

PENGARUH KETEBALAN DIAMETER ZEOLIT DIGUNAKAN SEBAGAI MEDIA FILTER TERHADAP PENURUNAN KESADAHAN AIR SUMUR ARTETIS DI KELURAHAN SENDANGGUWO KECAMATAN TEMBALANG KOTA SEMARANG

ABSTRACT

Mifbakhuddin **, Ratih Sari Wardani **, Atfis Prihandono Rozaq*

The Influence of Zeolite Diameter Thickness Used As Filter Media on the Decrease of the Lime Content of Deep Well Water (xiii+ 40 page + 8 tables + 1 graph + 5 picture + 7 appendices)

Background : Based on the survey that was made it was found that 90% of the population in RW(Community Unit) II, Kelurahan Sendangguwo use of deep well water as clean water and drinking water. They assume that the deep well water is cleaner and better in quality compared to shallow well water or tap water, so that the deep well water is also used for cooking and drinking. Based on the examination of the deep well water, the level of lime content is 512.7 mg CaCO₃ / l which is above the tolerable minimum threshold of 500 mg/l. Based on the problem, the researcher conducted a research on zeolite as filter media to reduce of the level content of CaCO₃ with a different size of diameter i.e., 2 mm, 1 mm and 0.5 mm.

Objective : To find out the influence of the diameter size of the zeolite on the decrease of the CaCO₃ level content of the deep well water

Method : The type of research being used was a True Experiment with randomized experimental design, or is also called randomized pretest-posttest control group design. The diameter sizes of zeolite used in this research as water ion change media were 2 mm, 1 mm, 0.5 mm diameter respectively, and used nine times with the test results. The total sample being examined was 27 samples. Independent variable in this research is the diameter variation of the zeolite used, and the dependent variable is the decrease level content of CaCO₃ hardness and confounding variables are pH and temperature. The research used descriptive analysis to determine the percentage reduction of CaCO₃ level content and statistical analysis using Kruskal-Wallis test to determine the influence of the size of the different diameter of zeolite.

Result : The percentage decrease of content level of CaCO₃ of the deep well water after passing the zeolite filter is in average 84.57% in the treatment with ziolite of 2 mm in diameter and 77.38% in the treatment with zeolite of 1 mm, and flat - average 95.95% in the treatment with 0.5 mm diameter zeolite. The most effective Zeolit in lowering level content of CaCO₃ of deep well water is on the size of 0.5 mm diameter. Results of Kruskal-Wallis test showed p value = 0.000 which means that it is smaller than the value of α 0.05, so there is significant influence of the different size in diameter of ziolite on the decline of the level content of CaCO₃ of the deep well water.

Conclusion: There is significant influence of the different size in diameter of zeolite used as filter media, on the decline of level content of CaCO₃ of deep well water ($P = 0.000$). The most effective Zeolit in lowering level content of CaCO₃ of deep well water is the 0.5 mm size in diameter of zeolite.

Key word : Level content of CaCO₃, Ziolite Diameter, Level Content Decrease

References : 24, 2000 - 2009

* The Lecturers of Public Health Faculty Muhammadiyah Semarang University

** Alumnae of Public Health Faculty Muhammadiyah Semarang University

PENDAHULUAN

Air sadah yang telah melebihi batas maksimum (≥ 500 mg/l), dapat menyebabkan beberapa masalah kesehatan. Dampak yang ditimbulkan akibat air sadah bagi kesehatan antara lain adalah dapat menyebabkan *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *urolithiasis* (batu ginjal).³

Untuk mengurangi kesadahan pada air artesis salah satu cara yang dapat digunakan dalam metode pengolahannya yaitu dengan filtrasi (penyaringan). Filtrasi adalah suatu cara memisahkan padatan dari air, adapun media yang digunakan dalam proses filtrasi antara lain pasir, kerikil, ijuk, arang dan zeolit. Dalam pelaksanaan penelitian ini media yang digunakan adalah zeolit. Zeolit dipilih karena memiliki sejumlah sifat kimia maupun fisika yang menarik, di antaranya mampu menyerap zat organik maupun anorganik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi.⁴

Kemampuan zeolit dalam pemisahan ini, didasarkan pada struktur zeolit yang tersusun oleh rongga atau pori, dimana sistem rongga ini membentuk saluran yang saling berhubungan dan dihubungkan dengan celah oksigen, zeolit merupakan kristal silika terhidrat yang secara tiga dimensi tersusun atas tetrahedral SiO_4 dan AlO_4 yang saling dihubungkan oleh atom O. Pemanfaatan zeolit sebagai senyawa pemisah sangat dipengaruhi oleh ukuran dan distribusi pori yang dimiliki.⁵

Zeolit di Indonesia tampaknya belum mendapat perhatian yang memadai sebagai media filtrasi air bersih. Padahal Indonesia secara geografis terletak pada jalur gunung berapi memiliki potensi zeolit yang cukup besar.⁶

Untuk melakukan penelitian tentang air sadah, peneliti menetapkan air sumur artesis di Kelurahan Sendangguwo khususnya di RW II sebagai objek penelitian, hal ini berdasarkan survey yang telah dilakukan bahwa 90 % penduduk di wilayah RW II Kelurahan sendangguwo ini menggunakan sumber air artesis sebagai air bersih dan air minum. Mereka menganggap bahwa air sumur artesis lebih bersih dan baik kualitasnya dibandingkan sumur dangkal ataupun air PDAM. Sehingga air sumur artesis juga digunakan untuk keperluan memasak dan minum.

