

ANALISIS PERUBAHAN KADAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR SUMUR GALI POMPA SEBELUM DAN SESUDAH DIFILTRASI DENGAN ZEOLIT DAN ARANG AKTIF

Jumiyati^{1*}, Sandy Medan Gumilang²
¹⁻²AKKES 17 Agustus 1945 Semarang
Email: atikbila@gmail.com

ABSTRAK

Air sumur gali pompa merupakan salah satu sumber utama air konsumsi bagi masyarakat, khususnya di wilayah pesisir. Namun keberadaan logam berat Timbal (Pb) dalam air dapat menimbulkan resiko kesehatan yang serius. Terpaparnya Timbal (Pb) dalam jangka panjang berpotensi menyebabkan gangguan fungsi syaraf, ginjal dan sitem hematologi. Nilai Timbal (Pb) yang melebihi ambang batas Permenkes RI No.2/MENKES/PER/IV/2023 ($< 0,01$ mg/L) memerlukan Upaya penurunan agar air aman digunakan. Salah satu metodenya difiltrasi dengan zeolite dan arang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk menilai perubahan kadar timbal (Pb) sebelum dan sesudah difiltrasi menggunakan media zeolite dan arang aktif, sekaligus mengevaluasi efektivitas kombinasi kedua media tersebut.. Desain penelitian menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan pretest-posttest. Sampel air sumur gali pompa dari tiga titik (A,B dan C) di Desa Sriwulan dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Data diuji secara deskriptif serta dianalisis menggunakan uji t berpasangan pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan kadar timbal (Pb) sebelum difiltrasi sampel A= 0,0373 mg/L, B=0,0445 mg/L, dan C=0,0377 mg/L, dan menurun setelah filtrasi menjadi A=0,0043 mg/L, B=0,0048 mg/L, dan C= 0,0051 mg/L. Rata-rata kadar sebelum filtrasi $0,0398 \pm 0,0039$ mg/L, dan menurun menjadi $0,0047 \pm 0,0004$ mg/L dengan persentase reduksi 86,47–89,21% (rata-rata 88,05%). Uji Shapiro-Wilk menunjukkan data terdistribusi normal ($p > 0,05$), uji t berpasangan menghasilkan nilai $t=15,24$ dengan $p=0,0043$ ($p < 0,05$), menandakan adanya perbedaan signifikan. Dengan demikian kombinasi zeolite dan arang aktif dinilai sangat efektif dalam menurunkan kadar Pb hingga berada dibawah aman kualitas air bersih.

Kata Kunci: Timbal (Pb), air sumur gali, filtrasi, zeolit, arang aktif

ABSTRACT

Pump-dug well water is one of the main sources of drinking water for communities, particularly in coastal areas. However, the presence of the heavy metal Lead (Pb) in water can pose serious health risks. Long-term exposure to Lead (Pb) may potentially cause neurological, renal, and hematological disorders. Pb concentrations that exceed the threshold set by the Indonesian Ministry of Health Regulation No. 2/MENKES/PER/IV/2023 (<0.01 mg/L) require mitigation efforts to ensure the water is safe for use. One of the treatment methods is filtration using zeolite and activated carbon. This study aims to assess changes in Lead (Pb) concentrations before and after filtration using zeolite and activated carbon media, as well as to evaluate the effectiveness of the combination of both media. The research employed a laboratory experimental design with a pretest–posttest approach. Pump-dug well water samples from three points (A, B, and C) in Sriwulan Village were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Data were examined

descriptively and analyzed using a paired t-test at a significance level of $\alpha = 0.05$. The results showed that Pb levels before filtration were A = 0.0373 mg/L, B = 0.0445 mg/L, and C = 0.0377 mg/L, decreasing after filtration to A = 0.0043 mg/L, B = 0.0048 mg/L, and C = 0.0051 mg/L. The mean concentration before filtration was 0.0398 ± 0.0039 mg/L, which decreased to 0.0047 ± 0.0004 mg/L, with a reduction percentage of 86.47–89.21% (average 88.05%). The Shapiro–Wilk test indicated that the data were normally distributed ($p > 0.05$), and the paired t-test produced $t = 15.24$ with $p = 0.0043$ ($p < 0.05$), indicating a significant difference. Therefore, the combination of zeolite and activated carbon is considered highly effective in reducing Pb levels to below the safe standard for clean water quality.

