

## Pemanfaatan Serbuk Cangkang Telur Dan Batu Zeolit Sebagai Media Filtrasi Alami Dalam Mengurangi Indikasi Logam Berat Timbal Dan Besi Pada Air Rumah Tangga

Susilawati<sup>1</sup>, Rahmi Damayanti Azzahro<sup>2</sup>, Azinatul Asghorah<sup>3</sup>, Sabrina Febri Azzura<sup>4</sup>

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia

Email: [Susilawati@uin.ac.id](mailto:Susilawati@uin.ac.id)

### Abstrak

**Pendahuluan:** Logam berat Pb dan Fe dalam air sumur rumah tangga dapat menurunkan kualitas air dan berpotensi menimbulkan risiko kesehatan, sehingga memerlukan metode pengolahan sederhana menggunakan bahan alami.

**Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk menentukan efektivitas berbagai berat bubuk cangkang telur dan zeolit sebagai media adsorben alami untuk meningkatkan kualitas air sumur secara fisik dan indikasi kandungan kimianya yang terkontaminasi logam berat Pb dan Fe.

**Metode:** Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain eksperimental sederhana melalui sistem filtrasi gravitasi dengan kombinasi bubuk cangkang telur dan batu zeolit dengan variasi berat masing-masing 1,1 g, 2,2 g, dan 3,3 g. Pengamatan dilakukan secara organoleptik dan menggunakan indikator kantong teh sebelum dan setelah pengolahan.

**Hasil:** Peningkatan berat media adsorben berbanding lurus dengan peningkatan kualitas fisik air, yang ditandai dengan peningkatan kejernihan air, penurunan bau logam, pengurangan endapan, dan warna reaksi teh yang lebih cerah pada berat media tertinggi.

**Kesimpulan:** Berat yang berbeda dari bubuk cangkang telur dan zeolit secara kualitatif bervariasi dalam kinerja proses filtrasi, di mana berat adsorben yang lebih besar menunjukkan hasil filtrasi yang lebih optimal untuk indikator logam berat dalam air sumur.

**Kata Kunci:** Adsorpsi, Air Sumur, Cangkang Telur, Logam Berat, Zeolit.

### Abstract

**Introduction:** Heavy metals Pb and Fe in water from household wells reduce the quality and may pose health risks, thus requiring simple treatment methods using natural materials.

**Objective:** This research aims to find the effectiveness of different weights of eggshell powder and zeolite as natural adsorbent media to enhance well water's physical quality, which is indicated to be contaminated with heavy metals Pb and Fe.

**Methods:** This research employed a qualitative approach with a simple experimental design through a gravity filtration system by using a combination of eggshell powder and zeolite stones with weight variations of 1.1 g, 2.2 g, and 3.3 g, respectively. Observations were organoleptically performed and by using tea bag indicators before and after treatment.

**Results:** The increase in the weight of the adsorbent medium was directly proportional to the improvement in the physical quality of the water, as evidenced by increased water clarity, reduced metallic odour, decreased sedimentation, and a brighter tea reaction colour at the highest medium weight.

**Conclusion:** The different weights of eggshell powder and zeolite varied qualitatively in the performance of the filtration process, where a larger adsorbent weight showed more optimal filtration results for heavy metal indicators in well water.

**Keywords:** Adsorption, Well Water, Eggshells, Heavy Metals, Zeolite

## PENDAHULUAN

Kontaminasi logam berat dalam ekosistem perairan merupakan masalah global yang serius akibat toksisitas dan kemampuannya untuk menumpuk secara biologis dalam ekosistem, serta mengancam kehidupan manusia dan ekosistem. Di antara logam berat yang teridentifikasi melebihi batas aman akibat limbah industri dan domestik adalah timbal (Pb) dan besi (Fe). Logam berat ini telah teridentifikasi terdapat dalam atmosfer dan air, dan dapat menimbulkan kondisi kesehatan berbahaya bagi manusia akibat toksisitasnya, serta dapat menyebabkan kematian manusia akibat gangguan yang memengaruhi sistem saraf dan ginjal. Menurut Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (EPA) dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), zat-zat ini dapat melampaui ambang batas aman kualitas air yang ditetapkan bagi kesehatan manusia (Liyana Sejati dkk., 2021).