Hasil pemeriksaan kualitas air sumur artesis di RW II Kelurahan Sendangguwo yang diambil pada sumber yang sama dan pengambilan sampel pada jam yang berbeda, dilakukan di laboratorium kesehatan STIKES HAKLI Semarang, diperoleh angka kesadahan yang melebihi batas maksimum yang diperbolehkan. Berdasarkan pemeriksaan terhadap air sumur artesis tersebut, angka kesadahan CaCO_3 sebesar 512.7 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa kesadahan tersebut telah melebihi ambang batas maksimum yang diperbolehkan yaitu 500 mg/l.⁷

Dalam rangka mewujudkan Upaya Kesehatan Masyarakat (UKM) dengan mendayagunakan ilmu pengetahuan dan teknologi kesehatan, yang ditujukan kepada masyarakat, sebagaimana tercantum dalam Sistem Kesehatan Nasional tahun 2004⁸, dan dengan didasarkan pada masalah tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh ukuran diameter zeolit terhadap penurunan kesadahan sumur artesis di Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Kota Semarang.

Penggunaan ukuran diameter zeolit yang berbeda dalam penelitian ini didasarkan dari penelitian Sularso, bahwa semakin kecil diameter media maka akan semakin baik kualitas air yang dihasilkan. Berdasarkan teori tersebut maka akan dilakukan penelitian tentang zeolit sebagai media filter untuk menurunkan kesadahan CaCO_3 dengan ukuran diameter yang berbeda yaitu 2 mm, 1 mm, dan 0,5 mm.⁹

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen murni dengan rancangan eksperimental random atau disebut juga *randomized pretest-posttest control group design*, yaitu subjek dibagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama merupakan unit percobaan untuk perlakuan dan kelompok kedua merupakan kelompok kontrol. Kemudian dicari perbedaan antara pengukuran dari keduanya, dan perbedaan ini dianggap sebagai akibat perlakuan^{20,21}. Sedangkan jumlah sampel yang akan diteliti adalah sebanyak 27 sampel.

Penelitian ini akan dilaksanakan selama 1 hari, dan 1 minggu untuk pemeriksaan sampel. Penelitian akan dilaksanakan pada sore hari, hal ini didasarkan pada pemeriksaan awal bahwa tingkat kesadahan paling tinggi terjadi pada saat sore hari⁷. Tempat penelitian akan dilaksanakan di wilayah RW II Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Kota Semarang.

Subyek dalam penelitian ini adalah air sumur artesis yang berada di wilayah RW II Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Kota Semarang. Sampel dalam penelitian ini adalah air sumur artesis di RW II pada pukul 17:20, penentuan sampel berdasarkan dari pemeriksaan sampel air sumur artesis awal yang melebihi batas maksimum ≥ 500 mg/l.

Jenis Variabel terdiri dari variabel bebas (variasi diameter zeolit sebagai media filter, yaitu 2 mm, 1 mm, dan 0,5 mm), variabel terikat (penurunan kesadahan air sumur artesis), variabel pengganggu (pH dan suhu).

Definisi Operasional terdiri dari diameter zeolit, penurunan kesadahan CaCO_3 , pH, suhu. Pengumpulan data diperoleh dari data primer dan data sekunder

Alat dan Bahan dalam penelitian ini adalah ayakan diameter 2 mm, 1 mm, dan 0,5 mm, pipa diameter 2,5 inchi panjang 1 meter dan dop masing-masing 4 buah, pipa diameter ½ inchi panjang 2 meter, kran ½ inchi sebanyak 8 buah, ember dengan volume 20 liter 1 buah, batu zeolit alam kurang lebih 1 karung (25 kg), botol sampel @ 300 ml, ± 37 buah.

Pengolahan data berupa : (1) Editing, (2) Coding, (3) Tabulating, (4) Proccesing, (5) Cleanin. Analisis Data berupa : (1) analisis deskriptif. (2) analisis analitik.

HASIL PENELITIAN

1. Gambaran Umum

Kelurahan Sendangguwo merupakan salah satu Kelurahan di wilayah Kecamatan Tembalang. Kelurahan Sendangguwo terletak pada ketinggian ± 100 meter dari permukaan laut dengan luas wilayah 327, 72 Ha. Batas wilayah sebelah utara Sungai Banjir Kanal Timur, sebelah selatan Jalan Kedungmundu, sebelah barat Jalan Tol, dan sebelah timur Jalan Karanggawang Lama. Terdiri dari 9 RW (Rukun Warga) dan 96 RT (Rukun Tangga) dengan jumlah penduduk 17.741 jiwa, dari 3.900 KK (Kepala Keluarga).²³