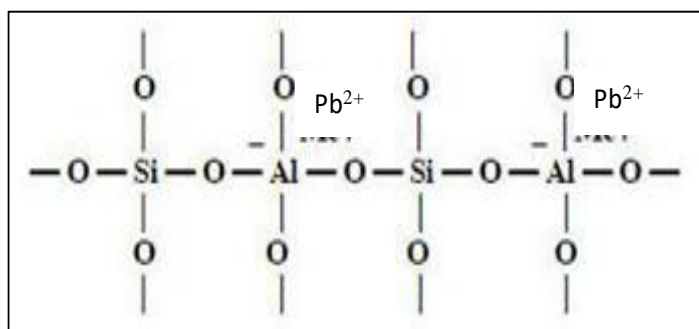
Keywords: Lead (Pb), pump-dug well water, filtration, zeolite, activated carbon

LATAR BELAKANG

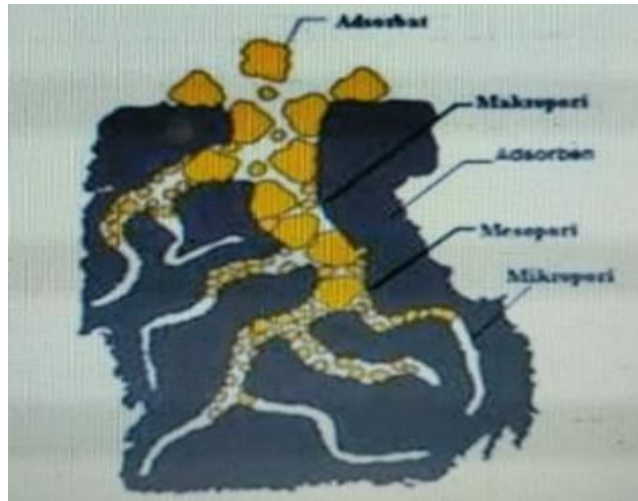
Air adalah sumber daya yang sangat penting bagi kehidupan, sehingga mutunya harus dijaga agar tetap layak digunakan. Berbagai aktivitas seperti industri, pertanian, air rob, serta limbah rumah tangga dapat menurunkan kualitas air dan menimbulkan dampak bagi kesehatan (Sutrisno & Nurhasanah, 2022). Desa Sri Wulan di kabupaten Demak Jawa Tengah merupakan wilayah pesisir yang kerap mengalami banjir rob karena letaknya sangat dekat dengan garis Pantai. Kondisi ini menyebabkan intrusi air laut dan pencemaran permukaan, sehingga air sumur Masyarakat menjadi kurang jernih serta menimbulkan keluhan berupa bau dan rasa yang tidak normal.

Salah satu kontaminan yang perlu menjadi perhatian Adalah logam berat. Logam berat bersifat toksik, sulit terurai, dan dapat terakumulasi dalam tubuh sehingga memicu efek Kesehatan jangka Panjang. (Rahman *et al.*, 2021). Berdasarkan Permenkes RI No.2 tahun 2023, kadar timbal yang diperbolehkan dalam air minum tidak boleh melebihi 0,01 mg/L. Timbal sering ditemukan pada air yang terpapar limbah cat, baterai bekas, pipa logam lama, serta limbah pertanian. Paparan kronis Timbal (Pb) dapat mengganggu fungsi ginjal, system saraf, kemampuan kognitif anak, hingga menyebabkan anemia (WHO, 2021), (Sulistiyono, 2022).

Salah satu Teknik yang dinilai efektif Adalah filtrasi menggunakan zeolite dan arang aktif Zeolit (Sulistiyono, 2022). Zeolit bekerja melalui mekanisme menukar ion mineral aluminosilikat mampu melakukan pertukaran ion-ion Pb^{2+} , sedangkan arang aktif bekerja dengan menyerap kontaminan melalui pori-porinya. Keduanya memiliki luas permukaan yang besar dan kemampuannya menyerap. Oleh karena itu, diperlukan Tindakan untuk menurunkan kadar Pb agar air sumur layak digunakan. (Putri Handayani, 2023). Kombinasi kedua diharapkan mampu meningkatkan efektivitas penurunan logam Pb dalam air. Adapun gambaran pertukaran ion Al pada Zeolit dengan Timbal (Pb) melalui ikatan ionik terlihat pada gambar 1, sedang gambar ilustrasi proses adsorpsi arang aktif terlihat pada gambar 2 (Rahmadani, 2014)



