

KEMAMPUAN ZEOLIT DAN KULIT UBI KAYU UNTUK MEMPERBAIKI KADAR BESI (Fe) DAN pH AIR SUMUR BOR

Mutia Wahdini, Munawar Raharja, Syarifudin A., Zulfikar Ali As
Poltekkes Kemenkes Banjarmasin Prodi Sanitasi Lingkungan
Jl. H. Mistar Cokrokusumo No. 1A Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714
E-mail: mutiawahdini78@gmail.com

Article Info

Article history:

Received June 25, 2021

Revised July 25, 2022

Accepted July 31, 2022

Keywords:

Zeolite,
Cassava Peel,
Fe,
pH,
Drilled Well Water

ABSTRACT

Ability of Zeolite and Cassava Peel to Improving Iron (Fe) and pH in Drilled Well Water. The amount of Fe in groundwater is usually quite high and cause the water to turn yellow-brown in color. According to preliminary test result, Fe levels were 4.62 mg/L and pH 4.3 in one of the drilled well waters in Banjarbaru, which did not fulfill quality criteria. Using zeolit and cassava peel to enhance Fe levels can be taken as option. The aim of this study was to determine the effectiveness of the combination of zeolite and cassava peel in improving Fe and pH levels in drilled water well. An experiment with a Post-test Only Control Group Design was used for this study. The research population was the entire water from one of Banjarbaru's drilled wells. The research sample was drilled well water, which was taken in part for testing. The Kruskal Wallis test was employed to analyze differences in Fe levels, followed by the Mann Whitney test with $p\text{-value} < \alpha (0.05)$, indicating that there is a significant difference in Fe levels after treatment with combinations A, B and C. According to the study's findings, combinations C was the most effective in increasing the Fe levels and pH of drilled well water e water by up to 0.91 mg/L (78.32%) and 7.2.

This is an open access article under the CC BY-SA license.



PENDAHULUAN

Salah satu sumber air yang digunakan masyarakat Indonesia untuk kegiatan sehari-hari adalah air tanah menggunakan sumur bor. Air tanah biasanya mengandung Fe yang tinggi yang melebihi standar/baku mutu. Berdasarkan hasil pengujian awal dari penelitian Abdi, Khair dan Saputra (2015), didapatkan kadar Fe pada air sumur di Kecamatan Banjarbaru Utara 19,875 mg/L, Kecamatan Banjarbaru Selatan 26,125 mg/L dan Kecamatan Cempaka 59,875 mg/L^[1]. Tingginya kadar Fe ini menjadi permasalahan yang harus diatasi sehingga perlu dilakukan pengolahan air agar memenuhi baku mutu berdasarkan Permenkes No. 32 tahun 2017.

Zeolit dan kulit ubi kayu dapat digunakan sebagai adsorben untuk memperbaiki kadar Fe, zeolit tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina $(\text{AlO}_4)^5-$ dan silika $(\text{SiO}_4)^4-$ yang membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/berpori. Muatan negatif inilah yang menyebabkan zeolit dapat mengikat kation-kation pada air. Kulit ubi kayu memiliki kandungan selulosa, permukaan selulosa akan menjadi partikel bermuatan negatif ketika berada di dalam air, sehingga akan terjadi interaksi coulomb dengan logam bermuatan positif yang berada di dalam air^[2].

Mekanisme dari zeolit dan kulit ubi kayu yang digunakan dalam memperbaiki kadar besi (Fe) dan pH pada air sumur bor adalah dengan mengalirkan air sumur bor menuju filter yang berisi media zeolit dan kulit ubi kayu untuk menyaring atau memisahkan zat besi dan memperbaiki pH pada air sumur bor. Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk mengkombinasikan zeolit dan kulit ubi kayu sebagai media untuk memperbaiki kadar besi (Fe) dan pH pada air sumur bor dengan ketinggian media filter yang berbeda yaitu

kombinasi A (zeolit 15 cm+kulit ubi kayu 5 cm), kombinasi B (zeolit 15 cm+kulit ubi kayu 10 cm) dan kombinasi C (zeolit 15 cm+kulit ubi kayu 15 cm).

