

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 10, Nomor 1, Januari 2023, hlm 1-11

<http://jurnal.sttcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

Analisis kesadahan total (CaCO₃), kalsium(Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺) pada air sumur tanah di Jakarta Utara

Analysis of total hardness (CaCO₃), calcium hardness(Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺) in well water in North Jakarta

Herdini^{1*}, Veriah Hadi¹, Trianisa Novalina²

^{1*} Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta, Indonesia

² Program Studi Fisika, Fakultas Sains Teknologi Informatika, Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta, Indonesia

^{1*,2} Jl. Moch Kahfi II, BhumiSrengseng Indah, Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640, Indonesia

*Koresponden email: herdinias69@istn.ac.id

Artikel dikirim: 28/12/2021

Artikel direvisi: 11/2/2022

Artikel diterima: 11/2/2022

ABSTRAK

Kesadahan adalah suatu kondisi dimana air mengandung mineral CaCO₃, Ca²⁺ dan Mg²⁺ yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar kesadahan total, kalsium dan magnesium dalam air sumur tanah di daerah Cilincing, Sunter dan Pluit serta analisis penurunan nilai kesadahan total dengan menggunakan mineral adsorben yakni zeolit. Metode yang digunakan yaitu titrasi kompleksometri. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Farmasi ISTN Jakarta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air sumur tanah pada daerah Cilincing, Sunter dan Pluit memiliki kadar kesadahan total, kalsium, dan magnesium yang melebihi batas persyaratan. Prosentase nilai penurunan kadar kesadahan total, kalsium dan magnesium pada daerah cilincing mencapai 56.80%, 52.72%, 47.06%. Prosentase nilai penurunan kadar kesadahan total, kalsium, dan magnesium pada daerah sunter mencapai 57.19%, 50.99%, 34.05%, dan prosentase nilai penurunan kadar kesadahan total, kalsium, magnesium pada daerah pluit mencapai 58.18%, 53.69%, 35.94%. Penggunaan zeolit sebagai adsorben untuk menurunkan kadar kesadahan total air sumur tanah terbukti efektif untuk menurunkan kadar kesadahan total, kalsium dan magnesium.

Kata kunci: Air sumur tanah; analisis kesadahan total; kompleksometri; zeolit adsorben.

ABSTRACT

Hardness is a condition where water contains high calcium and magnesium minerals. The purpose of this study is to analyze the levels of total hardness, calcium and magnesium contained in water wells of residents living in the Cilincing, Sunter, Pluit and analyze the decreased of total hardness levels using an adsorbent mineral zeolite. The method inside the experiment is complexometric titration method. Testing was carried out at the ISTN Jakarta Pharmaceutical Chemistry Laboratory. The results of the study were that well water in the Cilincing, Sunter and Pluit area had total hardness and calcium levels which exceeded the limits. The percentage of the decrease in the level of total hardness calcium and magnesium in the Cilincing region reached 56.80%, 52.72%, 47.06%. The percentage of the decrease in the level of total hardness calcium and magnesium in the Sunter region reached 57.19%, 50.99%, 34.05% and the percentage of the decrease in the level of total hardness calcium and magnesium in the Pluit region reached 58.18%, 53.69%, 35.94%. Zeolite used as an adsorbent to reduce the total hardness level of ground well water proved to be effective with a considerable decrease in the total hardness levels, calcium and magnesium at the initial value set.



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

Keywords: Ground well water; total hardness analyze; complexometric; zeolite adsorbent.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan air bersih dan air minum menjadi salah satu permasalahan penduduk kota Jakarta khususnya Jakarta Utara (Cilincing, Sunter, dan Pluit) mengingat daerah tersebut letaknya cukup dekat dengan kawasan industri yang tentu ikut menyumbangkan cemaran mulai dari pencemaran udara, tanah, bahkan air yang menjadi sumber kehidupan bagi semua makhluk hidup apabila tidak ditangani dengan baik. Air tanah di tiga daerah tersebut diperoleh dengan cara membuat sumur[1]. Pada saat direbus, air akan menghasilkan kerak di sekitar panci. Hal tersebut mengindikasikan bahwa adanya kandungan ion sadah pada air. Oleh karena itu, air harus diendapkan dan disaring terlebih dahulu sebelum digunakan untuk air minum atau memasak. Gejala kesadahan air yang tinggi juga dapat diamati dari sabun yang sulitberbusa[2], hal ini disebabkan karena salah satu bagian dari molekul sabun diikat unsur Ca dan Mg dalam air, akibatnya masyarakat menambahkan detergen cukup banyak untuk keperluan mencuci[3]. (Sutrisno *et al*, 2017). Selain kerugian dalam rumah tangga, menurut WHO air yang kesadahannya tinggi dapat menimbulkan dampak terhadap kesehatan yaitu dapat menyebabkan penyumbatan pembuluh darah jantung (*Cardiovascular disease*), batu ginjal (*Urolithiasis*), tingginya kadar kalsium dalam darah (*Hiperkalsemia*), dan tingginya kadar magnesium dalam darah (*Hipermagnesemia*). Kandungan kontaminan sadah dalam air bersih, air minum dan air untuk keperluan sanitasi higienitas diatur dalam Permenkes RI No 32 tahun 2017 dan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010[4].