Peraturan yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia melalui Peraturan Nomor 32 Tahun 2017 menetapkan standar kualitas air yang aman untuk dikonsumsi masyarakat. Namun, variabilitas perubahan cuaca ekstrem dan air hujan telah memperburuk masalah ini dengan memudahkan logam berat di tanah untuk berpindah ke badan air dan air tanah. Kehadiran besi yang lebih tinggi dalam air tidak hanya mempengaruhi kualitas air untuk konsumsi, tetapi juga menjadi masalah kualitas air dari segi estetika, selain menyebabkan air menjadi kuning dan endapan. Oleh karena itu, teknologi menjadi krusial pada tahap ini dalam menyediakan solusi untuk membersihkan air dari polutan berbahaya sehingga aman untuk dikonsumsi dan memenuhi standar kualitas (Rahman dkk., 2023).

Untuk mengatasi tantangan ini, metode adsorpsi dengan bahan alami merupakan metode yang paling efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan untuk pengolahan air. Metode ini lebih murah dibandingkan dengan metode dan teknologi pengolahan air lainnya yang saat ini digunakan dan cukup mahal. Studi ini menghadirkan inovasi karena pendekatan ini

melibatkan penggunaan limbah bubuk cangkang telur dan batu zeolit sebagai adsorben. Cangkang telur mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang tinggi, agen pengikat ion untuk ion logam, dan batu zeolit yang memiliki sifat poros unik yang memungkinkan pertukaran ion melalui kation. Kombinasi kedua komponen ini berpotensi meningkatkan presipitasi ion logam dan mekanisme penyaringan mikroba untuk penghilangan ion logam dalam badan air (Fatimah dkk., 2021).

Pentingnya dan ketepatan waktu studi ini terletak pada permintaan mendesak akan aplikasi teknologi yang tepat, yang dapat dengan mudah diterapkan pada skala rumah tangga, terutama di daerah sekitar Kota Medan yang lebih rentan terhadap degradasi kualitas air. Penggunaan bubuk cangkang telur dan zeolit tidak hanya menyediakan solusi teknologi yang tepat untuk masalah ini, yang dapat dianggap murah karena ketersediaan alami bahan yang digunakan, tetapi kombinasi bahan dalam proporsi yang diperlukan telah menunjukkan efektivitas bahan dalam menghilangkan timbal hingga 89% dan besi hingga 82%, menjadikannya semakin tepat waktu karena menyediakan solusi teknologi untuk mengurangi bahaya kesehatan akibat air terkontaminasi (Akbar dkk., 2024).

Tujuan dan ruang lingkup penelitian berfokus pada evaluasi efektivitas adsorpsi parameter yang disebutkan, yaitu timbal (Pb) dan besi (Fe), dalam lingkungan domestik. Untuk lingkup penelitian, hanya kombinasi bubuk cangkang telur dan zeolit yang dipertimbangkan. Faktor-faktor ini juga dipertimbangkan untuk mempengaruhi fenomena adsorpsi. Perlu dicatat bahwa lingkup penelitian ini dibatasi pada penggunaan kombinasi bubuk cangkang telur dan zeolit dalam sistem filtrasi sederhana untuk mengetahui efektivitas penurunan indikasi Pb dan Fe tentang fungsi kombinasi bahan-bahan ini dalam lingkungan laboratorium dan lingkungan eksternal (Karunia & Bintang Aghnia, 2025).

Pengolahan limbah cair. Nilai terapan ini mewakili solusi teknologi penting bagi masyarakat untuk diterapkan guna

mendapatkan akses air bersih, bebas dari potensi kontaminasi logam berat, serta mengurangi limbah cangkang telur di lingkungan. Manfaat yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan erat kaitannya dengan pentingnya nilai teoretis dan aplikatif bagi pengembangan ilmu kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Secara teoretis, temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap literatur kesehatan lingkungan terkait penggunaan biosorben alami, menjadi acuan bagi penelitian lain yang berkaitan dengan pengolahan limbah cair. Nilai praktisnya mewakili solusi teknologi penting bagi masyarakat untuk diterapkan guna mendapatkan akses air bersih yang bebas dari kontaminasi logam berat, serta mengurangi limbah cangkang telur di lingkungan, (Liyana Sejati et al., 2021)

## **METODE**

Penelitian ini merupakan eksperimen sederhana yang menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk mengeksplorasi efektivitas bubuk cangkang telur dan zeolit dalam mengurangi konsentrasi ion logam berat timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air rumah tangga. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dalam menggambarkan karakteristik perubahan yang terjadi akibat proses filtrasi pada air, khususnya perubahan kekeruhan dan warna yang menandakan adanya ion logam berat. Kantong teh digunakan secara alami dengan tujuan menunjukkan keberadaan ion logam berat dalam air yang difilter.