Wilayah RW II merupakan RW terdekat dari Kantor Kelurahan Sendangguwo dibandingkan dengan RW yang lainnya. RW II terletak pada dataran tinggi, dan diantara pemukiman cina dan umum. Mayoritas rumah penduduk adalah permanen sebanyak 280 rumah, dengan jumlah KK sebanyak 300 KK (Kepala Keluarga).²³

Sumber penyediaan air di RW II menurut data yang diperoleh dari profil RW II tahun 2008 terdiri dari air sumur dangkal, air PDAM, dan air sumur artesis. Jumlah tertera pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Sumber Air RW II Tahun 2008

No	Jenis Sarana Air Bersih	Jumlah	%
1	Sumur Gali (dangkal)	250	98,04
2	PDAM	4	1,57
3	Sumur Artetis	1	0,39
	Jumlah	255	100

Sumber : Laporan RW II Tahun 2008

Tabel 4.1 di atas menunjukkan jumlah sumber air yang ada di RW II tahun 2008 terdiri dari beberapa sumber air yaitu sumur gali 250 (98,04%), PDAM 4 (1,57%), dan sumur artetis 1 (0,39%).

a. Sumur Gali

Merupakan sumber air yang paling besar diwilayah RW II yaitu sebanyak 250 buah sumur atau sebanyak 98,04% dari semua sumber air yang ada. Sebagian besar masyarakat di RW II mempunyai sumur gali di pekarangan rumahnya. Air sumur gali di wilayah ini pada umumnya dulu digunakan sebagai sumber air bersih dan sumber air minum. Hal ini dilakukan karena keterbatasan sumber air bersih yang ada dilingkungan mereka. Selain itu kualitas air sumur gali di wilayah ini bisa dibilang buruk. Hal ini diperoleh dari beberapa pernyataan warga, bahwa setiap musim penghujan air sumur dirumah mereka selalu berwarna keruh dan juga berbau anyir (amis). Atas dasar kualitas air sumur gali yang buruk, maka sejak dibangunnya sarana air PDAM, masyarakat cenderung beralih pada air PDAM untuk kebutuhan sehari-hari.

b. Sumber Air PDAM

Sumber air PDAM merupakan sumber air terbanyak kedua keberadaannya setelah sumur gali yaitu sebanyak 1,57% dari semua sumber air yang ada di wilayah RW II. PDAM merupakan perusahaan air minum pemerintah yang menyediakan air bersih bagi masyarakat. Air PDAM dipilih oleh warga sebagai sumber air bersih karena air ini dianggap lebih baik dibandingkan air sumur gali. Namun keberadaan air PDAM sendiri dianggap masih belum menyelesaikan masalah penyediaan air bersih dilingkungan RW II. Bahkan beberapa warga yang menggunakan air PDAM mengeluhkan kualitas air yang dihasilkan, yaitu air yang dihasilkan sering berwarna kecoklatan dan bau kaporit sangat pekat. Berdasarkan masalah tersebut, timbul keinginan warga untuk membuat air sumur artetis. Pemikiran ini muncul karena warga melihat di beberapa daerah yang menggunakan sumber air sumur artetis, kualitas air yang dihasilkan lebih baik dari air sumur gali dan PDAM yaitu lebih jernih dan tidak berbau.

c. Sumur Artetis



Gambar 4.1 Sumur Artetis

Sumur artetis merupakan sumber air terkecil di wilayah RW II, karena jumlahnya yang sangat sedikit dibandingkan sumber air dari sumur gali ataupun dari PDAM. Jumlah sumur artetis di wilayah ini hanya sebanyak 1 buah atau 0,39% dari total sumber air yang ada di wilayah tersebut. Walaupun sumur artetis merupakan sumber air terkecil di wilayah ini, warga di RW II menggunakan air artetis sebagai sumber air minum mereka dibandingkan dengan sumber air yang lain. Sumur artetis dibangun pada tahun 2006. Pembangunan sumur artetis ini dibangun atas dasar permintaan warga di wilayah RW II dengan bantuan dana dari pemerintah Kota Semarang. Pembangunan sumur artetis di wilayah RW II diharapkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di wilayah tersebut.

Setelah dibangun sumur artetis di wilayah RW II, mayoritas warga beralih menggunakan air sumur artetis dibandingkan menggunakan air PDAM ataupun air sumur gali dipekarangan mereka. Beralihnya warga menggunakan sumur artetis disebabkan karena kualitas air artetis dianggap lebih jernih, tidak berbau dan hemat dalam penggunaannya dibandingkan air PDAM.

Hasil survei langsung di lapangan dan data yang didapatkan dari KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat) Mulya Tirta diperoleh bahwa 90 % (270 KK) dari 300 KK di RW II menggunakan air sumur artetis sebagai sumber air bersih, khususnya sebagai sumber air minum.²⁴

Data tentang kualitas air di RW II belum pernah didapatkan, karena belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya tentang kualitas air artetis tersebut. Berdasarkan survei langsung di lapangan dan tanya jawab kepada warga, mayoritas warga menyatakan bahwa air artetis tersebut bila dimasak menyisakan kerak di panci atau alat masak yang lainnya. Berdasarkan hasil yang didapat di lapangan maka perlu dilakukan penelitian terhadap kandungan air artetis tersebut.

