



## Efektivitas Arang Cangkang Kopi dalam Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur

Meika Wafiq Wikansari<sup>1</sup>, Wulandari Meikawati<sup>2</sup>, Shalihah Afifah Dhaningtyas<sup>3</sup>, Mifbakhuddin<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang, Indonesia

Email: <sup>1</sup>meikawafiqq@gmail.com, <sup>2</sup>wulandari@unimus.ac.id

### Abstract

Well water is one of the main water sources to meet the needs of the community, especially in rural areas. However, the quality of well water often does not meet health standards because it contains heavy metals such as iron (Fe). Therefore, a simple and environmentally friendly alternative technology is needed that can be utilized by the community. One method used is filtration using natural adsorbent media, one of which is coffee shell charcoal. This study aims to determine the effectiveness of coffee shell charcoal in reducing Fe levels in well water. The research design used was a true-experimental with a one-group pre-test and post-test. Well water samples were tested for Fe levels before and after filtration using coffee shell charcoal with varying media thicknesses (40, 50 & 60 cm) and contact times (30, 45 & 60 minutes). Laboratory analysis was carried out using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The results showed that the average percentage of Fe reduction reached 75,36%. Media thickness and contact time significantly affected the effectiveness of Fe reduction with p values of 0,03 and 0,01, respectively ( $p < 0,05$ ). A medium with a thickness of 60 cm and a contact time of 60 minutes provided the most optimal results, with final Fe levels below the threshold set by Minister of Health Regulation No. 32 of 2017 ( $\leq 1$  mg/L). In conclusion, coffee husk charcoal has proven effective as a simple filtration medium for reducing Fe levels in well water.

**Keywords:** Well Water, Iron (Fe), Coffee Shell Charcoal, Filtration, Adsorption.

### Abstrak

Air sumur merupakan salah satu sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, terutama di pedesaan. Namun, kualitas air sumur seringkali tidak memenuhi standar kesehatan karena mengandung logam berat seperti besi (Fe). Oleh karena itu, diperlukan teknologi alternatif yang sederhana dan ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Salah satu metode yang digunakan adalah filtrasi menggunakan media adsorben alami, salah satunya arang cangkang kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas arang kulit kopi dalam menurunkan kadar Fe pada air sumur. Desain penelitian yang digunakan adalah *true-experimental* dengan *one-group pre-test and post-test*. Sampel air sumur diuji kadar Fe sebelum dan sesudah filtrasi menggunakan arang kulit kopi dengan variasi ketebalan media (40, 50 & 60 cm) dan lama

Penulis Korespondensi:

Wulandari Meikawati | [wulandari@unimus.ac.id](mailto:wulandari@unimus.ac.id)

kontak (30, 45 & 60 menit). Analisis laboratorium dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan rata-rata persentase penurunan Fe mencapai 75,36%. Ketebalan media dan lama kontak berpengaruh nyata terhadap efektivitas penurunan Fe dengan nilai p masing-masing 0,03 dan 0,01 ( $p < 0,05$ ). Media dengan ketebalan 60 cm dan lama kontak 60 menit memberikan hasil paling optimal, dengan kadar Fe akhir di bawah ambang batas yang ditetapkan Permenkes No. 32 Tahun 2017 ( $\leq 1$  mg/L). Kesimpulannya, arang kulit kopi terbukti efektif sebagai media filtrasi sederhana untuk menurunkan kadar Fe dalam air sumur.

**Kata Kunci:** Air Sumur, Besi (Fe), Arang Cangkang Kopi, Filtrasi, Adsorpsi.

## PENDAHULUAN

Air bersih merupakan keperluan dasar manusia sekaligus indikator kualitas hidup. Air bersih juga sumber daya yang digunakan untuk keperluan kebersihan pribadi dan rumah tangga, seperti mandi, menyikat gigi, mencuci makanan, peralatan makan, dan pakaian. (Anatolia S.M. Exposto et al., 2021) Penggunaan air harus memenuhi standar kesehatan. Salah satu sumber air bersih ialah sumur gali yang memanfaatkan air tanah akibat resapan hujan, namun air sumur gali rentan terhadap pencemaran. Oleh karena itu, kualitas air sumur perlu diawasi secara fisik, kimia, dan mikrobiologis. (Maran & Feoh, 2024)