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan bersifat eksperimen berupa pengolahan air sumur bor dengan ketinggian media filter (zeolit+kulit ubi kayu) yang berbeda. Pengolahan adsorben kulit ubi kayu dilakukan dengan cara memisahkan kulit ubi kayu dari kulit ari, kemudian dibersihkan dengan air mengalir, lalu dilakukan proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 200°C selama 5 jam, kulit ubi kayu yang sudah kering dihancurkan dengan ukuran 2-20 mm. Media zeolit dan kulit ubi kayu dimasukkan ke dalam pipa berukuran 4" untuk dilakukan perlakuan filtrasi. Sebelum perlakuan pada sampel air sumur bor dilakukan pemeriksaan pH awal. Selanjutnya dilakukan filtrasi pada air sumur bor menggunakan media filter kombinasi A, B dan C serta dilakukan pemeriksaan pH air sumur bor setelah perlakuan. Pemeriksaan kadar Fe dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Kesehatan Lingkungan Poltekkes Banjarmasin menggunakan metode spektrofotometer dengan cara fenanthrolin. Sampel yang diperiksa berupa sampel air sumur bor sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil pemeriksaan kadar Fe dan pH sebelum perlakuan dibandingkan dengan hasil sesudah perlakuan untuk mengetahui adanya perbedaan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dari pengaruh dilakukannya intervensi, serta dibandingkan dengan Permenkes No. 32 tahun 2017 yang ditampilkan dalam bentuk tabel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan kadar Fe dan pH air sumur bor sebelum perlakuan yaitu 4,62 mg/L dan 4,3. Air sumur bor kemudian diberikan perlakuan filtrasi menggunakan media zeolit 15 cm sebagai kontrol dan kombinasi A, B, C. Hasil pemeriksaan kadar Fe dan pH dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi (Fe) dan pH Sebelum Perlakuan

No.	Parameter	Hasil Pemeriksaan	Baku Mutu
1.	Besi (Fe)	4,62 mg/L	1 mg/L
2.	pH	4,3	6,5-8,5

Sumber: Data Penelitian, 2021

Kadar Fe dan pH air sumur bor sebelum perlakuan belum memenuhi baku mutu berdasarkan Permenkes No. 32 tahun 2017. Hal ini dapat disebabkan oleh struktur tanah di lokasi pengambilan sampel air sumur bor memiliki kandungan Fe yang tinggi, juga ditambah dengan hasil pengukuran pH yang bersifat asam yaitu 4,3, karena air yang memiliki $\text{pH} \leq 7$ lebih mudah melarutkan senyawa-senyawa yang bersifat logam^[3]. Selain disebabkan oleh struktur tanah dan pH air yang bersifat asam, kandungan Fe yang melebihi baku mutu pada air sumur bor ini juga dapat dipengaruhi oleh kedalaman sumur. Kedalaman sumur bor pada lokasi pengambilan sampel yaitu ± 30 m. Kedalaman air tanah dalam dari permukaan tanah biasanya diatas 15 m^[4]. Menurut Mujiyanto, Purwanti dan Rismini (2015), ada hubungan antara kandungan Fe dalam sumur dengan kedalaman sumur, artinya semakin dalam sumur maka semakin tinggi kandungan Fe. Hal ini terjadi karena air hujan yang turun ke tanah mengalami infiltrasi (masuk ke dalam tanah) yang mengandung FeO dan akan bereaksi dengan H_2O dan CO_2 dalam tanah dan membentuk $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, dimana semakin dalam air yang meresap ke dalam tanah maka semakin tinggi juga kelarutan besi karbonat^[5].

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi (Fe) dan pH Sesudah Perlakuan Filtrasi Menggunakan Zeolit 15 cm

No.	Parameter	Hasil Pemeriksaan	Baku Mutu	Persentase
1.	Besi (Fe)	2,98 mg/L	1 mg/L	5,49%
2.	pH	5,8	6,5-8,5	-

Sumber: Data Penelitian, 2021

Terjadi perbaikan kadar Fe dan pH air sumur bor sesudah perlakuan filtrasi menggunakan zeolit 15 cm, dimana kadar Fe mengalami penurunan dan pH mengalami kenaikan dari hasil pemeriksaan sebelum perlakuan. Kadar Fe yang mengalami penurunan pada perlakuan ini karena zeolit dapat mengikat atau menyerap senyawa atau unsur dalam larutan yang disebabkan mineral zeolit tersusun atas tetrahedral-tetrahedral alumina (AlO_4)⁵⁻ dan silika (SiO_4)⁴⁻ yang membentuk struktur bermuatan negatif dan berongga terbuka/berpori, proses penyerapan logam Fe ini termasuk adsorpsi fisika karena menyebabkan terjadinya ikatan tarik-menarik dimana ion negatif pada zeolit dapat mengikat kation pada Fe yang kemudian terserap pada permukaan zeolit. Zeolit juga berpengaruh terhadap kenaikan pH. Air yang melewati media zeolit akan diikat kationnya $[\text{H}^+]$ karena zeolit memiliki muatan negatif, sehingga yang tertinggal adalah ion-ion negatifnya $[\text{OH}^-]$ yang akan menyebabkan kenaikan pH pada air^[6].