Setelah dilakukan penelitian di laboratorium STIKES HAKLI Semarang diperoleh kandungan CaCO_3 yang terdapat dalam air artetis tersebut sudah melebihi batas maksimum yang diperbolehkan yaitu 512,7 mg/l. Melihat hasil yang diperoleh dari pemeriksaan di laboratorium tersebut, dapat menunjukkan bahwa air artetis yang dikonsumsi warga adalah sadah, sehingga menimbulkan kerak pada alat masak mereka. Sehingga untuk penggunaan air artetis sebagai air minum perlu dilakukan suatu pengolahan terlebih dahulu, hal ini perlu dilakukan untuk mengurangi kesadahan yang ada di air artetis tersebut.⁷

2. Analisis Deskriptif

Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk menurunkan kesadahan air artetis diwilayah RW II adalah dengan menggunakan filtrasi zeolit. Filtrasi zeolit dipilih karena zeolit merupakan salah satu media penukar ion yang baik. Sehingga penggunaan zeolit dalam penelitian ini bertujuan untuk mengikat ion-ion CaCO_3 yang ada pada air tersebut. Adapun bentuk dari zeolit itu sendiri adalah sebagai berikut



Gambar 4.2 Batu Zeolit

Batu zeolit tersebut akan diayak untuk mencari diameter zeolit yang berbeda, yaitu diameter 2 mm, diameter 1 mm, dan diameter 0,5 mm. Setelah proses pengayakan dan diperoleh diameter zeolit dengan ukuran 2 mm, 1 mm, dan 1 mm maka zeolit tersebut dimasukkan ke dalam alat filtrasi yang berbeda.

Hasil pengukuran yang dilakukan terhadap sampel air yang diperoleh dari masing-masing perlakuan sebanyak 9 sampel air, dari kontrol 9 sampel air dan 1 sampel sebelum perlakuan, jadi total sampel dalam penelitian ini adalah sebanyak 37 sampel. Penelitian, pengambilan dan pemeriksaan sampel dilakukan pada hari yang sama yaitu hari Selasa tanggal 21 April 2009.

Tabel 4.2 Kesadahan Sesudah Perlakuan Berdasarkan Diameter

Diameter Zeolit	n	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standart Deviasi
Kontrol/tanpa perlakuan	9	304,6	418,0	375,511	37,8533
Diameter 2 mm	9	104,5	148,2	121,289	15,4873
Diameter 1 mm	9	71,3	92,5	82,767	6,5431
Diameter 0,5 mm	9	18,2	25,1	21,733	2,0347

Tabel 4.2 menunjukkan kesadahan tertinggi sesudah perlakuan terdapat pada ketebalan diameter zeolit 2 mm, dengan nilai minimum 104,5 mg/l, maksimum 148,2 mg/l, rata-rata 121,289 dan standart deviasi 15,4873. Sedangkan kesadahan terkecil sesudah perlakuan terjadi pada ketebalan diameter zeolit 0,5 mm dengan nilai minimum 18,2 mg/l, maksimum 25,1 mg/l, rata-rata 21,733 dan standart deviasi 2,0347.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Sampel Air Artetis Sebelum dan Sesudah Perlakuan

	n	Sebelum				Sesudah			SD
		Minimum	Maximum	Mean	SD	Minimum	Maximum	Mean	
Suhu	36	29,5	29,5	29,500	0,0000	28,0	29,2	28,686	0,3506
pH	36	6,5	6,5	6,500	0,0000	6,5	7,1	6,794	0,1835
Kesadahan	36	536,3	536,3	536,3	0,0000	18,2	418,0	150,325	138,1121

1. Suhu

Dari tabel 4.3 dapat dilihat bahwa terjadi perubahan suhu, pH, dan kesadahan. Pada tabel di atas sebelum perlakuan suhu minimum 29,5 dan maksimum 29,5 dengan nilai rata-rata 29,5 dan standar deviasi 0,0000, sedangkan sesudah perlakuan suhu minimum 28,0 dan maksimum 29,2 dengan rata-rata 28,7 dan standar deviasi 0,3506.

2. pH

pH sebelum perlakuan minimum 6,5 dan maksimum 6,5 dengan rata-rata 6,5 dan standar deviasi 0,0000, sedangkan sesudah perlakuan pH minimum 6,5 dan maksimum 7,1 dengan rata-rata 6,794 dan standar deviasi 0,1835.

3. Kesadahan

Sedangkan untuk kesadahan sebelum perlakuan kesadahan minimum 536,3 dan maksimum 536,3 dengan rata-rata 536,3 dan standar deviasi 0,0000, sedangkan sesudah perlakuan kesadahan minimum 18,2 dan maksimum 418,0 dengan rata-rata 150,325 dan standar deviasi 138,1121.

Tabel 4.4 Kategori Sampel Air Artetis Kesadahan Sebelum dan Sesudah Perlakuan

	Kurang dari ambang Batas (%)	Melebihi ambang batas (%)
Sebelum Perlakuan	-	100
Sesudah Perlakuan	100	-

Tabel 4.4 menunjukkan kategori kesadahan sebelum perlakuan semuanya melebihi ambang batas (100%), sedangkan sesudah perlakuan semuanya kurang dari ambang batas (100%).