Gambar 1. Ikatan ionik antara Al pada Zeolit dengan Timbal (Pb) pada air



Gambar 2. Ilustrasi proses adsorpsi

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilaksanakan untuk mengevaluasi perbedaan kadar logam berat timbal (Pb) pada air sumur gali pompa sebelum dan setelah melalui proses filtrasi menggunakan media zeolit dan arang aktif. Serta menilai efektifitas media filtrasi zeolite dan arang aktif dalam menurunkan kadar Pb.dengan uji statistika.. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kemampuan filtrasi zeolite dan arang aktif dalam meningkatkan kualitas air sumur sehingga aman digunakan oleh masyarakat.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan eksperimen deskriptif yang dilakukan di laboratorium melalui pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan filtrasi untuk mengetahui efektivitaspenurunan kadar timbal (Pb)

2. Desain Penelitian

Desain penelitian menggunakan model pretest-posttest, yaitu setiap sampel (A,B,C) diuji kadar Pb sebelum dan sesudah filtrasi. Masing-masing sampel dilakukan dua replikasi pengukuran kadar Pb, kemudian ditara-rata menjadi satu nilai per sampel sehingga analisis menggunakan uji berpasangan (pariered) yaitu pasangan (sebelum dan sesudah untuk A,B,C). Desain ini dipilih untuk mengetahui perubahan konsentrasi Pb akibat perlakuan yang diberikan (Sugiyono, 2022).

3. Populasi dan Sampel

Populasi dari penelitian ini adalah air sumur gali pompa yang berada di Desa Sriwulan kabupaten Demak Jawa Tengah. Sampel diambil dari tiga Lokasi berbeda titik A, B dan C

4. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2024 di Laboratorium Akademi Kesehatan 17 Agustus 1945 Semarang serta Laboratorium Saintek Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

5. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi Spektrofotometer Serapan Atom (AAS), peralatan gelas laboratorium, pH meter, dan alat filtrasi berbahan PET berkapasitas 2 L. Bahan yang terdiri dari sampel air, zeolit aktif, 1 kg, Arang aktif, 1 kg Larutan standar Pb.

6. Prosedur Penelitian

a. Pengambilan Sampel

Sampel air diambil menggunakan botol sampling langsung dari sumur gali pompa masing-masing 5 liter pada sumur A, B dan C dengan cara mengalirkan kran pompa, pada menit 1-2 menit air dibuang selanjutnya dialirkan baru dipakai untuk sampel). Sampel dimasukkan dalam botol plastic yang sudah dibilas dengan asam nitrat (HNO₃ 68%, dan sampel diawetkan dengan ditambah asam nitrat 96% hingga pH ≤ 2 kemudian ditutup rapat, diamati organoptis dan pH. Sesuai SNI 6989.59:2008

b. Persiapan Media Filter

Zeolit aktif yang dibeli secara online dibersihkan dengan air mengalir, direndam dalam larutan NaCl 1 N selama 24 jam, kemudian dibilas hingga pH netral dan dikeringkan pada suhu 105°C selama tiga jam. Arang aktif yang dibeli secara online direndam dengan air panas untuk menghilangkan kotoran, kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama tiga jam.

c. Proses Filtrasi

Tabung filtrasi diisi dengan media filtrasi arang aktif (25 g) dan zeolite (125 g) dengan perbandingan (1:5) dengan pembatas kapas dacron. Sampel air dialirkan melalui media filtrasi dengan kecepatan konstant kurang lebih 600 ml didiamkan 2 jam, kemudian dikeluarkan melalui kran. Hasil filtrasi ditampung dalam botol untuk dianalisis kadar Pb (Elfrida, 2017)

d. Destruksi sampel

Dipipet 50,0 mL sampel A,B & C baik yang sudah difiltrasi maupun tidak difiltrasi dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 mL, kemudian ditambahkan 5 mL HNO₃ 96% dan Erlenmeyer ditutup dengan corong. Sampel kemudian dipanaskan perlahan-lahan pada suhu 70-80°C (tidak sampai mendidih) sampai sisa volumenya 15 mL - 20 mL. Dibilas corong dan bilasannya dimasukkan kembali ke dalam Erlenmeyer, selanjutnya larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 50,0 mL dan ditambahkan air bebas mineral hingga mencapai tanda batas, lalu dihomogenkan. Prosedur ini mengikuti satndar SNI 6989.8:2009