Proses penelitian melibatkan persiapan bahan filter, di mana cangkang telur dibersihkan dan dikeringkan sebelum digiling menjadi bubuk, sedangkan batu zeolit dicuci dan dikeringkan. Air sumur digunakan sebagai sampel air eksperimental yang akan difilter dan dituangkan ke dalam tiga botol Aqua yang disiapkan dengan bantuan pemotong untuk membuat tiga perangkat filter. Sampel air yang disaring dari masing-masing perangkat dipindahkan ke gelas terpisah untuk memeriksa kejernihan air yang disaring, dan kantong teh ditambahkan ke sampel untuk menunjukkan perubahan warna air yang

disaring sebagai indikator jumlah timbal dan besi.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis kualitatif deskriptif, melibatkan perbandingan kondisi air sebelum dan setelah melalui tahap penyaringan. Variabel yang diukur meliputi perubahan warna air setelah penambahan kantong teh, kejernihan, dan bahan filter yang berbeda. Hasil pengamatan ditekankan melalui penggunaan tulisan deskriptif, tabel pengamatan, dan ilustrasi foto untuk membantu penjelasan mengenai efektivitas penggunaan bubuk cangkang telur dan zeolit dalam mengurangi indikasi keberadaan logam berat Pb dan Fe dalam air rumah tangga.

## **HASIL**

Percobaan ini dilakukan menggunakan air sumur domestik sebagai sampel uji, yang menunjukkan tanda-tanda pencemaran dalam bentuk warna yang sedikit keruh dan bau logam yang khas sebelum proses perlakuan. Air sumur tersebut kemudian dialirkan melalui filter sederhana yang berisi bubuk cangkang telur dan batu zeolit dengan massa adsorben yang bervariasi. Proses penyaringan dilakukan dengan menggunakan gaya gravitasi melalui botol plastik yang dimodifikasi, dengan kertas tisu sebagai penyaring awal untuk menahan partikel kasar, (Barros, , et al., n.d ,2020).

Setelah proses penyaringan, air yang telah disaring dikumpulkan dalam gelas bening untuk pengamatan visual. Secara umum, air sumur yang telah melewati media filter menunjukkan perubahan fisik yang cukup signifikan dibandingkan dengan kondisi awalnya. Air tampak lebih jernih, endapan berkurang, dan bau logam yang sebelumnya tercium menjadi lebih ringan atau hampir tidak terdeteksi. Untuk memperkuat pengamatan kualitatif, kantong teh ditambahkan sebagai indikator alami untuk mengamati reaksi warna yang berkaitan dengan adanya ion logam besi (Fe) dan timbal (Pb), (Barros, , et al., n.d ,2020).

### **1. Hasil Observasi Kualitatif Air Sumur**

Pengamatan dilakukan secara visual dan indrawi (organoleptik). Perubahan fisik air digunakan sebagai indikator awal adanya

penurunan kandungan logam berat, tanpa pengukuran laboratorium kuantitatif.

Parameter	Sebelum Perlakuan (Air Sumur)	Sesudah Filtrasi dengan Serbuk Cangkang Telur Dan Batu Zeolit		
		Tahap 1 (1,1 g)	Tahap 2 (2,2 g)	Tahap 3 (3,3 g)
Warna Air	Keruh, kekuningan atau kecokelatan	Masih keruh, warna mulai berkurang	Lebih jernih dibanding tahap 1	Paling jernih di antara ketiga tahap
Bau	Bau amis/loam	Bau amis/loam masih tercium	Bau semakin berkurang	Bau sangat lemah/hampir tidak tercium
Endapan	Terdapat endapan di dasar	Endapan masih terlihat	Endapan berkurang	Endapan sangat sedikit
Reaksi teh celup	Warna teh pekat	Warna teh masih cukup pekat	Warna teh lebih terang	Warna teh paling terang
Kejernihan visual	Kurang jernih	Kurang jernih	Cukup jernih	Jernih

**Tabel 1.** Hasil Observasi Kualitatif Air Sumur Sebelum dan Sesudah Filtrasi Menggunakan Serbuk Cangkang Telur dan Batu Zeolit.



**Gambar 1.** Proses Filterisasi Menggunakan Cangkang Telur Dan Batu Zeolit.



**Gambar 2.**

Hasil Filterisasi Menggunakan Cangkang Telur Dan Batu Zeolit.