Di Indonesia, sumur gali menjadi salah satu sumber utama air bersih di pedesaan maupun di perkotaan. Namun, sumur gali rentan tercemar sehingga dapat mengandung mineral dengan konsentrasi tinggi. Air sumur yang berbau, keruh, atau berwarna kuning biasanya disebabkan oleh pencemaran logam seperti Fe, Mn, Pb, dan Cu. Kadar besi (Fe) merupakan parameter penting dalam menilai kualitas air. (Jumiati & Tambunan, 2022). Menurut Permenkes No. 32 Tahun 2017, batas maksimal Fe dalam air untuk keperluan higiene sanitasi adalah 1 mg/l. (KEMENPU-PR., 2018). Kelebihan Fe dalam tubuh dapat merusak organ pencernaan, jantung, meningkatkan risiko kematian, serta memicu kanker hati dan penyakit jantung. (Supriyantini & Endrawati, 2020)

Kandungan besi (Fe) dalam air yang tinggi dapat diturunkan melalui beberapa metode, seperti oksidasi untuk mengubah Fe menjadi bentuk yang lebih stabil, sedimentasi yang dapat mengendapkan partikel, koagulasi untuk menggumpalkan partikel Fe, serta filtrasi. (Rohim, 2020) Di antara metode tersebut, filtrasi dengan media filter merupakan salah satu cara yang efektif. Filtrasi bekerja dengan mengalirkan air melalui media berpori untuk menyaring partikel padat, termasuk logam, bakteri, dan kotoran lainnya. Proses ini banyak digunakan dalam pengolahan air karena dapat menghasilkan air yang lebih bersih untuk digunakan. (Bangun et al., 2022)

Filtrasi merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan dengan berbagai cara untuk menurunkan kadar logam berat dalam air, salah satunya adalah dengan memanfaatkan adsorben dari arang cangkang kopi. Arang dari cangkang kopi berperan sebagai adsorben yang efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe) di dalam air (Pratiwi, 2021). Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan serat selulosa pada cangkang kopi, yaitu 65,2%, yang berfungsi sebagai penyerap kadar besi (Fe). Serat selulosa tersebut memiliki struktur berpori yang memungkinkan penyerapan ion logam secara efisien. (Nofansyah & Hendrasarie, 2023). Selain itu, cangkang kopi juga mengandung senyawa organik tertentu yang mampu berinteraksi secara kimiawi dengan ion logam, sehingga meningkatkan kapasitas adsorpsi terhadap Fe. (Adeko, 2018). Dengan sifat-sifat tersebut, cangkang kopi dapat dimanfaatkan sebagai bahan alami yang ramah lingkungan untuk mengurangi pencemaran logam berat dalam air.

## METODE

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif yang menerapkan metode eksperimental. Metode yang digunakan adalah *true-experimental* dengan desain *one group pre-test and post-test*. Desain ini memungkinkan peneliti membandingkan kadar Fe sebelum dan sesudah perlakuan secara langsung, sehingga efektivitas filtrasi arang cangkang kopi dapat terukur jelas. Pendekatan ini dinilai tepat untuk penelitian terapan dengan sumber daya terbatas, namun mampu menunjukkan perbedaan signifikan akibat perlakuan filtrasi. Perlakuan dilakukan dengan variasi ketebalan media penyaring (40 cm, 50 cm, dan 60 cm) serta variasi lama kontak (30 menit, 45 menit, dan 60 menit).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kolom filtrasi, stopwatch, thermometer, botol plastik 1,5 liter, serta spektrofotometer serapan atom (AAS). Sedangkan bahan yang digunakan terdiri dari air sumur sebagai sampel, arang aktif dari cangkang kopi robusta sebagai media utama filtrasi dengan urutan kerikil halus, pasir silika, arang cangkang kopi, dan spons. Pembuatan arang aktif dilakukan melalui proses karbonisasi dan aktivasi fisik terhadap cangkang kopi. Air sumur dialirkan melalui media filtrasi dan hasil perlakuan diuji kandungan kadar Fe-nya di laboratorium untuk dianalisis efektivitas penurunannya.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan instrumen berupa lembar observasi. Data yang diperoleh dianalisis secara univariat dan bivariat, dengan uji Two Way ANOVA karena terdapat dua faktor perlakuan, yaitu ketebalan media dan lama kontak. Uji ini tepat digunakan untuk mengetahui pengaruh masing-masing faktor sekaligus interaksinya terhadap efektivitas filtrasi terhadap penurunan kadar. Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan FKM Universitas Muhammadiyah Semarang, sebagaimana tercantum dalam sertifikat nomor 0068/KEPK-FKM/UNIMUS/2025.