Salah satu upaya dalam mengurangi tingkat kesadahan dalam air yaitu dengan menggunakan teknik adsorpsi atau penyerapan memanfaatkan mineral yang mampu mengadsorpsi (penyerap)[5]. Teknik adsorpsi merupakan salah satu teknik pengolahan air yang tercemar yang diharapkan dapat menurunkan konsentrasi logam berlebihan pada sistem air, oleh karena itu air harus diendapkan dulu dan disaring terlebih dahulu sebelum digunakan untuk air minum atau memasak. Salah satu upaya dalam mengurangi tingkat kesadahan dalam air yaitu dengan memanfaatkan mineral yang mampu mengadsorpsi. Adsorpsi didasarkan pada interaksi ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pembentukan ion kompleks. Zeolit merupakan salah satu mineral yang mempunyai kemampuan sebagai bahan penyerap dalam suatu media air[6].

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode secara kualitatif atau identifikasi yang mana mengetahui kandungan kalsium dan magnesium dalam sampel air sumur tanah dan metode secara kuantitatif untuk mengetahui kadar atau konsentrasi kesadahan total, kalsium dan magnesium dalam sampel air sumur tanah serta untuk mengetahui penurunan konsentrasi kesadahan total, kalsium dan magnesium dalam sampel air sumur tanah saat penambahan mineral adsorben zeolit sebagai adsorben logam dalam air[7][8].

2.1 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian menggunakan sampel air sumur tanah, mineral zeolit aktif[9], larutan buffer pH 10, larutan buffer pH 12, indikator EBT (*Eriochrom Black T*), indikator *murexide*, natrium klorida (NaCl), larutan EDTA 0.01 M, kalsium karbonat (CaCO₃) anhidrat, asam klorida (HCl) 6N, natrium hidroksida (NaOH) 1 N, *amonium carbonate* (NH₄)₂CO₃, asam sulfat (H₂SO₄), kalsium sulfat (CaSO₄), ammonium oksalat (NH₄)₂C₂O₄, Aquades[10].

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital analitik Sartorius CPA26P, tabung reaksi, labu ukur 100 ml ; 1000 ml, Erlenmeyer 250 ml, pipet volume 1.0 ml ; 10.0 ml ; 25.0 ml,

gelas ukur 100 ml, beaker glass 100 ml ; 250 ml ; 500 ml, tabung reaksi, corong kaca, penangas air, kain penyaring, buret 50 ml, klem dan statif, plate stirrer, pipet tetes, bulb, batang pengaduk, sendok tanduk.

2.2 Pengambilan sampel

Bahan uji yang digunakan adalah air sumur tanah dari pemukiman warga di Jakarta utara yakni daerah Cilincing, Sunter, dan pluit. Diambil sebanyak 1 Liter dari 6 titik pada masing-masing daerah sehingga didapatkan total 18 sampel air sumur tanah warga[11].

2.3 Tahapan penelitian

2.3.1 Pengujian kualitatif (vogel kimia analisis kuantitatif anorganik edisi V, 1985)

A. *Calcium*

Sebanyak 1-3 ml sampel air sumur tanah dalam tabung reaksi ditambahkan larutan ammonium karbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ akan terbentuk endapan putih CaCO_3 ; ditambahkan larutan ammonium hidroksida (NH_4OH) tidak terbentuk endapan; ditambahkan asam sulfat (H_2SO_4) pekat akan terbentuk endapan putih CaSO_4 ; ditambahkan kalsium sulfat CaSO_4 (jenuh) tidak terbentuk endapan dan ditambahkan ammonium oksalat $(\text{NH}_4)_2(\text{COO})_2$ akan terbentuk endapan putih CaC_2O_4 dari larutan yang pekat dan endapan tidak akan larut dalam penambahan asam asetat (CH_3COOH) encer.