7. Analisis kadar Pb dengan SSA

Larutan Induk dengan konsentrasi 100 ppm, kemuadian diencerkan menjadi 10 ppm, selanjutnya dibuat deret baku 0,25 ppm; 0,5 ppm; 1,0 ppm; 2,0 ppm dan 4,0 ppm. Sampel yang sudah di destruksi basah diinjeksikan sebanyak 2,00 mL ke dalam Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), dan nilai serapannya diukur pada panjang gelombang 283,3 nm sesuai satndar SNI 6989.8:2009. Dibuat grafik linieritas dan dihitung kadarnya dengan persamaan regresi linier $y = ax+b$ (APHA, 2017). Dihitung Efektivitas penurunan kadar Pb dengan rumus:

$$\text{Efektivitas Penurunan (\%)} = \frac{C \text{ Sebelum} - C \text{ Sesudah}}{C \text{ Sebelum}} \times 100 \%$$

8. Analisis Data

Data hasil pengukuran kadar Pb dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui rata-rata dan persentase penurunan kadar Pb sebelum dan setelah filtrasi. Untuk mengetahui normalitas data dilakukan uji normalotas menggunakan Saphiro Wilk. Bila data terdistribusi normal maka dilanjutkan uji beda / **uji t berpasangan (paired t-test)** untuk menilai signifikan perubahan kadar Pb sebelum dan sesudah filtrasi pada taraf signifikansi $p < 0,05$, bila data tidak terdistribusi normal maka menggunakan Wilcoxon signed-rank (Ghozali, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Uji Organoleptis dan pH

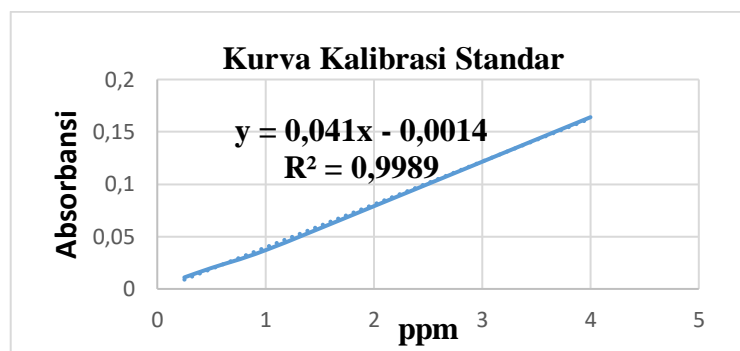
Pada Analisa fisika yang meliputi uji organoleptis pada sampel sumur gali pompa A,B,C menunjukkan air tidak berwarna, tidak berbau dan Analisa kimia dengan pengukuran pH menunjukkan ketiga sampel pH 7 seperti yang terlihat pada Tabel 1. Hal itu menunjukkan bahwa air sumur gali pompa memenuhi persyaratan kualitas untuk air minum dan hygiene sanitasi, sesuai dengan persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan R.I No 2 tahun 2023, yang menyatakan persyaratan pH 6,5-8,5, tidak berbau.

Tabel 1. Hasil Uji Organoleptis dan pH

No	Sampel	Organoleptis				pH
		Bentuk	Warna	Bau	Rasa	
1	A	Cair	Jernih	Tidak berbau	Sedikit asin	7
2	B	Cair	Jernih	Tidak berbau	Sedikit asin	7
3	C	Cair	Jernih	Tidak berbau	Sedikit asin	7

b. Kurva Kalibrasi Standar

Berdasarkan hasil absorbansi pada larutan standart didapatkan kurva kalibrasi standar yang dapat dilihat pada gambar 3. persamaan regresi linier $y = 0,041x - 0,0014$ dan koefisien korelasi $R = 0,9989$



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Standar

Dari kurva standar tersebut didapatkan persamaan regresi linier $y = 0,041x - 0,0014$ dan koefisien korelasi $R^2 = 0,9989$. Nilai $R^2 > 0,995$ yang artinya persamaan regresi linier tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk perhitungan kadar Pb pada sampel A, B, C baik pada proses sebelum difiltrasi maupun sesudah difiltrasi.

