. Penurunan efektivitas dimungkinkan karena adanya penyumbatan pada pori karbon aktif oleh partikel cangkang kerang. Susunan media filtrasi yang kurang tepat dapat menyebabkan kinerja media filtrasi tidak optimal.

Penggunaan dua media filtrasi berbeda (cangkang kerang dan karbon aktif) memungkinkan terjadinya ketidaksesuaian ukuran pori, hambatan difusi antarlapisan, dan penurunan akses ion Fe ke sisi aktif karbon. Akumulasi zat pada permukaan dan dalam pori dapat menghambat difusi serta menurunkan laju adsorpsi (Valdez-García dan Leyva-Ramos, 2023).

Tabel 2. Kandungan Besi pada Air sumur sebelum dan sesudah memperoleh perlakuan filtrasi

Kode	Kadar (mg/L)	Persentase Penurunan (%)	Keterangan
A0	$5,71 \pm 0,057$	-	Tidak memenuhi syarat
A1	$0,02 \pm 0,00$	99,73	Memenuhi syarat
A2	$0,0054 \pm 0,019$	99,9	Memenuhi syarat
A3	$0,36 \pm 0,001$	99,4	Tidak memenuhi syarat
Ambang batas*	0,3	-	-

*PERMENKES No. 492 tahun 2010

Kandungan Kadmium

Logam kadmium merupakan unsur logam berat yang paling beracun, limbah logam kadmium dalam air tanah

merupakan permasalahan yang perlu ditangani karena dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi manusia, keberadaan logam kadmium pada air

sumur bersifat beracun dan mempunyai sifat *non biodegradable* (Raziah et al., 2017). Hasil analisis kadar kadmium pada air sumur gali sebelum dan setelah mendapat perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, kadar kadmium (Cd) pada air sumur gali sebelum perlakuan (A0) sebesar 0,008 mg/L, yang berarti melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Permenkes No. 492 Tahun 2010, yaitu 0,003 mg/L. Setelah dilakukan proses filtrasi dengan berbagai media, terjadi penurunan kadar Cd pada seluruh perlakuan, namun dengan tingkat efektivitas yang berbeda. Perlakuan A1 menggunakan media cangkang kerang dara menunjukkan penurunan kadar kadmium paling tinggi, yaitu sebesar 61,01%. Cangkang kerang mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang mampu mengikat dan mengendapkan logam berat (Wierzba et al., 2022). CaCO_3 mampu menghilangkan ion Cd^{2+} , Cu^{2+} , dan Zn^{2+} melalui co-presipitasi dengan efisiensi >99%, hal ini dikarenakan terjadinya reaksi antara logam dan karbonat yang membentuk senyawa yang tidak larut (Li, Zhang dan Yang, 2020).

Perlakuan A2 menggunakan media karbon aktif dari akar bakau menunjukkan

efektivitas yang tinggi dalam menurunkan kadar kadmium pada air sumur gali dengan efisiensi penurunan sebesar 56% dengan kadar mencapai 0,003 mg/L. Nilai ini sudah memenuhi baku mutu kualitas air berdasarkan Permenkes No. 492 Tahun 2010. Hal ini mengindikasikan bahwa karbon aktif yang dibuat dari akar bakau memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar logam berat dalam air. Efektivitas karbon aktif dipengaruhi oleh adanya gugus fungsi aktif hidroksil dan karboksil yang bertindak sebagai sisi aktif dalam proses mengikat logam. gugus fungsi $-\text{OH}$ dan $-\text{COOH}$ berkontribusi dalam proses kompleksasi dan interaksi elektrostatik dengan ion Cd^{2+} , sehingga meningkatkan kapasitas adsorpsi karbon aktif (El-Maadawy et al., 2024).

Kandungan Amonia

Keberadaan amonia dalam air tanah berkaitan erat dengan pencemaran bahan organik, limbah domestik, serta infiltrasi dari sistem sanitasi seperti septik tank. Hasil pengukuran kadar amonia pada air sumur gali sebelum dan setelah mendapat perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Kandungan kadmium pada Air sumur gali sebelum dan sesudah memperoleh perlakuan filtrasi

Kode	Kadar (mg/L)	Persentase Penurunan (%)	Keterangan
A0	$0,008 \pm 0$	-	Tidak memenuhi syarat
A1	$0,003 \pm 0$	61,01	Memenuhi syarat
A2	$0,003 \pm 0,00021$	60	Memenuhi syarat
A3	$0,0056 \pm 0$	30	Tidak memenuhi syarat
Ambang batas*	0,003	-	-