Pada perlakuan ini kadar Fe mengalami perbaikan dengan persentase sebesar 35,49%, hal ini menunjukkan bahwa zeolit 15 cm memiliki efisiensi yang rendah dalam memperbaiki kadar Fe pada air sumur bor, ini dapat disebabkan oleh ukuran zeolit yang masih besar yaitu ± 2 mm sehingga luas permukaannya kecil yang mengakibatkan daya adsorpsi zeolit masih rendah. Meskipun terjadi perbaikan kadar Fe dan pH pada perlakuan ini, namun masih belum memenuhi baku mutu berdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kadar Besi (Fe) dan pH Sesudah Perlakuan Filtrasi Menggunakan Kombinasi Zeolit dan Kulit Ubi Kayu

Variasi Ketinggian Kombinasi Zeolit dan Kulit Ubi Kayu	Kombinasi A		Kombinasi B		Kombinasi C	
	Fe (mg/L)	pH	Fe (mg/L)	pH	Fe (mg/L)	pH
P ₁	2,78	6,0	1,41	6,3	1,27	6,5
P ₂	1,61	6,3	1,11	6,4	0,94	7,4
P ₃	1,34	6,3	1,20	6,4	1,04	6,9
P ₄	1,63	6,6	1,10	6,5	0,92	6,9
P ₅	1,53	6,8	1,11	6,6	0,98	6,9
P ₆	1,48	7,2	1,07	6,6	0,92	6,9
P ₇	1,61	6,9	1,24	6,7	0,91	6,7
P ₈	1,67	6,7	1,01	6,9	0,98	6,6
P ₉	1,35	7,1	1,15	6,9	1,05	6,8
Rata-rata	1,67	6,7	1,15	6,6	1,00	6,8
Baku Mutu	1	6,5-8,5	1	6,5-8,5	1	6,5-8,5
Persentase	63,89%	-	75,00%	-	78,32%	-

Sumber: Data Penelitian, 2021

Ket :

P₁₋₉ = Pengulangan 1-9

Kombinasi A = Zeolit 15 cm+Kulit Ubi Kayu 5 cm

Kombinasi B = Zeolit 15 cm+Kulit Ubi Kayu 10 cm

Kombinasi C = Zeolit 15 cm+Kulit Ubi Kayu 15 cm

Rata-rata kadar Fe dan pH air sumur bor sesudah perlakuan filtrasi menggunakan kombinasi zeolit dan kulit ubi kayu bervariasi antara 1 mg/L sd. 1,67 mg/L untuk Fe dan 6,6 sd. 6,8 untuk pH. Kadar Fe dan pH ini mengalami perbaikan dari hasil sebelumnya. Kadar besi (Fe) yang mengalami penurunan pada ketiga perlakuan (kombinasi) ini selain karena kemampuan zeolit dalam mengikat ion positif, juga dipengaruhi oleh kulit ubi kayu, dimana pada kulit ubi kayu terdapat kandungan selulosa yang memiliki gugus fungsi hidroksil (OH⁻). Proses penyerapan logam besi (Fe) dengan menggunakan adsorben dari kulit ubi kayu termasuk adsorpsi fisika karena melibatkan gaya *van der Waals* atau gaya elektrostatis. Gaya elektrostatis ini terjadi karena keberadaan gugus aktif polar hidroksil (-OH) yang terdapat pada kulit ubi kayu, sehingga akan terjadi ikatan antara ion positif logam Fe dengan ion negatif gugus hidroksil^[7]. Gugus fungsi hidroksil [OH⁻] juga berpengaruh terhadap kenaikan pH. Berdasarkan Teori Asam dan Basa Menurut Arrhenius pembawa sifat basa adalah ion [OH⁻].