B. *Magnesium*

Sebanyak 1-3 ml sampel air sumur tanah dalam tabung reaksi ditambahkan NaOH berlebih akan terbentuk endapan putih tidak larut; ditambahkan larutan ammonium karbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ akan terbentuk endapan putih tidak larut dan ditambahkan natrium karbonat (Na_2CO_3) akan terbentuk endapan putih yang tak larut, dengan penambahan asam asetat akan menjadi larut.

2.3.2 Penetapan kesadahan total (CaCO_3) (SNI-06-6989.12.2004)

Sampel air sumur tanah dipipet sebanyak 25 ml secara volumetric ke dalam Erlenmeyer 250 ml, diencerkan dengan aquades sampai volume 50 ml. Tambahkan 1 ml sampai dengan 2 ml larutan buffer pH 10 dan penambahan sedikit saja indikator EBT. Melakukan titrasi dengan larutan baku Na_2EDTA

0.01 M secara perlahan sampai terjadi perubahan larutan warna merah keunguan (merah anggur) menjadi biru. Lakukan pencatatan terhadap volume larutan baku Na_2EDTA yang digunakan. Ulangi titrasi sebanyak 2x (duplo).

2.3.3 Penetapan kesadahan kalsium (Ca^{2+}) (SNI-06-6989.12.2004)

Sampel air sumur tanah dipipet sebanyak 25 ml ke dalam Erlenmeyer 250 ml, diencerkan dengan aquades sampai volume 50 ml. Tambahkan 2 ml larutan buffer pH 12 dan penambahan sedikit saja indikator murexide. Melakukan titrasi dengan larutan baku Na_2EDTA 0.01 M secara perlahan sampai terjadi perubahan warna merah keunguan (merah anggur) menjadi ungu. Lakukan pencatatan volume larutan baku Na_2EDTA yang digunakan. Ulangi titrasi sebanyak 2x (duplo).

2.3.4 Penurunan kesadahan dengan penggunaan zeolit (BPPT Vol.2, 2016).

Zeolit aktif ditimbang sebanyak 25g, 50g, 75g, 100g, dan 125g di dalam masing-masing erlenmeyer 250 mL. Tambahkan sebanyak 25 ml sampel air sumur tanah yang telah ditetapkan kadarkesadahan total[7], kalsium dan magnesium terlebih dahulu. Lakukan pengadukan dengan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan yang telah ditentukan yakni 200 rpm dalam rentang waktu yang berbeda beda yakni 30 detik, 60 detik, 90 detik, 120 detik, dan 150 detik. Setelah nya lakukan penyaringan dengan menggunakan zeolit yang telah dilapisi dengan kain penyaring, lakukan proses penyaringan sebanyak 2 kali. Lakukan penetapan kesadahan kembali terhadap filtrat air yang telah dihasilkan. Hitunglah penurunan kesadahan yang diperoleh dengan membandingkan hasil kesadahan sebelum proses adsorpsi sampel dengan zeolit[12].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

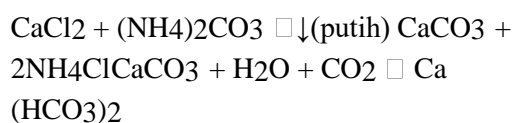
3.1 Analisis kualitatif

Analisis kualitatif merupakan suatu proses dalam mendeteksi keberadaan suatu unsur kimia dalam cuplikan yang tidak diketahui. Dalam metode analisis kualitatif menggunakan beberapa pereaksi diantaranya pereaksi golongan dan pereaksi spesifik, kedua pereaksi ini dilakukan untuk mengetahui jenis kation suatu larutan. Dalam hal ini analisis kualitatif digunakan untuk menentukan kandungan ion kalsium dan magnesium yang terkandung dalam sampel air pada pengujian.

3.1.1 Uji sampel air sumur tanah terhadap kalsium (Ca²⁺)

- a. Dengan larutan ammonium karbonat (NH₄)₂CO₃ terbentuk endapan putih CaCO₃ berbentuk amorph putih, yang menjadi kristal bila dididihkan. Endapan larut dalam air yang mengandung banyak CO₂ membentuk larutan bikarbonat.

Reaksi:



- b. Dengan larutan ammonia.

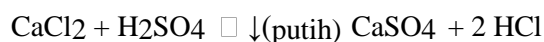
Tidak terbentuk endapan, karena kalsium hidroksida larut cukup banyak reaksi:



- c. Dengan larutan asam sulfat (H₂SO₄) encer

Terbentuk endapan putih CaSO₄ dari larutan yang pekat. Endapan agak larut dalam air daripada larut dalam asam.