c. Hasil kadar Logam berat sebelum, sesudah difiltrasi & prosentase penurunannya

Hasil analisis kadar Pb pada air sumur gali pompa di Desa Sriwulan sampel A : 0,0373 ppm, sampel B : 0,0445 ppm, dan sampel C : 0,0377 ppm. Seluruh kadar Pb pada ketiga sampel tersebut berada di atas ambang batas mutu untuk air minum yang ditetapkan Permenkes No. 2/MENKES/PER/IV/2023 untuk air minum yaitu 0,01 ppm dan untuk keperluan hygiene sanitasi. Data lengkap dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Sebelum Filtrasi			
Sampel	Panjang Gelombang (nm)	Kadar (ppm)	Rata-rata Kadar (ppm)
A ₁	Pb 283.3	0.0368	0.0373
A ₂	Pb 283.3	0,0379	
B ₁	Pb 283.3	0.0462	0.0445
B ₂	Pb 283.3	0.0429	
C ₁	Pb 283.3	0.0323	0.0377
C ₂	Pb 283.3	0.0431	

Keterangan :

A₁ : sampel A sebelum filtrasi pada ulangan 1

A₂ : Sampel A sebelum filtrasi pada ulangan 2

B₁ : sampel B sebelum filtrasi pada ulangan 1

B₂ : Sampel B sebelum filtrasi pada ulangan 2

C₁ : Sampel sampel C sebelum filtrasi pada ulangan 1

C₂ : Sampel C sebelum filtrasi pada ulangan 2

Dari data dalam tabel 2 tersebut menunjukkan bahwa air sumur tersebut sudah tercemar dengan logam berat, hal tersebut karena didesa Sriwulan Demak sering tergenang air Rob.terus menerus sehingga meresap dalam tanah dan masuk dalam mata air dalam sumur. Karena dangkalnya sungai, tingginya air laut dibanding daratan. Dengan tingginya kandungan logam berat Pb, kemungkinan juga tingginya logam berat yang lain seperti Cupri (Cu⁺⁺), Merkuri (Hg⁺⁺), Arsen (As⁺⁺) dan logam logam yang lainnya. Hal tersebut akan menimbulkan dampak kesehatan seperti gangguan ginjal, hati, saraf, otak dan sistim reproduksi (Siahaan & Sinaga, 2023). Dari hasil sebelum difiltrasi yang tidak memenuhi syarat maka dilakukan penurunan kadar Timbal (Pb), harapannya air bisa dikonsumsi baik untuk minum maupun higiene sanitasi. Setelah dilakukan filtrasi didapatkan rata – rata kadar Timbal pada sampel A : 0,0043 ppm, sampel B : 0,0048 ppm dan sampel C : 0,0051 ppm. Data tersebut terdapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Setelah Filtrasi

Sampel	Panjang Gelombang (nm)	Kadar (mg/L)	Rata-rata Kadar (mg/L)
A ₁	Pb 283.3	0.0045	0.0043
A ₂	Pb 283.3	0.0041	
B ₁	Pb 283.3	0.0050	0.0048
B ₂	Pb 283.3	0.0047	
C ₁	Pb 283.3	0.0050	0.0051
C ₂	Pb 283.3	0.0053	

Keterangan :