4. Persentase Penurunan Kesadahan

Untuk mengetahui persentase penurunan kesadahan yaitu dengan cara menghitung selisih kesadahan sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan, dibagi dengan kesadahan sebelum perlakuan, kemudian dikalikan 100%.

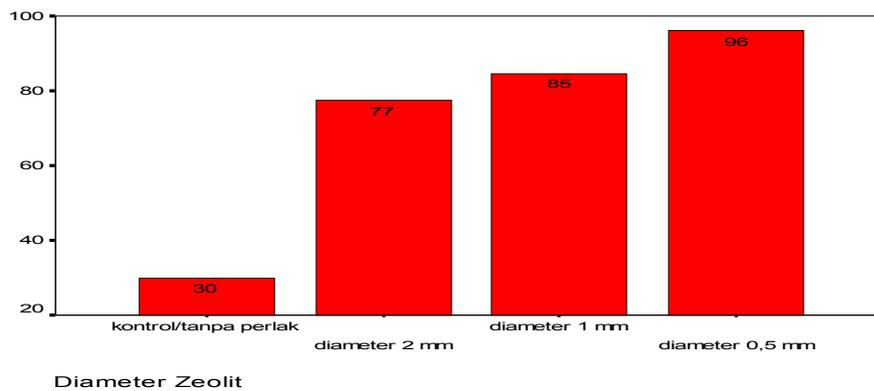
Tabel 4.5 Persentase Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis

Diameter Zeolit	n	Minimum	Maksimum	Rata-rata	SD
-----------------	---	---------	----------	-----------	----

Kontrol/tanpa perlakuan	9	22,06	43,20	29,9811	7,05832
Diameter 2 mm	9	72,37	80,51	77,3841	2,88713
Diameter 1 mm	9	82,75	86,71	84,5671	1,22005
Diameter 0,5 mm	9	95,32	96,61	95,9475	0,37940

Tabel 4.5 menunjukkan persentase penurunan kesadahan tertinggi terdapat pada perlakuan dengan ketebalan diameter 0,5 mm dengan nilai minimum 95,32%, maksimum 96,61%, rata-rata 95,9475 dan standart deviasi 0,37940. Sedangkan persentase penurunan kesadahan terkecil dari semua perlakuan terjadi pada kelompok kontrol dengan nilai minimum 22,06%, maksimum 43,20%, rata-rata 29,9811 dan standart deviasi 7,05832.

Grafik 4.1 Grafik Rata-Rata Persentase Penurunan Kesadahan



Grafik 4.1 menunjukkan persentase penurunan kesadahan dari masing-masing perlakuan. Dari grafik tersebut dapat dilihat rata-rata persentase penurunan kesadahan tertinggi terdapat pada perlakuan sesudah melewati filter zeolit dengan diameter 0,5 mm yaitu sebanyak 96%. Sedangkan persentase penurunan kesadahan terkecil terdapat pada perlakuan sesudah melewati filter zeolit dengan diameter 2 mm dengan rata-rata penurunan 77%.

3. Analisis Analitik

a. Uji Normalitas

Sebelum dilakukan pengolahan data lebih lanjut untuk mencari perbedaan dan diameter zeolit yang paling efektif, maka terlebih dahulu perlu dilakukan uji kenormalan data tersebut. Uji kenormalan data dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov* pada uji explore data.

Uji normalitas yang dilakukan diperoleh nilai $p = 0,000 (<0,05)$ sehingga dapat dikatakan bahwa data berdistribusi tidak normal. Karena data yang diperoleh berdistribusi tidak normal, maka uji yang dilakukan untuk melihat perbedaan penggunaan diameter zeolit yang berbeda adalah dengan menggunakan uji *Nonparametik* yaitu dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis*.

b. Perbedaan Penurunan Kesadahan Setelah Melewati Filter Zeolit

Perbedaan penurunan kesadahan setelah melewati filter zeolit dengan diameter yang berbeda diketahui dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis*. Syarat dari uji *Kruskal-Wallis* adalah data berdistribusi tidak normal.

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan nilai $p = 0,000$ yang berarti lebih kecil dari nilai α 0,05 artinya ada pengaruh ukuran diameter zeolit yang berbeda sebagai media filter, terhadap penurunan kesadahan air sumur artesis.

Perbedaan penurunan kesadahan setelah melewati filter zeolit dengan ukuran yang berbeda ditunjukkan dengan uji *Kruskal-Wallis* dengan nilai *mean-rank* yang berbeda.

Tabel 4.6 Tabel Mean Rank Persentase Penurunan Kesadahan Air Sumur Artesis

Diameter Zeolit	n	Mean-Rank
Kontrol/tanpa perlakuan	9	5,00
Diameter 2 mm	9	14,00
Diameter 1 mm	9	23,00

Diameter 0,5 mm	9	32,00
Total	36	

Tabel 4.6 menunjukkan mean-rank tertinggi terdapat pada sampel air sesudah melewati filter zeolit dengan diameter 0,5 mm yaitu dengan nilai mean-rank 32,00, sedangkan nilai mean-rank terkecil terdapat pada perlakuan tanpa zeolit atau kontrol.