Reaksi:



- d. Dengan ammonium oksalat (NH₄)₂C₂O₄.

Terbentuk endapan putih CaC₂O₄ dari larutan yang pekat. Pengendapan dipermudah dengan menjadikan larutan bersifat basa dengan adanya ammonia. Endapan praktis tidak larut dalam air dan tak larut dalam asam asetat.

Reaksi:



3.1.2 Uji Sampel Air Sumur Tanah Terhadap Magnesium (Mg²⁺)

- a. Dengan larutan natrium hidroksida (NaOH)

Endapan putih magnesium hidroksida, yang tak larut dalam reagen berlebihan, dimana magnesium membentuk suatu kation bivalen (Mg²⁺) Oksida hidroksida, karbonat dan fosfat menjadi tidak larut.

Reaksi:



- b. Dengan larutan ammonium karbonat (NH₄)₂CO₃ membentuk endapan dimana endapan larut sangat sedikit sekali larut dalam air. Selama proses reaksi terjadi konsentrasi ammonium terionisasi sempurna, bertambah, dan akibatnya konsentrasi ion-ion hidroksil berkurang dan menjadi semakin rendah sehingga banyak dari garam magnesium itu tetap berada dalam larutan.

Reaksi:



Hasil penetapan uji kualitatif pada sampel air sumur tanah di daerah Cilincing, sunter dan pluit dapat dilihat pada tabel 1 uji kualitatif terhadap kandungan kalsium (Ca²⁺) dalam sampel di daerah Cilincing Sunter dan Pluit dengan penambahan NH₄OH, H₂SO₄, CaSO₄ dan (NH₄)₂(COO)₂

Tabel 1. Uji kualitatif terhadap kandungan kalsium (Ca^{2+})

Uji Kualitatif Kandungan Kalsium Sebagai (Ca^{2+})				
Sampel	NH_4OH	H_2SO_4	CaSO_4	$(\text{NH}_4)_2(\text{COO})_2$
Cilincing	↓(larut) $\text{Ca}(\text{OH})_2$	↓(putih) CaSO_4	↓(larut) CaSO_4	↓(putih) $\text{Ca}(\text{COO})_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$ (encer)(mengendap)
Sunter	↓(larut) $\text{Ca}(\text{OH})_2$	↓(putih) CaSO_4	↓(larut) CaSO_4	↓(putih) $\text{Ca}(\text{COO})_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$ (encer)(mengendap)
Pluit	↓(larut) $\text{Ca}(\text{OH})_2$	↓(putih) CaSO_4	↓(larut) CaSO_4	↓(putih) $\text{Ca}(\text{COO})_2 + \text{CH}_3\text{COOH}$ (encer)(mengendap)

*hasil sama untuk semua sampel.

Tabel 2 hasil uji kualitatif terhadap kandungan Magnesium (Mg^{2+}) dalam sampel di daerah Cilincing, Sunter dan Pluit dengan penambahan NaOH , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ dan Na_2CO_3

Tabel 2. Uji kualitatif kandungan magnesium sebagai (Mg^{2+})

Uji Kualitatif Kandungan Magnesium Sebagai (Mg^{2+})			
Sampel	NaOH	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	Na_2CO_3
Cilincing	↓(putih) $\text{Mg}(\text{OH})_2$	↓(putih) MgCO_3	↓(larut)(encer) CH_3COOH
Sunter	↓(putih) CaCO_2	↓(larut) $\text{Ca}(\text{OH})_2$	↓(putih) CaSO_4
Pluit	↓(putih) CaCO_2	↓(larut) $\text{Ca}(\text{OH})_2$	↓(putih) CaSO_4

3.2 Penetapan kadar kesadahan total (CaCO_3), Kalsium (Ca^{2+}), dan Magnesium (Mg^{2+})

Kesadahan di dalam air sangat dipengaruhi oleh keberadaan kalsium dan magnesium yang bereaksi dengan karbondioksida. Karbondioksida mudah terlarut ke dalam perairan, melalui respirasi akuatik dari hasil proses dekomposisi bahan organik. Karbondioksida bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Asam karbonat yang berkontak dengan air laut serta beberapa perairan dengan dasar batuan kalkareus yang banyak mengandung kalsium, maka akan terbentuk kalsium karbonat (CaCO_3). Kalsium karbonat bersifat larut dan mengakibatkan suatu perairan menjadi sadah [13]. Tingginya tingkat pencemaran udara dan air yang terdapat di daerah ibu kota Jakarta, khususnya Jakarta Utara menyebabkan kandungan asam karbonat dan cemaran lain pada air laut serta perairan lainnya menjadi tinggi, hal tersebut meningkatkan kadar kalsium karbonat sebagai sumber terjadinya sadah air, dikarenakan adanya proses respirasi dari air laut dan perairan ke sumber air sumur tanah di pemukiman warga. Hal tersebut yang mendasari tingginya konsentrasi nilai sadah yang dihasilkan dalam penelitian pada sampel air sumur tanah di daerah cilincing, sunter dan pluit.