*PERMENKES No. 492 tahun 2010

Tabel 4. Kandungan amonia pada air sumur sebelum dan sesudah memperoleh perlakuan filtrasi

Kode	Kadar (mg/L)	Persentase Penurunan (%)	Keterangan
A0	$2,55 \pm 0$	-	Tidak memenuhi syarat
A1	$0,06 \pm 0,021$	98	Memenuhi syarat
A2	$2,53 \pm 0,028$	1	Tidak memenuhi syarat
A3	$2,6 \pm 0,042$	2	Tidak memenuhi syarat
Ambang batas*	2	-	-

*PERMENKES No. 492 tahun 2010

Berdasarkan Tabel 4, kandungan amonia pada air sumur sebelum perlakuan (A0) sebesar 2,55 mg/L menunjukkan bahwa kualitas air telah melampaui ambang batas yang ditetapkan (2 mg/L), sehingga tidak layak digunakan sebagai air bersih. Setelah dilakukan filtrasi, perlakuan A1 menunjukkan penurunan kadar amonia yang sangat signifikan, yaitu dengan efektivitas 98%, sehingga kadar menurun hingga 0,06 mg/L dan memenuhi standar baku kualitas air bersih sesuai Permenkes No. 492 Tahun 2010. Kadar amonia dapat diturunkan melalui proses nitrifikasi yang efektivitasnya dapat ditingkatkan seiring meningkatnya alkalinitas. Kalsium karbonat (CaCO_3) yang terkandung pada cangkang kerang dara memiliki sifat alkali. CaCO_3 bertindak sebagai buffer sehingga dapat meningkatkan alkalinitas dan menjaga kestabilan pH yang berperan penting dalam proses nitrifikasi biologis (Green *et al.*, 2002).

Perlakuan A2 menunjukkan penurunan kadar amonia yang sangat rendah, yaitu sebesar 1%, sehingga kadar menurun hingga 2,53 mg/L dan belum memenuhi standar baku kualitas air bersih sesuai Permenkes No. 492 Tahun 2010. Efektivitas yang kecil ini dikarenakan karbon aktif lebih efektif dalam mengadsorpsi senyawa organik non-polar seperti senyawa aromatik, warna, bau, dan bahan organik terlarut (Saleem *et al.*, 2025). Hal ini disebabkan oleh sifat permukaan arang aktif yang cenderung hidrofobik dan nonpolar, sehingga memiliki afinitas yang tinggi terhadap senyawa organik dibandingkan dengan senyawa anorganik sederhana seperti amonia.

Bentuk kimia amonia dalam air juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi efektivitas adsorpsi. Pada kondisi pH netral, amonia dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) yang bersifat polar

dan bermuatan positif. Karbon aktif tidak memiliki kapasitas pertukaran ion yang memadai untuk mengikat ion amonium secara efektif. Interaksi antara NH_4^+ dan permukaan karbon aktif menjadi sangat lemah karena tidak adanya gaya elektrostatis yang kuat, sehingga mekanisme adsorpsi fisik pada karbon aktif tidak cukup untuk menghilangkan amonia secara signifikan dalam sistem perairan. Efektivitas penurunan amonia dalam air hanya mampu ditingkatkan dengan media filtrasi yang memiliki kapasitas pertukaran kation yang tinggi, seperti zeolit.

Perlakuan A3 menunjukkan penurunan kadar amonia yang rendah, yaitu 2%. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem filtrasi belum efektif dan masih berada di atas ambang batas kualitas air (2 mg/L), sehingga tidak memenuhi syarat. Nilai ini menunjukkan bahwa filtrasi dengan kombinasi kedua media belum mampu bekerja secara sinergis dalam menghilangkan amonia dalam air sumur dibandingkan dengan penggunaan media tunggal pada perlakuan lainnya.

Perubahan bentuk amonia akibat peningkatan pH yang ditimbulkan oleh cangkang kerang dapat meningkatkan pH air melalui proses pelarutan, sehingga menggeser kesetimbangan amonia dari bentuk amonium (NH_4^+) menjadi amonia bebas (NH_3). Dalam kondisi ini, NH_3 yang bersifat netral lebih sulit diadsorpsi oleh karbon aktif dibandingkan dengan NH_4^+ yang bermuatan, sehingga menurunkan efektivitas proses adsorpsi (Purwono *et al.*, 2023).