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar Fe menggunakan kombinasi A, B dan C diketahui bahwa semakin tinggi kulit ubi kayu yang digunakan sebagai media filter maka semakin tinggi persentase penurunan kadar Fe pada air sumur bor, namun antara kombinasi B dan C terjadi penurunan kadar Fe yang tidak signifikan, hal ini dapat disebabkan oleh ukuran kulit ubi kayu yang tidak merata yaitu antara 2-20 mm sehingga dengan masih adanya kulit ubi kayu berukuran besar menyebabkan luas permukaannya kecil sehingga kapasitas kulit ubi kayu dalam mengadsorpsi Fe menjadi menurun.

Pada proses filtrasi menggunakan kombinasi C rata-rata kadar Fe yaitu 1 mg/L (78,32%) dengan pH 6,8. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi C adalah kombinasi yang paling efektif dalam memperbaiki kadar Fe dan pH pada air sumur bor karena sudah memenuhi standar baku mutu berdasarkan Permenkes No. 32 tahun 2017.

Analisis hasil pemeriksaan kadar Fe berdasarkan uji normalitas terdapat sebaran data yang tidak berdistribusi normal dengan nilai sig. $< \alpha$ (0,05), sehingga analisis data dilanjutkan dengan uji *Kruskal Wallis* dengan nilai Asymp. Sig. (0,000) $< \alpha$ (0,05), artinya ada perbedaan kadar Fe setelah diberikan perlakuan antara kombinasi A, B dan C, kemudian dilanjutkan uji *Mann Whitney* untuk melihat perlakuan (kombinasi) mana saja yang memiliki perbedaan dan didapatkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) pada semua perlakuan $< \alpha$ (0,05), artinya terdapat perbedaan kadar Fe yang signifikan antara kombinasi A dan B, kombinasi B dan C, serta kombinasi A dan C. Analisis hasil pemeriksaan pH berdasarkan uji normalitas semua sebaran data berdistribusi normal dengan nilai sig. $> \alpha$ (0,05), sehingga analisis data dilanjutkan dengan uji *One Way Anova* dengan nilai Sig. (0,193) $> \alpha$ (0,05), artinya tidak ada perbedaan pH setelah diberikan perlakuan antara kombinasi A, B dan C. Meskipun pH menunjukkan tidak ada perbedaan setelah diberikan perlakuan, namun pH telah mengalami perbaikan dari hasil pemeriksaan sebelum perlakuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kadar Fe air sumur bor sebelum perlakuan yaitu 4,62 mg/L dengan pH 4,3. Kadar Fe dan pH mengalami perbaikan setelah diberikan perlakuan menggunakan zeolit 15 cm menjadi 2,98 mg/L (35,49%) dan 5,8. Kadar Fe dan pH mengalami perbaikan lagi setelah diberikan perlakuan menggunakan kombinasi A, B dan C dengan rata-rata dan persentase berkisar antara 1 mg/L (63,89%) sd. 1,67 mg/L (78,32%) untuk Fe dan 6,6 sd. 6,8 untuk pH. Kombinasi C adalah kombinasi yang paling efektif dalam memperbaiki kadar Fe dan pH pada air sumur bor.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan uji parameter yang berbeda dengan menggunakan sistem *Filtrasi Up Flow* (dari bawah ke atas).

KEPUSTAKAAN

1. Abdi C, Khair RM, Saputra MW. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* L.) Sebagai Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Sumur Kota Banjarbaru :Fe dan Mn. Jukung (Jurnal Tek Lingkungan) 2015.
2. Bahri S, Musafira, Hardi J, Satrimafitrah P. Pemanfaatan Kulit Ubi Kayu Sebagai Biosorben Pada Penjernihan Air Di Kelurahan Balaroa. Kovalen 2017;
3. Joko T. Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum. Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2010.
4. Notodarmojo S. Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Bandung: Penerbit ITB; 2005.
5. Mujiyanto B, Purwanti A, Rismini S. Kandungan Besi Air Sumur di Perumahan Huma Akasia Jatiwarna - Pondok Melati, Bekasi. J Ilmu dan Teknol Kesehat 2015.
6. Heriyani O, Mugisidi D. Pengaruh Karbon Aktif dan Zeolit pada pH Hasil Filtrasi Air Banjir. J UHAMKA 2016.
7. Sari DE. Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Adsorban Alami Untuk Mengurangi Kadar Besi (fe) Dalam Air Limbah Dengan Sistem Batch. 2020.