Tingginya kadar kalsium dalam air sumur tanah karena berasal dari proses penyerapan sumber air yang mengalir di dalam tanah organik yang banyak membawa berbagai unsur logam terutama kalsium dan magnesium. Keberadaan kandungan unsur-unsur logam tersebut menyebabkan terjadinya kontaminasi air di dalam tanah, sehingga saat keluar melalui sumber air di sumur, air telah mengandung kalsium yang cukup tinggi. Tabel 3 uji penetapan kadar kesadahan total (CaCO_3), Kalsium (Ca^{2+}), Magnesium (Mg^{2+}) pada sampel air sumur tanah di daerah Cilincing (A1-A6), Sunter (B1-B6) dan Pluit (C1-C6).

Tabel 3. Uji penetapan kadar kesadahan total (CaCO_3).

Sampel	Kesadahan Total CaCO ₃ (mg/L)	Kadar Kalsium Ca ²⁺ (mg/L)	Kadar Magnesium Mg ²⁺ (mg/L)
A1	1050.500	327.510	58.530
	1055.577	327.510	57.555
A2	1147.890	340.353	72.187
	1151.903	338.748	74.138
A3	1071.631	330.721	59.506
	1067.618	332.326	57.555
A4	927.142	277.741	56.579
	923.128	274.530	57.555
A5	983.332	311.455	49.751
	987.346	309.850	51.702
A6	951.223	284.163	58.530
	947.210	287.374	55.604
B1	915.101	258.476	63.345
	911.087	256.870	65.345
B2	995.373	301.823	58.518
	999.386	303.428	58.518
B3	939.182	306.639	41.938
	931.155	308.244	39.012
B4	919.114	292.190	45.839
	915.101	290.585	45.839
B5	878.978	268.108	50.716
	870.951	266.503	49.741
B6	802.720	242.421	47.790
	806.734	240.816	49.741
C1	1131.835	325.904	77.049
	1123.808	324.299	76.074
C2	979.318	313.061	47.790
	979.318	314.666	46.815
C3	1252.243	377.278	75.098
	1256.257	378.884	75.098
C4	1135.849	340.353	69.247
	1138.849	338.748	70.222
C5	1067.618	322.693	63.395
	1071.631	321.088	65.345
C6	1208.094	359.619	75.098
	1212.107	358.013	77.049

Keterangan:

A1 – A6 = Sampel air sumur tanah daerah Cilincing B1 – B6 = Sampel air sumur tanah daerah Sunter
C1 – C6 = Sampel air sumur tanah daerah Pluit.

Berdasarkan standar kesadahan menurut PERMENKES RI No. 492 tahun 2010 dan PERMENKES RI No. 32 tahun 2017 batas maksimum kesadahan air minum serta air bersih untuk keperluan higiene dan sanitasi yang dianjurkan yaitu tidak lebih dari 500 mg/L CaCO₃[5], dapat dikatakan bahwa seluruh

sampel air sumur tanah di pemukiman warga yang diteliti tidak layak konsumsi karena sangat melebihi nilai ambang batas yang dianjurkan. Serta diperoleh hasil bahwa kadar kesadahan total yang paling tinggi terdapat di wilayah Pluit Jakarta Utara. Hal tersebut dikarenakan pluit merupakan wilayah yang paling dekat dengan perairan laut serta adanya waduk pluit yang juga menjadi sumber aliran untuk semua air sumur pemukiman warga di daerah tersebut [14].