Kekeruhan

Kekeruhan dalam air disebabkan oleh adanya zat padat yang tersuspensi, seperti lempung, zat organik, plankton, dan zat-zat halus lainnya, yang menyebabkan air menjadi kotor dan keruh

serta terjadinya penyakit infeksi (Adeko *et al.*, 2020). Hasil analisis nilai kekeruhan air sumur gali sebelum dan setelah perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai kekeruhan pada air sumur sebelum dan sesudah memperoleh perlakuan filtrasi

Kode	Kadar (NTU)	Persentase Penurunan (%)	Keterangan
A0	52,55 ± 8,56	-	Tidak memenuhi syarat
A1	9,37 ± 3,94	82	Tidak memenuhi syarat
A2	5,12 ± 3,60	90	Tidak memenuhi syarat
A3	7,88 ± 2,96	85	Tidak memenuhi syarat
Ambang batas*	5	-	-

*PERMENKES No. 492 tahun 2010

Berdasarkan Tabel 5, kekeruhan pada air sumur gali sebelum perlakuan (A0), yaitu 52,55 NTU mengalami penurunan yang signifikan setelah filtrasi menggunakan berbagai media. Perlakuan A1 mampu menurunkan kekeruhan menjadi 9,37 NTU dengan efektivitas 82%, perlakuan A2 mampu menurunkan kekeruhan menjadi 5,12 NTU dengan efektivitas paling tinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 90%, dan perlakuan A3 menurunkan kekeruhan menjadi 7,88 NTU dengan efektivitas 85%. Tampilan hasil filtrasi disajikan pada Gambar 1. Tingginya efektivitas ini mengindikasikan bahwa mekanisme filtrasi seperti penyaringan fisik, adsorpsi, dan sedimentasi berjalan optimal dalam menghilangkan partikel tersuspensi penyebab kekeruhan. Namun, meskipun mampu menurunkan nilai kekeruhan, masih belum memenuhi syarat baku mutu air bersih berdasarkan PERMENKES No. 492 Tahun 2010 (≤ 5 NTU).



Gambar 1. Perbandingan kekeruhan air sumur gali sebelum dan setelah perlakuan filtrasi

Arang aktif lebih efektif menurunkan kekeruhan hingga 86-89% dibandingkan media inert seperti kerikil (Karki dan Amatya, 2020). Arang aktif bekerja tidak hanya sebagai filtrasi fisik, tetapi juga dengan mekanisme adsorpsi sehingga zat pengotor berdifusi ke dalam pori-pori. Arang aktif mampu menurunkan kekeruhan dan parameter organik secara signifikan karena memiliki permukaan yang luas dan pori-pori yang besar sehingga efektif dalam proses adsorpsi partikel halus dan koloid penyebab kekeruhan (Razi *et al.*, 2018). Sedangkan kerang dara merupakan zat yang tersusun atas CaCO_3 dengan mekanisme filtrasi fisik sehingga hanya efektif untuk menyaring partikel berukuran besar. Penurunan kekeruhan bukan hanya didasarkan kemampuan menyaring partikel kasar, tetapi juga sangat bergantung pada kemampuan media filtrasi dalam menangkap partikel koloid dan bahan organik terlarut (Cheng *et al.*, 2008).

Perlakuan A3 menghasilkan efektivitas lebih rendah dibandingkan dengan A1, diduga cangkang kerang menutupi pori-pori karbon aktif sehingga proses adsorpsi tidak optimal. Dalam sistem filtrasi, partikel tersuspensi cenderung tertahan pada lapisan atas media dan dapat menutup jalur pori di lapisan bawah, sehingga menghambat proses adsorpsi. Kinerja arang aktif sangat bergantung pada keterbukaan pori dan tidak

terhalangnya akses terhadap situs adsorpsi (Kramer et al., 2021).

Nilai pH

Nilai pH merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas air karena

pengaruhnya yang bisa mengontrol proses biologis dan kimia di dalam air (Hasrianti dan Nurasia, 2016). Hasil analisis nilai pH air sumur gali sebelum dan setelah filtrasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai pH pada air sumur sebelum dan sesudah memperoleh perlakuan filtrasi

Kode	Kadar (mg/L)	Keterangan
A0	6,1 ± 0	Tidak memenuhi syarat
A1	7,8 ± 0,07	Memenuhi syarat
A2	4,1 ± 0	Tidak memenuhi syarat
A3	6,5 ± 0	Memenuhi syarat
Ambang batas*	6,5-8,5	-

*PERMENKES No. 492 tahun 2010

Berdasarkan Tabel 6, nilai pH pada perlakuan A0 yaitu 6,1 yang menunjukkan kondisi air sedikit asam dan belum memenuhi syarat baku mutu air, yaitu nilai pH berkisar 6,5–8,5. Setelah filtrasi, terjadi perubahan pH yang bervariasi pada setiap perlakuan. Perlakuan A1 (media cangkang kerang) meningkatkan pH menjadi 7,8 sehingga memenuhi syarat. Perlakuan A2 (arang aktif akar bakau) justru menurunkan pH menjadi 4,1 sehingga semakin tidak memenuhi syarat. Sementara itu, perlakuan A3 (kombinasi media) menghasilkan pH 6,5 yang berada tepat pada ambang batas minimum dan sudah memenuhi standar.