Perbedaan penurunan antar variabel dapat dilihat dengan uji Mann-Whitney. Hasil uji Mann-Whitney antar variabel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Hasil Uji Mann-Whitney

No	Uji Mann-Whitney	Signifikan
1	Kontrol/tanpa perlakuan dengan diameter 2 mm	0,000
2	Kontrol/tanpa perlakuan dengan diameter 1 mm	0,000
3	Kontrol/tanpa perlakuan dengan diameter 0,5 mm	0,000
4	Diameter 2 mm dengan kontrol/tanpa perlakuan	0,000
5	Diameter 2 mm dengan diameter 1 mm	0,000
6	Diameter 2 mm dengan diameter 0,5 mm	0,000
7	Diameter 1 mm dengan kontrol/tanpa perlakuan	0,000
8	Diameter 1 mm dengan diameter 2 mm	0,000
9	Diameter 1 mm dengan diameter 0,5 mm	0,000
10	Diameter 0,5 mm dengan kontrol/tanpa perlakuan	0,000
11	Diameter 0,5 mm dengan diameter 2 mm	0,000
12	Diameter 0,5 mm dengan diameter 1 mm	0,000

Hasil uji Mann-Whitney yang ditunjukkan pada tabel 4.7, menunjukkan bahwa semua perlakuan nilai $p = 0,000 (<0,05)$, artinya bahwa ada pengaruh ukuran diameter zeolit yang digunakan terhadap penurunan kesadahan air sumur artesis.

c. Diameter Zeolit Yang Paling Efektif

Hasil uji *Kruskal-Wallis* yang ditunjukkan pada table 4.6 diperoleh *mean rank* yang paling tinggi adalah 32,00 yaitu pada perlakuan 3 atau pada diameter zeolit 0,5 mm. Jadi berdasarkan uji statistic diameter zeolit yang paling efektif dalam menurunkan kesadahan air

sumur artesis adalah pada ukuran diameter zeolit 0,5 mm.

Pembahasan

Penelitian tentang penurunan kesadahan tersebut dengan menggunakan zeolit, menunjukkan bahwa :

1. pH

pH sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang sangat jauh, hal ini terlihat dari hasil pengukuran pH yang dilakukan seperti yang tertulis pada tabel 4.2. Dari hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa pH sebelum dan sesudah masih berada pada pH netral (6,5-8,5) jadi pH dalam penelitian ini tidak mempengaruhi, karena pH tidak terlalu asam(<6,5) ataupun basa(>8,5).

Menurut Sri Sumaestri dan G Alaerts, bahwa pH yang tinggi dapat menyebabkan ion-ion kesadahan menjadi mengendap, sebagai $Mg(OH)_2$ dan $CaCO_3$. Biasanya terjadi pada kisaran pH diatas 9 sampai 10. Dari hasil pengukuran yang dilakukan, ternyata pH masih dibawah kisaran pH 9. Berdasarkan pengukuran tersebut, hal ini menunjukkan bahwa pH tidak mempengaruhi dalam proses penurunan kesadahan, karena masih berada pada kisaran dibawah pH 9 sampai 10.

2. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan di laboratorium STIKES HAKLI Semarang, pada hari Selasa tanggal 21 April 2009 dengan menggunakan *thermometer*. Pengukuran dilakukan pada satu sampel pretest (sebelum perlakuan) dan 36 sampel air yang diambil dari sampel air kontrol dan sampel air sesudah melewati filter zeolit.

Menurut buku Pedoman Teknis Perbaikan Kualitas Air (Edisi II) Departemen Kesehatan RI, kesadahan sementara dapat diturunkan melalui proses pemanasan sehingga dapat diartikan bahwa suhu mempengaruhi proses penurunan kesadahan.

Pada penelitian ini menunjukkan bahwa suhu tidak mengalami perubahan yang cukup jauh, yaitu ± 3 dari suhu sebelum dilakukan perlakuan (suhu awal) yaitu $29,5^{\circ}C$. Suhu dapat mempengaruhi proses penurunan kesadahan apabila suhu terlalu rendah(< $25^{\circ}C$), dan suhu terlalu tinggi(> $30^{\circ}C$) Hal ini menunjukkan bahwa suhu tidak mempengaruhi dalam proses penurunan kesadahan karena suhu dalam penelitian ini tidak terlalu tinggi ataupun terlalu rendah, tetapi suhu berada pada kisaran suhu optimum ($26^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$)

3. Kesadahan

Hasil dari penelitian ini menunjukkan angka kesadahan pada air sumur artesis di wilayah RW II kelurahan Sendangguwo sudah melebihi ambang batas yang diperbolehkan yaitu sebesar 500mg/l. Hasil pemeriksaan kesadahan sebelum perlakuan menunjukkan kandungannya sebesar 536,3 mg/l.

Kesadahan sebesar 536,3 mg/l tersebut kemungkinan disebabkan letak/kondisi tanah di wilayah ini yang melewati batuan berkapur, sehingga terdapat $CaCO_3$ yang melebihi ambang batas pada air artesis tersebut.