## HASIL

Tabel 1. Kadar Fe pada Air Sumur Sebelum Perlakuan

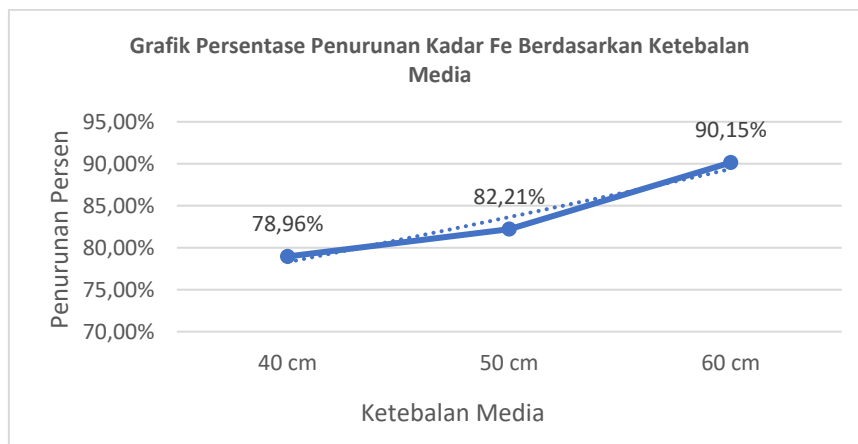
	N	Terendah (mg/L)	Tertinggi (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Simpangan Baku (mg/L)
Fe_Sebelum Perlakuan	27	2,19	2,53	2,34	0,143
Jumlah	27				

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, kadar Fe pada air sumur sebelum perlakuan ditemukan berkisar antara 2,19 - 2,53 mg/L. Rata-rata kadar Fe awal tercatat sebesar 2,34 mg/L dengan simpangan baku 0,143 mg/L. Nilai ini menunjukkan bahwa kadar Fe dalam air sumur masih melampaui NAB yang diizinkan, yakni 1 mg/L.

Tabel 2. Kadar Fe pada Air Sumur Setelah Perlakuan Berdasarkan Ketebalan Media

Ketebalan Media	Terendah (mg/L)	Tertinggi (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Simpangan Baku (mg/L)
40 cm	0,15	0,83	0,50	0,19
50 cm	0,10	0,74	0,41	0,21
60 cm	0,04	0,38	0,22	0,12

Tabel 2 menunjukkan rata-rata kadar Fe tertinggi ditemukan pada ketebalan 40 cm yaitu sebesar 0,50 mg/L dengan simpangan baku 0,19 mg/L.



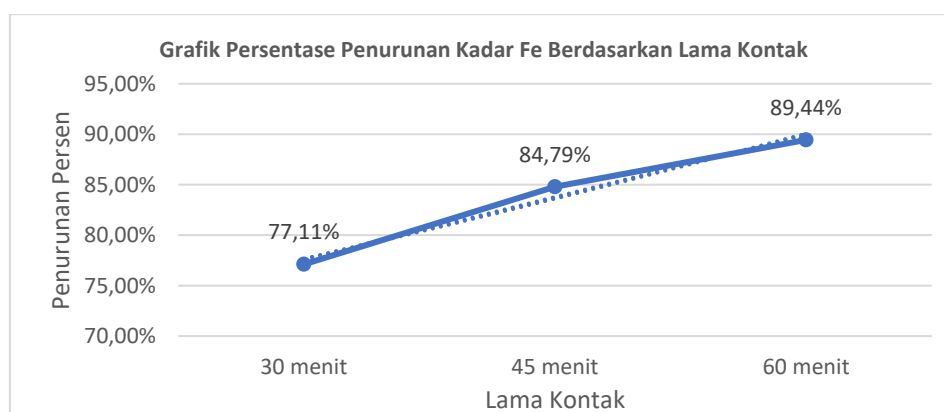
Gambar 1. Persentase Penurunan Kadar Fe Air Sumur Setelah Perlakuan Berdasarkan Ketebalan Media