Peningkatan nilai pH pada perlakuan A1 disebabkan oleh keberadaan kalsium karbonat dalam cangkang kerang yang bersifat basa. Ketika kontak dengan air, CaCO_3 dapat mengalami reaksi pelarutan yang menghasilkan ion Ca^{2+} dan karbonat/bikarbonat, sehingga meningkatkan alkalinitas dan pH air. Peningkatan pH pada terjadi karena pelarutan kalsium karbonat (CaCO_3) yang menghasilkan ion karbonat dan bikarbonat sebagai sistem penyangga, sehingga mampu menetralkan ion H^+ dan meningkatkan alkalinitas air (Sá dan Boyd, 2017).

Penurunan nilai pH pada perlakuan A2 mengindikasikan bahwa karbon aktif tidak hanya berperan sebagai adsorben, tetapi juga dapat mempengaruhi karakteristik kimia air melalui interaksi permukaan. Karbon aktif memiliki gugus fungsi oksigen pada permukaannya, seperti gugus karboksil, fenol, dan lakton, yang bersifat asam lemah dan dapat melepaskan ion H^+ ke dalam larutan, sehingga menurunkan pH air (Rivera-Utrilla et al., 2011). Sedangkan perlakuan A3, yaitu kombinasi cangkang kerang dara dan karbon aktif akar bakau, memperlihatkan adanya peningkatan nilai pH, namun tidak lebih baik dari perlakuan A1. Kondisi ini mengindikasikan adanya reaksi penetralan yang terjadi antara kedua media filtrasi tersebut, yaitu cangkang kerang bersifat basa dan karbon aktif bersifat asam lemah. Interaksi kedua media ini menyebabkan terjadinya fenomena keseimbangan asam–basa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji efektivitas peningkatan kualitas air dengan metode filtrasi 3 perlakuan berbeda, penggunaan media filtrasi tunggal dari cangkang kerang dara maupun karbon aktif lebih

efektif untuk meningkatkan kualitas air sesuai dengan PERMENKES 492 tahun 2010 tentang persyaratan baku mutu kualitas air dibandingkan dengan penggunaan media kombinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeko, R., Mualim, M., Octafia, M. 2020. Pengaruh serbuk biji kecipir sebagai koagulan terhadap penurunan kekeruhan dalam air sumur gali di Kelurahan Rawa Makmur. *Journal of Nursing and Public Health*, 7(2), 51–55. <https://doi.org/10.37676/jnph.v7i2.956>
- Augustine, D., Maftukhah, S., Heri, M. S. 2023. Efektivitas cangkang kerang hijau (*Perna viridis*) sebagai penjernih air dan biosorben logam besi (Fe). *Prosiding TAU SNARS-TEK Seminar Nasional Rekayasa dan Teknologi*, 2(1), 83-88. <https://doi.org/10.47970/snarstek.v2i1.507>
- Cheng, W. P., Chi, F. H., Li, C. C., Yu, R. F. 2008. A study on the removal of organic substances from low-turbidity and low-alkalinity water with metal-polysilicate coagulants. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 312(2–3). <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2007.06.060>
- El-Maadawy, M. M., Elzoghby, A. A., El-Deeb, Z. M., El Nagggar, A. M. A., Taha, M. H. 2024. Conversion of carbon black recovered from waste tires into activated carbon via chemical/microwave methods for efficient removal of heavy metal ions from wastewater. *RSC Advances*, 14(9). <https://doi.org/10.1039/d4ra00172a>
- Elewa, A. M., Amer, A. A., Attallah, M. F., Gad, H. A., Al-Ahmed, Z. A. M., Ahmed, A. 2023. Chemically activated carbon based on biomass for the adsorption of Fe (III) and Mn (II) ions from aqueous solution. *Materials*, 16(3), 1251. <https://doi.org/10.3390/ma16031251>
- Green, M., Ruskol, Y., Tarre, S., Loewenthal, R. E. 2002. Nitrification utilizing CaCO_3 as the buffering agent. *Environmental Technology*, 23(3). <https://doi.org/10.1080/09593332508618410>
- Hasrianti, & Nurasia. 2016. Analisis warna, suhu, pH dan salinitas air sumur bor di Kota Palopo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 2(1), 747-753.
- Karki, B. K., & Amatya, I. M. 2020. A comparative study of water turbidity removal efficiency of anthracite and gravel in roughing filter. *Journal of Innovations in Engineering Education*, 3(1). <https://doi.org/10.3126/jiee.v3i1.34323>
- Kramer, O. J. I., Van Schaik, C., Dacomba-Torres, P.D.R., de Moel, P. J., Boek, E. S., Baars, E. T., Padding, J. T., van der Hoek, J. P. 2021. Fluidisation characteristics of granular activated carbon in drinking water treatment applications. *Advanced Powder Technology*, 32(9). <https://doi.org/10.1016/j.apt.2021.06.017>
- Li, X., Zhang, Q., & Yang, B. 2020. Co-precipitation with CaCO_3 to remove heavy metals and significantly reduce the moisture content of filter residue. *Chemosphere*, 239, 124660. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124660>
- Manjuladevi, M., Anitha, R., & Manonmani, S. 2018. Kinetic study on the adsorption of Cr (VI), Ni (II), Cd (II), and Pb (II) ions from aqueous solutions using activated carbon prepared from Cucumis melo peel. *Applied Water Science*, 8(1).