Letak sumur artesis yang terdapat pada kedalaman 100-300 meter dari permukaan tanah menyebabkan air yang dihasilkan dari sumber ini sering mengalami kesadahan. Hal ini disebabkan karena dalam proses pengambilannya air artesis melewati berbagai susunan tanah dan bebatuan, sehingga kandungan dari sumur artesis tergantung pada lapis-lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Jika melalui batuan granit, maka air itu lunak dan agresif karena mengandung gas CO_2 dan $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$.¹

Melihat angka kesadahan yang sudah melebihi ambang batas tersebut maka dilakukan penelitian ini untuk menurunkan kesadahan yang ada pada air artesis.

4. Pengaruh Ketebalan Diameter Zeolit Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artesis

Hasil perhitungan statistik dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, menunjukkan nilai $p=0,000$, berarti ada pengaruh ukuran diameter zeolit yang berbeda antara 2 mm, 1mm, dan 0,5 mm sebagai media filter, terhadap penurunan kesadahan air sumur artesis dan penurunan kesadahan yang paling tinggi terjadi pada filter zeolit dengan ukuran diameter 0,5 mm.

Dalam proses penurunan kesadahan air artesis ini zeolit sangat berperan, karena zeolit mempunyai kemampuan untuk menurunkan kesadahan yang ada pada air artesis tersebut. Zeolit merupakan bahan berpori yang mempunyai sifat sorpsi dan penukar ion yang baik sehingga dapat dimanfaatkan untuk bermacam proses pemisahan.¹⁸ Zeolit yang berarti batu yang mendidih merupakan mineral alam yang terdapat dalam batuan sedimen piroklastik, akan mendidih atau membusa bila dipanaskan pada temperatur kira-kira 200 °C atau antara 100 °C dan 350 °C.¹⁵ Kemampuan mineral zeolit dalam menyerap didukung oleh sifat fisik atau kimianya yang sangat menonjol yaitu struktur kristal, daya serap dan kapasitas pertukaran ion.¹⁹

Selain itu terjadi reaksi kimia antara zeolit dengan air, secara kimia zeolit memiliki rumus kimia $\text{Na}_2(\text{Al}_2\text{SiO}_3\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ atau $\text{K}_2(\text{Al}_2\text{SiO}_3\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Zeolit mempunyai struktur tiga dimensi yang memiliki pori-pori yang dapat dikewati air. Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan ditukar dengan ion Na^+ dan K^+ dari zeolit, sehingga air tersebut terbebas dari kesadahan.¹⁶

Karena sifat-sifat yang dimiliki oleh zeolit, maka mineral ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti dalam bidang industri yaitu sebagai bahan yang dapat digunakan untuk membantu pengolahan limbah pabrik.¹²

Zeolit yang digunakan pada penelitian ini memiliki ukuran diameter yang berbeda, ukuran diameter yang digunakan yaitu 2 mm, 1 mm, 0,5 mm dan sebuah filter kontrol/tanpa perlakuan. Secara fisik dan kimia zeolit memiliki kemampuan untuk menurunkan kesadahan yang ada dalam air artesis tersebut. Tetapi kemampuan zeolit untuk menurunkan kesadahan juga tergantung dari besar kecilnya ukuran diameter yang digunakan. Menurut Sularso semakin halus butiran yang digunakan sebagai media penyaring, maka semakin baik air yang dihasilkan.⁹ Dengan kata lain jika diameter butiran zeolit kecil maka akan meningkatkan penyaringan.¹⁰ Hal ini disebabkan karena jika diameter zeolit yang digunakan kecil, maka luas permukaannya akan luas sehingga kesadahan yang akan diserap oleh zeolit akan semakin banyak, sedangkan diameter zeolit yang besar akan membuat ruang berongga, jadi kesadahan yang akan diserap oleh zeolit

akan semakin sedikit karena air akan mudah untuk melewati zeolit tersebut. Hasil dari penelitian ditunjukkan pada grafik 4.1.

Berdasarkan hasil pengukuran kesadahan sesudah perlakuan pada kelompok kontrol terjadi penurunan kesadahan, sehingga tanpa perlakuan apapun kesadahan pada air sumur artesis dapat diturunkan, meskipun penurunan yang terjadi tidak sebanyak pada perlakuan dengan menggunakan zeolit. Penurunan kesadahan pada kelompok kontrol ini kemungkinan terjadi karena lonjakan air pada pipa dan juga pada saat proses pengambilan sampel ± 5 menit. Debit air yang begitu cepat dan deras menyebabkan penurunan kesadahan pada kelompok kontrol, meskipun penurunan yang terjadi tidak sebanyak pada perlakuan dengan menggunakan zeolit.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian M. Ridwan pada tahun 2004, yaitu membandingkan berbagai media filter terhadap penurunan kandungan Mn, berdasarkan penelitian tersebut didapatkan penurunan yang tertinggi terdapat pada filtrasi zeolit yaitu sebesar 48,13%.¹⁰

Selain jenis media filtrasi yang mempengaruhi terjadinya penurunan kesadahan dalam penelitian ini, ketebalan dari filter tersebut juga mempengaruhi terjadinya penurunan kesadahan. Hal ini diperkuat hasil penelitian Curki tahun 2006 tentang penurunan kesadahan air sumur gali berdasarkan ketebalan filter zeolit bahwa dari variasi ketebalan filter 50 cm, 60 cm, dan 70 cm, persentase tingkat penurunan kesadahan tertinggi adalah pada ketebalan 70 cm¹³.