Semakin tebal lapisan media arang cangkang kopi yang digunakan, maka semakin tinggi pula persentase penurunan kadar Fe dalam air sumur (Gambar 1). Ketebalan 40 cm menghasilkan penurunan sebesar 78,96%, kemudian meningkat menjadi 82,21% pada ketebalan 50 cm, dan mencapai 90,15% pada ketebalan 60 cm. Dengan demikian, setiap peningkatan 10 cm pada ketebalan media secara konsisten meningkatkan efisiensi filtrasi, dengan rata-rata peningkatan 5,6%.

Tabel 3. Kadar Fe pada Air Sumur Setelah Perlakuan Berdasarkan Lama Kontak

Lama Kontak	Terendah (mg/L)	Tertinggi (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Simpangan Baku (mg/L)
30 menit	0,10	0,83	0,53	0,22
45 menit	0,14	0,57	0,34	0,15
60 menit	0,04	0,60	0,26	0,17

Berdasarkan Tabel,3. semakin lama kontak antara air sumur dan media filtrasi, maka kadar Fe yang tersisa semakin rendah. Rata-rata kadar Fe tertinggi terdapat pada lama kontak terpendek (30 menit) yaitu sebesar 0,53 mg/L, kemudian menurun menjadi 0,34 mg/L, dan mencapai nilai terendah sebesar 0,26 mg/L pada lama kontak terpanjang (60 menit). Hal ini menunjukkan bahwa lama kontak berpengaruh terhadap efektivitas penurunan kadar Fe, di mana lama kontak yang lebih panjang meningkatkan kinerja filtrasi dalam mengurangi kandungan besi dalam air.



Gambar 2. Persentase Penurunan Kadar Fe Setelah Perlakuan Berdasarkan Lama Kontak

Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin panjang lama kontak, semakin tinggi persentase penurunan kadar Fe. Pada lama kontak 60 menit persentase penurunan kadar Fe mencapai 89,44%. Hal ini menunjukkan bahwa lama kontak yang lebih panjang memberikan efek yang lebih efektif dalam menurunkan kadar Fe. Setiap peningkatan lama kontak menghasilkan penurunan kadar Fe yang semakin besar, dengan rata-rata peningkatan efektivitas sebesar 6,12% per kelompok perlakuan.

Tabel 4. Kategori Kadar Fe Setelah Perlakuan Berdasarkan NAB

Kadar Fe	Frekuensi	Persentase (%)
Diatas NAB	3	10
Dibawah NAB	27	90
Total	30	100

Batas NAB yang ditetapkan adalah 1 mg/L. Tabel 4. menunjukkan bahwa setelah perlakuan mayoritas (90%) air sumur memiliki kadar Fe dibawah NAB.

Tabel 5. Persentase Penurunan Kadar Fe Setelah Perlakuan

Perlakuan	Terendah (%)	Tertinggi (%)	Rata-rata (%)	Simpangan Baku (%)	
40 cm	30 menit	62,10	75,49	69,96	6,99
	45 menit	76,26	94,07	83,47	9,37
	60 menit	76,28	83,98	80,81	4,02
50 cm	30 menit	67,97	77,87	72,81	4,95
	45 menit	73,97	94,47	84,28	10,24
	60 menit	84,47	95,67	89,56	5,66
60 cm	30 menit	82,65	96,05	88,56	6,83
	45 menit	84,02	90,12	86,61	3,14
	60 menit	91,78	98,42	95,29	3,33