A₁ : sampel A sesudah filtrasi pada ulangan 1

A₂ : Sampel A sesudah filtrasi pada ulangan 2

B₁ : sampel B sesudah filtrasi pada ulangan 1

B₂ : Sampel B sesudah filtrasi pada ulangan 2

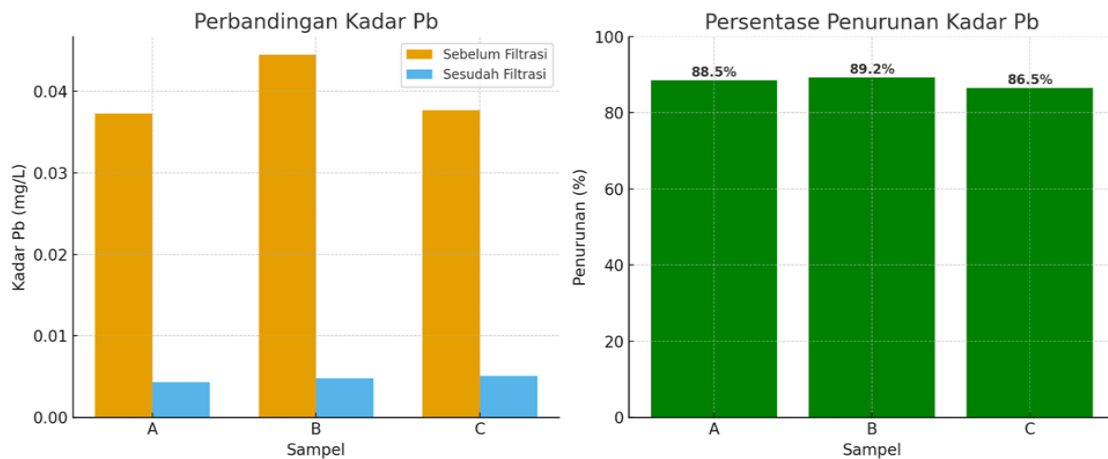
C₁ : Sampel sampel C sesudah filtrasi pada ulangan 1

C₂ : Sampel C sesudah filtrasi pada ulangan 2

Dari data analisa kadar Pb setelah difiltrasi baik pada sampel A, B maupun C memenuhi syarat untuk air minum dan higiene sanitasi. Mengacu pada Permenkes No. 2/MENKES/PER/IV/2023 kandungan Timbal (Pb) tidak lebih dari 0,01 ppm.

d. Efektivitas Penurunan

Dari data pada tabel 2 dan 3 dihitung prosentase Penuruna kadar Timbal (Pb) setelah dilakukan filtrasi dengan zeolit dan arang aktif. Berikut disajikan grafik yang menunjukkan perbandingan kadar Pb sebelum maupun setelah melalui proses filtrasi.



Gambar 4. Grafik kadar Timbal (Pb) sebelum dan sesudah filtrasi serta prosentase penurunan setiap sampel

Grafik di sebelah kiri yaitu kadar Pb pada air sumur gali pompa sebelum dan sesudah perlakuan filtrasi dengan media zeolit dan arang aktif sedangkan grafik di sebelah kanan persentase penurunan kadar Pb. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses filtrasi menggunakan zeolite dan arang aktif mampu menurunkan kadar Pb lebih dari 85 % sehingga konsentrasi akhirnya memenuhi standar baku mutu air minum (< 0,01 ppm). Grafik ini akan memperjelas efektivitas filtrasi dalam menurunkan kadar Timbal (Pb). Setelah dilakukan filtrasi menggunakan kombinasi media zeolit dan arang aktif, kadar Pb menurun secara signifikan dari rata-rata 0.0398 mg/L menjadi 0.0047 mg/L atau terjadi penurunan sebesar $\pm 88,1\%$. Hasil ini mendukung teori bahwa zeolit efektif mengikat ion Pb^{2+} melalui mekanisme pertukaran ion, sedangkan arang aktif meningkatkan efisiensi dengan mengadsorpsi sisa logam yang masih terlarut (Putri & Handayani, 2023). Penurunan kadar Pb yang signifikan ini menunjukkan bahwa kombinasi media zeolit dan arang aktif memiliki kemampuan adsorpsi yang baik terhadap ion logam berat. Zeolit berfungsi sebagai penukar ion yang efektif dalam mengikat kation logam, sementara arang aktif memiliki luas permukaan yang tinggi sehingga mampu menyerap kontaminan dengan optimal (Mujiyanto *et al.*, 2020; Rahmawati & Putri, 2022). Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penggunaan kombinasi media filtrasi mampu menurunkan kadar logam berat hingga lebih dari 80% (Sari *et al.*, 2021). Demikian juga Penurunan yang signifikan ini sejalan dengan penelitian Sulistiyono *et al.* (2022) Selain itu, kadar Pb setelah filtrasi yang berada di bawah standar baku mutu air minum yang ditetapkan dalam Permenkes RI No.2/MENKES/PER/IV/2023 yaitu kurang dari 0,01 ppm menunjukkan bahwa metode filtrasi ini dapat diaplikasikan sebagai solusi sederhana dan ekonomis untuk penyediaan air bersih di wilayah yang terpapar logam berat.

e. Hasil Uji Statistik

Analisis statistik dengan uji t berpasangan (paired t-test) dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara kadar Pb sebelum dan setelah proses filtrasi. Hasil uji menunjukkan nilai **t-statistik = 15,24** dengan **p-value = 0,0043**. Karena p-value lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, maka **H₀ ditolak**. Hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Pb sebelum dan sesudah proses filtrasi, dengan demikian, proses filtrasi menggunakan media zeolit dan arang aktif terbukti efektif dalam menurunkan kadar Pb dalam air sumur gali pompa (Ghozali, 2021).