Berdasarkan standar kalsium dan magnesium menurut Permenkes RI No. 01/Birhukmas/1975 batas maksimum untuk kadar kalsium dan magnesium air minum yang ditetapkan yaitu tidak lebih dari 200 mg/L kalsium sebagai Ca^{2+} dan 150 mg/L magnesium sebagai Mg^{2+} , dapat dikatakan bahwa seluruh sampel air sumur tanah di pemukiman warga yang diteliti tidak layak konsumsi karena sangat melebihi nilai ambang batas yang dianjurkan [15]. Asupan kalsium dan magnesium yang tinggi dalam tubuh manusia memang bisa meningkatkan resiko terjadinya batu ginjal, *hiperkalsemia* dan *hipermagnesemia*. Penelitian yang dilakukan oleh Taylor, et al menunjukkan bahwa 80% penyakit batu ginjal disebabkan oleh asupan kalsium yang cukup tinggi secara *continue*. Evaluasi secara kimiawi telah dilakukan terhadap urine penderita batu ginjal dimana telah ditemukan sebesar ≥ 200 mg/L kalsium pada urine penderita batu ginjal [16].

3.3 Penurunan kadar kesadahan Total (CaCO_3), Kalsium (Ca^{2+}), dan Magnesium (Mg^{2+}) pada Air Sumur Tanah dengan Penambahan Zeolit.

Untuk pengujian adsorpsi pada hasil yang terbaik dilangsungkan pada konsentrasi penambahan zeolit yang berbeda yaitu 25g, 50g, 75g, 100g, dan 125g dengan ukuran mesh zeolit 8-16 mesh, variasi waktu perputaran yaitu 30 detik, 60 detik, 90 detik, 120 detik, dan 150 detik pada kecepatan 200rpm.



Gambar 1. Grafik prosentase penurunan CaCO_3 , Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada sampel air sumur tanah daerah Cilincing.

Gambar 1 grafik prosentase penurunan kadar CaCO_3 , Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada sampel air sumur tanah daerah Cilincing dengan penambahan zeolit.



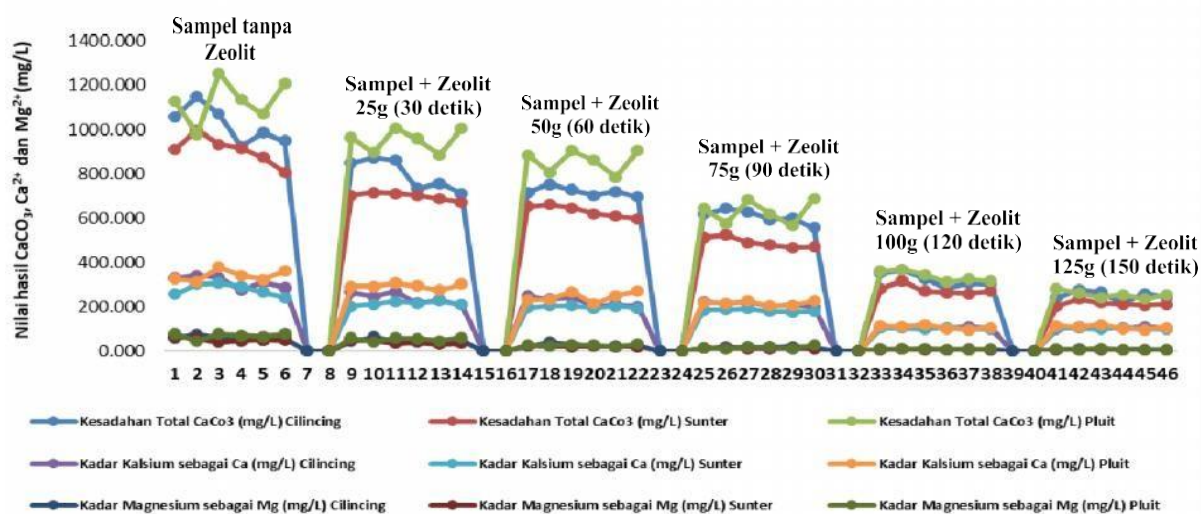
Gambar 2. Grafik prosentase penurunan CaCO₃, Ca²⁺ dan Mg²⁺ pada sampel air sumur tanah daerah Sunter.

Gambar 2 menjelaskan Ca²⁺ dan Mg²⁺ pada sampel air sumur tanah daerah Sunter dengan penambahan zeolit.



Gambar 3. Grafik prosentase penurunan CaCO₃, Ca²⁺ dan Mg²⁺ pada sampel air sumur tanah daerah Pluit.

Gambar 3 grafik persentase penurunan CaCO₃, Ca²⁺ dan Mg²⁺ pada sampel air sumur tanah daerah Pluit.



Gambar 4. Grafik penurunan kesadahan total, kalsium dan magnesium pada sampel air sumur tanah.