Tabel 4 menunjukkan bahwa persentase penurunan kadar besi (Fe) dalam air sumur mengalami penurunan paling tinggi (98,42%) pada perlakuan dengan ketebalan media 60 cm dan lama kontak 60 menit. Sebaliknya, persentase penurunan kadar besi (Fe) terendah (62,10%) ditemukan pada perlakuan dengan ketebalan media 40 cm dan lama kontak 30 menit. Secara umum, data menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan efektivitas penurunan kadar Fe seiring dengan bertambahnya ketebalan media dan lama kontak. Hal ini menunjukkan bahwa arang cangkang kopi mampu berfungsi optimal sebagai media adsorben, terutama ketika ketebalan media/ permukaan dan lama kontak / interaksi antara air dengan media lebih besar. Perlakuan terbaik tidak hanya menghasilkan penurunan tertinggi, tetapi juga disertai dengan simpangan baku rendah 3,33%, yang menunjukkan tingkat konsistensi hasil yang baik dalam setiap pengulangan.

Tabel 6. Pengaruh Ketebalan Media Terhadap Persentase Penurunan Kadar Fe Setelah Perlakuan

Ketebalan	Terendah (%)	Tertinggi (%)	Rata-rata (%)	Simpangan Baku (%)	<i>p-value</i>
40 cm	62,10	94,07	78,96	10,09	0,034
50 cm	67,97	95,67	82,21	9,76	
60 cm	82,65	98,42	90,15	5,69	

Ketebalan media filtrasi berpengaruh signifikan terhadap persentase penurunan kadar Fe setelah perlakuan, dengan nilai *p-value* sebesar 0,034 (Tabel 5). Semakin tebal media maka rata-rata persentase penurunan kadar Fe meningkat, yakni dari 78,96% hingga 90,15%. Selain itu, ketebalan media 60 cm menunjukkan efektivitas tertinggi sekaligus simpangan baku terendah 5,69% yang menandakan hasil lebih konsisten dibandingkan ketebalan lainnya. Dengan demikian, ketebalan media 60 cm merupakan yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe.

Pemakaian media filter yang lebih tebal cenderung meningkatkan efisiensi pengurangan kandungan besi (Fe) dalam air. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya luas permukaan aktif dan jumlah pori-pori pada media yang lebih tebal, sehingga kemampuan media dalam menyerap dan menahan ion besi menjadi lebih maksimal selama proses penyaringan. (Adeko & Mualim, 2020) Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa karbon aktif dari cangkang kopi memiliki struktur pori yang halus dan mampu menyerap ion Fe secara efektif. Efisiensi ini meningkat seiring dengan bertambahnya ketebalan media karena cangkang kopi mengandung sekitar 65,2% serat selulosa, yang berperan penting dalam proses penyerapan. Oleh karena itu, air sumur yang melewati media filtrasi tersebut mengalami penurunan kadar Fe secara signifikan karena ion besi teradsorpsi oleh pori-pori media sepanjang proses penyaringan. (Syabriana, 2018)

Tabel 6. Pengaruh Lama Kontak Terhadap Persentase Penurunan Kadar Fe Setelah Perlakuan

Lama Kontak	Minimum (%)	Maksimum (%)	Rata-rata (%)	Simpangan Baku (%)	<i>p-value</i>
30 menit	62,10	96,05	77,11	10,26	0,01
45 menit	73,97	94,47	84,79	7,26	
60 menit	76,26	98,42	89,44	7,68	

Rata-rata persentase penurunan kadar besi (Fe) berdasarkan variasi lama kontak sebagaimana disajikan pada Tabel 6. menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan (*p-value* = 0,01). Rata-rata persentase penurunan kadar Fe tertinggi sebesar 89,44% dan terendah sebesar 77,11%, dengan rata-rata sebesar 83,78% dan simpangan baku sebesar 8,4%.