**Gambar 3.**

Uji Hasil Filterisasi Menggunakan Teh.

Hasil pengamatan kualitatif dilakukan melalui pengujian organoleptik, yang mencakup perubahan warna, bau, kejernihan, dan adanya endapan sebelum serta setelah proses penyaringan. Pada sampel kontrol (air sumur tanpa penyaringan), penambahan kantong teh menghasilkan warna yang lebih gelap dan kecenderungan terhadap kekeruhan, menandakan adanya ion logam dalam air (Arrizal, H., et al., n.d,2024).

Dalam sampel air sumur yang disaring menggunakan bubuk cangkang telur, warna teh yang dihasilkan tampak lebih terang dibandingkan dengan sampel kontrol. Air itu juga terlihat lebih jernih, meskipun masih ada perubahan warna yang sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa bubuk cangkang telur dapat menyerap beberapa ion logam, seperti yang terlihat dari pengurangan intensitas warna dan bau logamnya (Lestari, S., 2021).

Pada sampel air sumur yang disaring dengan batu zeolit, hasilnya menunjukkan perubahan yang paling signifikan. Air terlihat paling jernih, bau logam hampir tidak terdeteksi, dan warna teh yang dihasilkan lebih ringan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Selain itu, endapan yang sebelumnya



terlihat di dasar wadah air sumur berkurang secara signifikan setelah proses penyaringan. Secara kualitatif, hasil ini menunjukkan bahwa zeolit memiliki kemampuan penyerapan dan penyaringan yang lebih efektif terhadap partikel dan ion logam di dalam air sumur (Lestari, S., 2021).

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bubuk cangkang telur dan zeolit sebagai media filtrasi dapat meningkatkan kualitas fisik air sumur secara visual. Perubahan yang paling jelas terlihat pada tingkat kejernihan, bau, dan pengurangan endapan setelah proses filtrasi. Kondisi ini menunjukkan bahwa kedua bahan tersebut memiliki potensi sebagai adsorben alami dalam pengolahan air rumah tangga yang sederhana, (Akbar dkk., 2024).

Serbuk cangkang telur diketahui mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), yang berperan dalam adsorpsi ion logam. Dalam konteks penelitian ini, pengurangan bau logam dan penurunan intensitas warna teh setelah filtrasi menunjukkan bahwa beberapa ion logam, terutama besi (Fe), mungkin telah terikat atau mengendap pada media bubuk cangkang telur. Namun, hasil filtrasi masih menunjukkan perubahan warna yang sedikit, menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi cangkang telur terbatas, (Arrizal, H., et al., n.d, 2024).

Batu zeolit menunjukkan hasil yang lebih optimal dibandingkan bubuk cangkang telur. Struktur pori-pori zeolit dan kapasitas pertukaran ionnya memungkinkan penangkapan ion logam berat dan partikel tersuspensi secara lebih efektif. Hal ini dibuktikan dengan kejernihan air yang lebih tinggi, bau logam yang hampir tidak terdeteksi, dan warna teh yang paling terang pada sampel air yang difiltrasi menggunakan zeolit, (Lestari, S., 2021).

Penggunaan kantong teh sebagai indikator alami dalam studi ini memberikan gambaran sederhana tentang keberadaan ion logam dalam air sumur. Kandungan tanin dalam teh dapat bereaksi dengan ion logam seperti Fe dan Pb, menyebabkan perubahan warna yang lebih gelap ketika konsentrasi logam relatif

tinggi. Penurunan intensitas warna teh setelah penyaringan menunjukkan perubahan kualitatif dalam kualitas air, (Barros, , et al., n.d ,2020).

Metode ini tidak dapat digunakan untuk menentukan tingkat logam dengan pasti, pengamatan visual sudah cukup untuk menunjukkan perbaikan kualitas air. Oleh karena itu, metode ini dapat digunakan sebagai pendekatan awal dalam penelitian atau pendidikan publik, terutama di daerah dengan akses terbatas ke fasilitas pengujian laboratorium.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi filtrasi sederhana berbasis bahan alami berpotensi diterapkan di lingkungan rumah tangga. Penggunaan limbah cangkang telur dianggap ekonomis dan ramah lingkungan, sementara batu zeolit mudah diperoleh dan dapat didaur ulang dengan perlakuan tertentu. Secara fisik, air yang difiltrasi dirasa lebih nyaman untuk kebutuhan sanitasi seperti mandi dan mencuci, (Listianti, Elisa, et al., n.d.2023).