Gambar 4 grafik penurunan kesadahan total, kalsium dan magnesium pada sampel air tanah dengan jumlah zeolit serta lama perputaran waktu yang paling efektif menunjukkan hasil penurunan sadah air secara optimal[17]. Hasil uji zeolit dalam penurunan kesadahan total, kalsium dan magnesium memberikan hasil bahwa zeolit dapat melakukan absorpsi dengan baik terhadap ion logam CaCO_3 , Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Konsentrasi CaCO_3 , Ca^{2+} dan Mg^{2+} mengalami penurunan setelah melewati fase penyerapan oleh zeolit dengan cara menambahkan zeolit pada beberapa konsentrasi dalam waktu putaran yang berbeda beda ke dalam sampel air sumur tanah pada kecepatan 200 rpm[18]. Dimana dapat dilihat bahwa dengan penambahan konsentrasi zeolit yang semakin besar serta waktu putaran yang semakin lama, kadar kesadahan total, kalsium, dan magnesium dalam sampel air sumur tanah yang sebelumnya tinggi melewati batas maksimum yang dipersyaratkan semakin menurun sampai pada persentase nilai normal yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} telah mengalami penyerapan dengan zeolit sehingga konsentrasinya menurun.

Waktu perputaran sebagai waktu kontak zeolit terhadap sampel air berpengaruh terhadap proses difusi dan proses penempelan molekul adsorbat. Waktu kontak optimum digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses adsorpsi ion logam oleh adsorben hingga titik maksimum. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh hubungan antara waktu putaran dengan kadar CaCO_3 , Ca^{2+} dan Mg^{2+} (mg/L), menunjukkan penurunan paling optimal terjadi pada waktu putaran sebagai waktu kontak terhadap sampel air sumur tanah dengan zeolit yaitu pada waktu ke 120 detik, dimana prosentase penurunan kadar kesadahan total, kalsium dan magnesium yang dihasilkan pada waktu tersebut menurun secara signifikan dibandingkan terhadap tiga waktu perputaran sebelumnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu perputaran adsorpsi akan menyebabkan ion logam CaCO_3 , Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap oleh zeolit semakin besar. Pada penggunaan konsentrasi massa zeolit sebesar 25g, 50g, 75g menunjukkan hasil prosentase penurunan yang tipis, hal tersebut disebabkan karena daya penyerapan ion dalam zeolit yang belum mencapai optimal terhadap perbandingan antara volume sampel dengan massa zeolit yang digunakan. Pada massa zeolit yang tinggi pun sebesar 125g juga tidak menunjukkan hasil yang optimal, hal ini dimungkinkan karena dengan semakin banyaknya jumlah zeolit yang digunakan, larutan sampel air sumur tanah menjadi semakin asam. Kondisi pH larutan yang semakin asam memungkinkan terjadinya reaksi pelepasan ion CaCO_3 , Ca^{2+} dan Mg^{2+} kembali (Handayani, 2015).

Dilain sisi pada penambahan konsentrasi massa zeolit sebesar 100g menunjukkan hasil efisiensi penurunan konsentrasi yang sangat signifikan dan optimal yakni mencapai nilai 54%, hal tersebut dikarenakan daya adsorpsi ion dalam zeolit telah mencapai kondisi yang optimal terhadap perbandingan antara volume sampel dengan massa zeolit. Hal tersebut yang menguatkan terjadinya selisih penurunan yang besar terhadap penambahan massa zeolit sebesar 100 g pada volume sampel air sumur tanah sebanyak 100 ml.

4. SIMPULAN

Air sumur tanah pada daerah Cilincing, Sunter dan Pluit memiliki kadar kesadahan total, kalsium dan magnesium yang tidak sesuai yakni melebihi persyaratan yang telah ditetapkan. Penggunaan zeolit aktif sebagai mineral adsorben terbukti efektif dalam penurunan kadar kesadahan total, kalsium, magnesium. 1. Kadar kesadahan total, kalsium dan magnesium dalam sampel air sumur tanah yang diperoleh di Jakarta Utara (Cilincing, Sunter dan Pluit) melebihi batas standar kadar kesadahan yang ditetapkan yaitu: 500 mg/L, 200 mg/L dan 150 mg/L 2. Prosentase nilai penurunan kadar kesadahan total, kalsium dan magnesium pada daerah cilincing mencapai 56.80%, 52.72%, 47.06%. Daerah Sunter mencapai 57.19%, 50.99%, 34.05%. Daerah Pluit mencapai 58.18%, 53.69%, 35.94%. 3. Efektifitas paling optimal penggunaan zeolit aktif yaitu : 100 gram (120 detik) pada 200 rpm.