Hal ini serupa dengan temuan yang menunjukkan bahwa peningkatan lama kontak dalam proses filtrasi berpengaruh terhadap efektivitas penurunan kadar Fe. (Husaini et al., 2020) Penelitian lain menemukan bahwa lama kontak yang lebih Panjang memungkinkan karbon aktif bekerja lebih optimal dalam menyerap ion Fe dan menurunkan warna air, sehingga semakin lama air berinteraksi dengan media, semakin tinggi efisiensi penurunan kadar Fe. (Mastian et al., 2022)

Tabel 7. Interaksi Lama Kontak dan Ketebalan Media terhadap Persentase Penurunan Kadar Fe pada Air Sumur

Persentase Penurunan Kadar Fe	Minimum (mg/L)	Maksimum (mg/L)	Rata-rata (mg/L)	Simpangan Baku (mg/L)
40 cm x 30 menit (1)	62,10	75,49	69,96	6,994
40 cm x 45 menit (2)	76,26	94,07	83,47	9,377
40 cm x 60 menit (3)	76,28	83,98	80,82	4,028
50 cm x 30 menit (4)	67,97	77,87	72,81	4,953
50 cm x 45 menit (5)	73,97	94,47	84,28	10,247
50 cm x 60 menit (6)	84,47	95,67	89,56	5,667
60 cm x 30 menit (7)	82,65	96,05	88,57	6,833
60 cm x 45 menit (8)	84,02	90,12	86,62	3,148
60 cm x 60 menit (9)	91,78	98,42	95,29	3,335

Tabel 7. memperlihatkan bahwa semua perlakuan filtrasi menggunakan arang cangkang kopi berhasil menurunkan kadar besi (Fe) dalam air sumur dari kondisi awal (kontrol). Perlakuan yang paling efektif ditunjukkan pada perlakuan ke-9 dengan ketebalan media 60 cm dan lama kontak 60 menit dimana rata-rata persentase penurunan kadar Fe sebesar 95,29% dengan kadar Fe rata-rata hanya 0,10 mg/L, serta memiliki simpangan baku terkecil, menandakan efektivitas dan konsistensi perlakuan tersebut dalam mengurangi kandungan besi hingga di bawah ambang batas aman yang ditetapkan. Hasil ini selaras dengan studi oleh (Azabache Liza et al., 2021) yang membuktikan bahwa arang aktif berbahan limbah kulit kopi mampu mengurangi kadar Fe dalam air akuifer hingga 96,90%. Penelitian tersebut sama-sama menunjukkan bahwa arang cangkang kopi berpotensi besar sebagai media filtrasi alami yang efisien dan efektif dalam menurunkan kandungan besi di dalam air.

Hasil uji Two-Way ANOVA menunjukkan bahwa ketebalan media filtrasi dan lama kontak memiliki pengaruh signifikan terhadap persentase penurunan kadar besi (Fe) dalam air sumur, dengan nilai signifikansi masing-masing 0,011 dan 0,006 ( $p < 0,05$ ). Sementara itu, interaksi antara ketebalan media dan lama kontak tidak memiliki pengaruh yang signifikan ( $p = 0,366$ ). Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan media dan lama kontak bekerja secara independen dalam proses filtrasi.

## **PEMBAHASAN**

### **Pengaruh Variasi Lama Kontak terhadap Persentase Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur**

Semakin lama kontak yang digunakan maka persentase penurunan kadar besi (Fe) akan semakin tinggi. Variasi lama kontak pada filtrasi dengan durasi 60 menit paling efektif dalam menurunkan kadar besi (Fe), karena interaksi yang lebih panjang antara air dan media filtrasi memungkinkan proses adsorpsi, presipitasi, maupun oksidasi besi berlangsung lebih optimal, sehingga menghasilkan penurunan kadar Fe yang signifikan. Hasil ini konsisten dengan penelitian yang menemukan bahwa peningkatan lama kontak meningkatkan efisiensi penurunan logam berat dalam air. (Husaini et al., 2020; Mastian et al., 2022)