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas dan Uji Paired T-Test Kadar Timbal (Pb) Sebelum dan Sesudah Filtrasi

Uji Statistik	Statistik Uji	p-value	Interpretasi
Shapiro–Wilk (Sebelum)	W = 0,959	> 0,05	Data berdistribusi normal
Shapiro–Wilk (Sesudah)	W = 0,969	> 0,05	Data berdistribusi normal
Paired T-Test	t = 15,24	0,0043 (<0,05)	Terdapat perbedaan signifikan antara kadar Pb sebelum dan sesudah filtrasi → filtrasi efektif menurunkan kadar Pb

Uji t berpasangan (paired t-test) menghasilkan nilai t-statistik sebesar 15,24 dan p-value 0,0043 ($p < 0,05$), yang menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kadar Pb sebelum dan sesudah filtrasi (Ghozali, 2021). Temuan ini mengonfirmasi bahwa kombinasi media zeolit dan arang aktif efektif menurunkan kadar Pb hingga berada di bawah baku mutu air minum sesuai **Permenkes RI.No.2/MENKES/PER/IV/2023** ($< 0,01$ mg/L), sehingga dapat direkomendasikan sebagai metode sederhana dan ekonomis untuk perbaikan kualitas air sumur gali.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa menggunakan media zeolit yang dikombinasikan dengan arang aktif sangat efektif dalam menurunkan kadar Pb pada air sumur gali pompa. Rata-rata kadar awal $0,0398 \pm 0,0039$ mg/L menurun menjadi $0,0047 \pm 0,0004$ mg/L. dengan Tingkat reduksi sekitar 88,05%. Uji statistik membuktikan adanya perbedaan signifikan antara sebelum dan sesudah filtrasi, sehingga metode ini layak digunakan sebagai alternatif penjernihan air di wilayah pesisir.

Saran

Diperlukan analisis lebih lanjut terhadap kontaminan logam berat lain seperti Cd,Cu dan Hg untuk mengetahui tingkat pencemaran keseluruhan. Selain itu penelitian lanjutan untuk mengevaluasi jenis media filtrasi lain yang mampu menurunkan logam berat secara lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA.

- Elfrida, Darosa (2017) *Penurunan Salinitas Air Payau Menggunakan Filter Media Zeolit Teraktivasi dan Arang Aktif*. Undergraduate thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Kementerian Kesehatan RI. (2023). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Standart Baku Mutu Air Minum*. Jakarta: Kemenkes RI

- .Putri, A. D., & Handayani, S. (2023). *Pemanfaatan zeolit dan arang aktif dalam pengolahan air limbah rumah tangga*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 24(2), 56–63
- Putri, A. D., & Handayani, S. (2023). *Pemanfaatan zeolit dan arang aktif dalam pengolahan air limbah rumah tangga*. Jurnal Teknologi Lingkungan, 24(2), 56–63
- Rahman, F., Sari, I., & Widodo, A. (2021). *Dampak logam berat terhadap kesehatan manusia*. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 13(1), 45–52
- Rahmadhani, Dian Sari. 2014. *Perbedaan Keefektifan Media Filter Zeolit dan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Desa Kismoyo Ngemplak Boyolali*. Naskah Publikasi Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Anonim, 1990. *Standart Nasional Indonesia (SNI) Tentang Air-Air Limbah bagian 59 metode Pengambilan Contoh Air*. Badan Standarisasi Nasional
- Sutrisno, H., & Nurhasanah, E. (2022). *Analisis kualitas air sumur masyarakat sekitar kawasan industri*. Media Ilmiah Teknik Lingkungan, 8(3), 101–110. SNI 6989.59:2008. (2008). *Tata cara pengambilan contoh air*. Badan Standardisasi Nasional
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sulistiyono, B., et al. (2022). *Efektivitas zeolit alam sebagai media penyerap ion logam berat*. Jurnal Rekayasa Lingkungan, 18(2), 33–41
- World Health Organization (WHO). (2021). *Lead poisoning and health*. Retrieved from. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>