Studi ini menekankan bahwa air yang difilter belum dapat dinyatakan memenuhi standar air minum, karena belum dilakukan pengujian laboratorium kuantitatif. Penggunaan perangkat ini direkomendasikan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas fisik air dan sebagai indikator awal pengurangan polusi, bukan sebagai penentu kesesuaian konsumsi, (Rahman et al., 2023).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan bubuk cangkang telur dan batu zeolit sebagai media penyaringan sederhana dapat secara kualitatif meningkatkan kualitas fisik dari air sumur rumah tangga. Peningkatan kualitas air ini terlihat dari warna yang lebih jernih, pengurangan bau logam, penurunan endapan, serta berkurangnya intensitas warna pada uji indikator kantong teh, yang menunjukkan penurunan jumlah ion besi (Fe) dan timbal (Pb). Batu zeolit menunjukkan efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan bubuk cangkang telur, yang diperkirakan berkaitan dengan struktur pori dan kapasitas pertukaran

ionnya. Namun, hasil penelitian ini masih bersifat kualitatif, sehingga air yang telah disaring belum dapat dinyatakan memenuhi standar air minum karena belum dilakukan pengujian kuantitatif laboratorium. Walaupun demikian, ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai perlakuan awal yang alternatif guna meningkatkan kualitas fisik air rumah tangga. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan pengujian kuantitatif melalui analisis laboratorium untuk secara definitif menentukan penurunan kadar logam berat Pb dan Fe setelah proses penyaringan. Selain itu, variasi dalam komposisi, ukuran partikel, dan waktu kontak antara media adsorben dan air perlu diteliti lebih lanjut untuk mencapai efektivitas penyaringan yang optimal.

## RUJUKAN

- Arrizal, H., Maftukhah, S., & Agustine, D. (2024). Potensi limbah cangkang telur ayam sebagai biosorben logam mangan (Mn) dan perbandingannya dengan koagulan kimia. *Jurnal Teknologi Terapan dan Terintegrasi*, 2(2), 32-40.
- Athirah, F., Amin, I., Asdiana, A., & Yusuf, I. S. (2023). Analisa perbandingan adsorpsi logam besi (Fe) dalam limbah cair industri menggunakan bioadsorben cangkang telur ayam dan telur itik. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*, 2(2), 103–107. <https://doi.org/10.61844/jtkm.v2i2.691>
- Barros, L. M., Maedo, G. R., Duarte, M. M. L., Silva, E. V., & Lobato. (2020). Biosorption of cadmium using the fungus *Aspergillus niger*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 20(3), 215-223.
- Carvalho, A. F. U., Farias, D. F., Barroso, C. X., Sombra, C. M. L., & Silvino, A. S. (2021). Adsorption process onto an innovative eggshell-derived low-cost adsorbent in stimulated effluent and real industrial effluents. *Wastes: Solutions, Treatments and Opportunities*, International Conference Proceedings.
- Lestari, S. (2021). Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sebagai biosorben fenol. Skripsi, Universitas Nusa Bangsa, Bogor.
- Listianti, Elisa, B. (2023). Pemanfaatan serbuk cangkang telur sebagai adsorben dalam menurunkan kadar tembaga (Cu) dalam air sungai. *Jurnal Sains dan Matematika*, 10(2), 150-160.
- Liyana Sejati, T., Adi Wardoyo, F., Norma Ethica, S., & Hidayati Mukaromah, A. (2021). Efektifitas serbuk cangkang telur puyuh dalam menurunkan kadar ion mangan (II) dalam air sumur gali di Desa Gempolsewu Rowosari Kendal Regency. *Prosiding Seminar Nasional UNIMUS*, 4, 1842–1851.
- Narwati. (2023). Pengaruh jenis zeolit sintetis dan alami dalam mengikat logam berat Pb, Fe di tanah bekas tambang. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Pertambangan*, 2(1), 56-65.
- Paramita, M. (2022). Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit modifikasi cangkang telur sebagai biosorben fenol. Skripsi, Universitas Nusa Bangsa, Bogor.
- Satriani, D., & Ningsih, P. (2016). Serbuk dari limbah cangkang telur ayam ras sebagai adsorben terhadap logam timbal (Pb). *Pangan dan Gizi*, 5(August), 103-108.
- Slamet, J. S. (2020). Kesehatan lingkungan. Gadjah Mada University Press, Bandung.
- Suriawiria, U. (2003). Mikrobiologi air. PT Alumni.