### **Pengaruh Variasi Ketebalan Media terhadap Persentase Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur**

Penggunaan media filter dengan ketebalan yang lebih besar cenderung menghasilkan penurunan kadar Fe yang lebih tinggi. Ketebalan media yang meningkat memperluas permukaan aktif dan jumlah pori-pori, sehingga kemampuan media dalam menangkap ion-ion besi menjadi lebih optimal. Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa karbon aktif dari cangkang kopi memiliki kemampuan menyerap ion Fe berkat struktur pori yang halus serta kandungan serat selulosa tinggi 65,2% yang berperan sebagai adsorben. (Adeko & Ermayendri, 2019; Saisa & Syabriana, 2018). Temuan ini sejalan dengan studi yang menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan media memperbaiki kualitas filtrasi, sehingga air sumur yang melewati media lebih tebal akan mengalami penurunan kadar Fe yang lebih signifikan. (Sappewali et al., 2024; Uswatun et al., 2024)

### **Interaksi Lama Kontak dan Ketebalan Media terhadap Persentase Penurunan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur**

Dalam penelitian ini, penggunaan arang cangkang kopi dengan ketebalan lebih besar serta lama kontak lebih lama terbukti meningkatkan efisiensi penurunan kadar Fe. Namun, hasil uji statistik menunjukkan bahwa interaksi keduanya tidak signifikan, yang berarti masing-masing faktor bekerja secara independen. Hal ini berbeda dengan temuan

yang melaporkan adanya pengaruh interaksi antara ketebalan media dan lama kontak (Uswatun et al., 2024). Perbedaan ini kemungkinan dipengaruhi oleh karakteristik media, kualitas awal air, atau metode aktivasi arang. Implikasi dari temuan ini adalah masyarakat dapat memilih strategi pengolahan yang sesuai dengan kondisi lapangan misalnya mempertebal media atau memperpanjang lama kontak saja namun tetap memperoleh efektivitas yang tinggi. Penelitian ini sekaligus memperkuat bukti bahwa arang cangkang kopi merupakan media adsorben alternatif yang kompetitif, sejalan dengan (Azabache Liza et al., 2021) yang melaporkan efektivitas hingga 96,9% dalam menurunkan Fe menggunakan arang kulit kopi. Penelitian ini memperkuat bukti bahwa limbah kopi dapat dimanfaatkan sebagai teknologi pengolahan air yang sederhana, murah, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa arang cangkang kopi terbukti efektif menurunkan kadar Fe dalam air sumur dari 2,34 mg/L hingga di bawah ambang batas yang ditetapkan, dengan rata-rata penurunan 75,36%. Ketebalan media dan lama kontak berpengaruh signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap efektivitas filtrasi, dengan hasil optimal pada ketebalan 60 cm dan kontak 60 menit. Temuan ini menegaskan potensi arang cangkang kopi sebagai media filtrasi alternatif yang ekonomis, ramah lingkungan, arang cangkang kopi dapat direkomendasikan sebagai media filtrasi alami yang efisien dan ekonomis dalam pengolahan air sumur tercemar.

### Saran

Sistem pengolahan air sederhana dengan media filtrasi 60 cm dan lama kontak 60 menit direkomendasikan untuk digunakan masyarakat guna menurunkan kadar besi (Fe) secara optimal, disertai sosialisasi mengenai dampak kandungan logam dalam air, sementara bagi peneliti selanjutnya disarankan untuk mengkaji jenis media lain dan variabel filtrasi guna meningkatkan efektivitas pengolahan air sesuai standar mutu yang berlaku.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adeko, R. (2018). Pengaruh Cangkang Kopi Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali. *Journal of Nursing and Public Health*, 6(2), 85–88. <https://doi.org/10.37676/jnph.v6i2.641>
- Adeko, R., & Ermayendri, D. (2019). Kombinasi Limbah Batu Bara dan Limbah Cangkang Kopi Sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) pada Air Sumur Gali. *Journal of Nursing and Public Health*, 7(1), 30–34. <https://doi.org/10.37676/jnph.v7i1.759>
- Adeko, R., & Mualim, M. (2020). *Kombinasi Limbah Sekam Padi Dan Limbah Kulit Kapuk Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) Di Sumur Gali Warga Rawa Makmur Kota Bengkulu Combination Of Rice Husk Waste And Kapuk Skin Waste As An Adsorben In Reducing Iron (Fe) Levels In The Wells*. 97–103.
- Anatolia S.M. Exposto, L., Nahak Lino, M., A.C. Quim, J., Juvi Goncalves, M., & Pereira Vicente, H. (2021). Efforts To Improve Clean Water Quality To Support Community Health. *KESANS : International Journal of Health and Science*, 1(3), 236–251. <https://doi.org/10.54543/kesans.v1i3.24>