- <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0674-1>
- Razi, M. A. M., Al-Gheethi, A., Al-Qaini, M., Yousef, A. 2018. Efficiency of activated carbon from palm kernel shell for treatment of greywater. *Arab Journal of Basic and Applied Sciences*, 25(3). <https://doi.org/10.1080/25765299.2018.1514142>
- Nurhilal, O., Bagaskara, A., Sihite, A. H., Hidayat, S., Setianto, S. 2025. Absorbance study on the adsorptive removal of Fe (III) ions using activated carbon from coconut shells. *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 10, 100458. <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2025.100458>
- Pratiwi, D. I., & Rasman, R. 2020. Efektivitas metode gabungan media filter cangkang kerang (Anadara granosa) dan karbon aktif untuk menurunkan Fe dan zat organik air bersih. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 20(1). <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v20i1.1473>
- Rahmawanti, N., & Dony, N. 2016. Studi arang aktif tempurung kelapa dalam penjernihan air sumur perumahan baru daerah Sungai Andai. *Al Ulum: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(2), 84–88. <https://doi.org/10.31602/ajst.v1i2.438>
- Raziah, C., Putri, Z., Lubis, A. R., Sofyana. 2017. Penurunan kadar logam kadmium menggunakan adsorben zeolit alam Aceh. *Jurnal Teknik Kimia USU*.
- Rivera-Utrilla, J., Sanchez-Polo, M., Gomez-Serrano, V., Alvarez, P. M., Alvim-Ferraz, M. C. M., Dias, J. M. 2011. Activated carbon modifications to enhance its water treatment applications: An overview. *Journal of Hazardous Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.01.033>
- Sá, M. V. C., & Boyd, C. E. 2017. Dissolution rate of calcium carbonate and calcium hydroxide in saline waters and its relevance for aquaculture. *Aquaculture*, 469. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.11.033>
- Saleem, M., Tomei, T., Ulucan-Altuntas, K., Grossule, V., Lavagnolo M. C., Mustafa, A., Marotta, E. 2025. Enhanced removal of organics and ammonia from municipal wastewater using an activated carbon/zeolite coupled atmospheric plasma system. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 13(2), 115459. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.115459>
- Santoso, D. H. 2015. Kajian daya dukung air di Pulau Bintan, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 7(1). <https://doi.org/10.20885/jstl.vol7.iss1.art1>
- Sari, N. P., & Mashuri, M. 2020. Efektivitas penambahan karbon aktif arang kayu bakau dalam proses filtrasi air gambut. *PREPOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(2). <https://doi.org/10.31004/prepotif.v4i2.752>
- Valdez-García, G. D., & Leyva-Ramos, R. (2023). Hindered diffusion of heavy metal cations in the adsorption rate on activated carbon fiber. *Chemical Engineering Research and Design*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2023.07.005>
- Wierzba, S., Makuchowska-Fryc, J., Kłos, A., Ziembik, Z., Ochędzan-Siodłak, W. 2022. Role of calcium carbonate in the process of heavy metal biosorption from solutions: Synergy of metal removal

mechanisms. *Scientific Reports*, 12(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-22603-4>