REFERENSI

- [1] Dede Ifan Setianto, Sigid Sriwanto, and Esti Sarjanti, "Kajian Pola Persebaran Air Tanah di Desa Dukuhwaluh Kecamatan Kembaran Kabupaten Banyumas," *TEKNOSAINS J. Sains, Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.37373/tekno.v9i1.165.
- [2] P. S. A. Pratama, "Pemeriksaan Kadar Kesadahan Air Sumur Gali Sebelum Dan Sesudah Penambahan Zeolit Sintetis Di Desa Temon Kecamatan Sawoo Kabupaten Ponorogo," *J. Insa. Cendekia*, vol. 6, no. 2, pp. 102–107, 2019, doi: 10.35874/jic.v6i2.545.
- [3] F. Pertanian, "ZiOLIT 219453-none," pp. 33–38.
- [4] Kemenkes RI, "Permenkes No. 416 Tahun 1990 Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air," *Huk. Online*, vol., no. 416, pp. 1–16, 1990, [Online]. Available: www.ptsmi.co.id.
- [5] E. Sulistyanyingsih, "Efisiensi Pelunakan Air Sadah Menggunakan Bentonit Teraktivasi dengan Metode Pertukaran Ion," *Simp. Nas. RAPI XV*, no. ISSN 1412-9612, pp. 240–245, 2016.
- [6] M. Al-Jabri and R. Soegianto, "Teknologi Zeolite untuk Pengembangan Pertanian yang Sangat Menjanjikan," *Pros. Semin. Nas.*, pp. 500–508, 2014.
- [7] D. W. Astuti, S. Fatimah, and S. Anie, "Analisis Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur Di Padukuhan Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta," *Anal. Anal. Environ. Chem.*, vol. 1, no. 1, pp. 69–73, 2016, [Online]. Available: <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/analit/article/view/1239/982>.
- [8] D. A. Lestari, "Penurunan Kesadahan Air Sumur di sekitar Lumpur Lapindo dengan Menggunakan Zeolit," *J. Tek. Kim.*, vol. 8, no. 2, pp. 45–48, 2014.
- [9] D. Y. Lestari, "Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara," *Pros. Semin. Nas. Kim. dan Pendidik. Kim. 2010*, p. 6, 2010.
- [10] A. Hasan *et al.*, "MEKANISME ADSORBEN ZEOLIT DAN MANGANESE ZEOLIT TERHADAP LOGAM BESI (Fe) MECHANISM OF ZEOLITE AND MANGANESE ZEOLITE ADSORBENT TO IRON METAL (Fe)," *J. Kinet.*, vol. 12, no. 01, pp. 9–17, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index>.
- [11] F. D. Ginting, "Pengujuan alat pendingin sistem adsorpsi dua adsorber dengan menggunakan metanol 1000 ml sebagai refrigeran.," *Skripsi Univ. Indones.*, p. 178, 2008.
- [12] A. Fillaeli, "Uji Kesadahan Air Tanah Di Daerah Sekitar Pantai Kecamatan," *J. Sains Dasar*, vol. 1, pp. 33–38, 2012.
- [13] dan S. Atastina S.B, Praswasti P.D.K. Wulan, "PENGHILANGAN KESADAHAN AIR YANG MENGANDUNG ION Ca²⁺ DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM LAMPUNG SEBAGAI PENUKAR KATION," 2005.

- [14] N. Noriko, *Konservasi air di permukiman padat wilayah perkotaan*. 2020.
- [15] C. Cahyana, "Penentuan Nilai Koefisien Distribusi (Kd) Cesium-137 Pada Sedimen Laut," *J. Teknol. Pengelolaan Limbah*, vol. 16, no. 3, pp. 57–62, 2013, [Online]. Available: <http://jurnal.batan.go.id/index.php/jtpl/article/view/1235>.
- [16] B. Regency, F. A. Daman, P. Studi, D. Kebidanan, and U. Sumenep, "Influence of Calcium Concentration in Drinking Water With Calcium Urine on Male At Ra ' As Village , Klampis Subdistrict ," 2007.
- [17] M. C. Sutandi, "Air Tanah," *Fak. Tek. Jur. Tek. Sipil Univ. Kristen Maranatha Bandung*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2012.
- [18] U. Nurullita, R. Astuti, and M. Z. Arifin, "Pengaruh Lama Kontak Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Persentase Penurunan Kesdaahan CaCO₃ Air Sumur Artetis," *J. Kesehat. Masy. Indones.*, vol. 6, no. 1, pp. 48–57, 2010, [Online]. Available: <http://jurnal.unimus.ac.id48>.