- Azabache Liza, Y. F., Tapia, F. C., Rodriguez Espinoza, R. F., Urquiza, R. J., Castañeda, R. R. L., Canta, J. J. P., Morales, L. K. Q., & Burga, B. L. Q. (2021). Study of Coffee Husk (*Coffea arabica* L.) Activated Carbon in the Treatment of Aquifer Water: Adsorption of Turbidity, Colour and Metals (Iron-Manganese). *Chemical Engineering Transactions*, 89(November), 655–660. <https://doi.org/10.3303/CET2189110>
- Bangun, H. A., J.Sitorus, M. E., Manurung, K., & Ananda, Y. R. (2022). Penurunan Kadar Besi (Fe) Dengan Metode Aerasi-Filtrasi Pada Air Sumur Bor Masyarakat Jalan Setia Budi Kelurahan Tanjung Rejo. *Human Care Journal*, 7(2), 450, <https://doi.org/10.32883/hcj.v7i2.1759>
- Husaini, A., Yenni, M., & Wuni, C. (2020). Efektivitas Metode Filtrasi Dan Adsorpsi Dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur Di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi. *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*, 5(2), 91. <https://doi.org/10.35842/formil.v5i2.323>
- Jumiati, E., & Tambunan, E. P. S. (2022). *Pengolahan Air Sumur Bor Menjadi Air Minum Dengan Variasi Filter Treated Natural Zeolite (TNZ)*. 2022. <http://repository.uinsu.ac.id/id/eprint/16363>
- KEMENPU-PR. (2018). Berita Negara. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 Tahun 2017*, 151(2), 10–17.
- Maran, A. A., & Feoh, E. E. (2024). Studi Kualitas Air Sumur Gali Di Kelurahan Oepura Kecamatan Maulafa Kota Kupang. *IJOH: Indonesian Journal of Public Health*, 2(2), 252–258. <https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJOH><https://jurnal.academiacenter.org/index.php/IJOH>
- Mastian, S. A., Apriani, I., & Kadaria, U. (2022). Pengaruh Waktu Kontak Proses Adsorpsi dan Filtrasi Terhadap Perubahan Konsentrasi Besi, Warna, dan pH Pada Air Sumur. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*, 3(1), 75–82.
- Nofansyah, A. F., & Hendrasarie, N. (2023). Penyisihan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Terlarut dengan Memanfaatkan Adsorben Karbon Aktif Ampas Kopi Pada Air Sumur di Surabaya. *Enviroous*, 3(2), 49–55. <https://doi.org/10.33005/enviroous.v3i2.14>
- Pratiwi, D. M. (2021). Analisis Kualitas Air Sumur Dengan Metode Filtrasi Di Kabupaten Blora. *Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 28–37.
- Rohim, M. (2020). *Buku Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air*.
- Saisa, & Syabriana, M. (2018). Produksi Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Menggunakan Enzim *Zymomonas Mobilis* Dan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Serambi Engineering*, 3(1), 271–278. <https://doi.org/10.32672/jse.v3i1.356>
- Sappewali, Muke, C. M., Armus, R., & Sitti, A. (2024). Pengaruh Variasi Ketebalan Media Filtrasi Terhadap Penurunan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan* 15, 15(2), 33–42.

- Supriyantini, E., & Endrawati, H. (2015). *Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (Perna viridis) Di Perairan Tanjung Emas Semarang Endang. 18*, 38–45. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1962.tb01105.x>
- Uswatun, E., Hakim, T., Nasrul, M., & Elysabeth, T. (2024). Pengaruh Ketebalan Media Arang Aktif Pada Metode Filtrasi Untuk Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, November 2024*, 1–4. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>