Pada penelitian ini digunakan ukuran yang berbeda untuk mencari ukuran diameter zeolit manakah yang paling efektif dalam menurunkan kesadahan. Hal ini diperkuat dari penelitian Sularso, M. Ridwan bahwa untuk menurunkan kesadahan tidak hanya tergantung dari jenis media filtrasi dan ketebalan filtrasi tersebut, tetapi juga dari besar ukuran diameter yang akan digunakan. Semakin kecil diameter media digunakan maka akan semakin baik kualitas air yang dihasilkan.

Grafik 4.1 menunjukkan persentase penurunan kesadahan yang paling tinggi, rata-rata terjadi pada ukuran diameter 0.5 mm. Sehingga dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran diameter yang digunakan maka semakin baik kualitas air yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini jenis media filtrasi dan ketebalan filter yang digunakan sama, media yang digunakan yaitu zeolit alam dengan ketebalan filter 70 cm. Jadi apabila terjadi penurunan kesadahan, akibat dari perlakuan dengan penggunaan diameter zeolit yang berbeda, yaitu 2 mm, 1mm, dan 0,5 mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Persentase penurunan kesadahan air sumur artetis setelah melewati filter zeolit dengan diameter yang berbeda adalah rata-rata sebesar 77,38% pada perlakuan dengan diameter zeolit 2 mm, rata-rata penurunan 84,57% pada perlakuan dengan diameter zeolit 1 mm, dan rata-rata 95,95% pada perlakuan dengan diameter zeolit 0,5 mm.
2. Zeolit yang paling efektif dalam menurunkan kesadahan air sumur artetis adalah pada ukuran diameter zeolit 0,5 mm.
3. Ada pengaruh ukuran diameter zeolit yang berbeda sebagai media filter, terhadap penurunan kesadahan air sumur artetis. (p= 0,000)

B. Saran

1. Kepada Masyarakat

Bagi masyarakat yang menggunakan air sumur artetis sebagai air bersih disarankan sebaiknya melakukan pengolahan terlebih dahulu, terutama pada masalah kesadahan. Salah satu alternatifnya yaitu dengan menggunakan filtrasi zeolit dengan diameter 0,5 mm dan ketebalan filter 70 cm.

2. Kepada Pengelola Air Sumur Artetis

Bagi pengelola untuk melakukan pengolahan air tersebut sebelum dialirkan

kepada pelanggan air sumur artetis tersebut. Khususnya untuk mengurangi kesadahan yang terkandung didalamnya, salah satunya dengan menggunakan media filtrasi zeolit.

3. Kepada Peneliti Lain

Disarankan untuk meneliti tingkat kejenuhan filter zeolit yaitu waktu penggunaan zeolit misalnya satu bulan/satu minggu sekali harus dicuci/diganti, sehingga diketahui kapan zeolit harus diganti atau diregenerasi.

Daftar Pustaka

1. Sutrisno T, dkk. Teknologi Pengolahan Air Bersih. Jakarta : Rineka Cipta. 2004
2. Suriawiria, U. Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Yang Sehat. Bandung : Alumni. 2005
3. Sutarmi, Studi Komparatif Kadar Kesadahan Antara Air Sumur Gali dengan Air Dari PMA di Desa Redisari Kecamatan Rowokele Kabupaten Kebumen., Karya Tulis Ilmiah, Poltekkes Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan, Purwokerto. 2003
4. D. Setyawan, P. Handoko. Pengaruh Perlakuan Asam, Hidrotermal dan Impregnasi Logam Kromium Pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis (The Effect of Acid, Hydrothermal and Support Chromium treatments of Natural Zeolite in Catalyst Preparation). Staf Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember. Jurnal ILMU DASAR, Vol. 3 No. 2, 2002: 103-109.
5. Dwi R N W, dkk. Pemanfaatan Zeolit Aktif sebagai Molecular Sieve untuk Pengisi Kolom Kromatografi pada Pemisahan Komponen Tar Batu Bara. Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Gadjah Mada University, Yogyakarta. Indonesian Journal of Chemistry, 2004, 4 (2), 132 – 138.
6. Atastina S.B, Praswasti P.D.K. Wulan , dan Syarifudin. *Penghilangan Kesadahan Air Yang Mengandung Ion Ca²⁺ Dengan Menggunakan Zeolit Alam Lampung Sebagai Penukar*

- Kation*. Fakultas Teknik – Universitas Indonesia Kampus Baru UI, Depok. 2004. <http://www.chemeng.ui.ac.id/>. Tanggal 3 Maret 2009, 20:00.
- 7 Ari S. Hasil Pemeriksaan Laboratorium STIKES HAKLI Semarang. 2009
 - 8 Departemen Kesehatan RI, Sistem Kesehatan Nasional., Departemen Kesehatan RI. 2004
 - 9 Sularso, AD. Penurunan Kadar Fe dan Mn Air Sumur Dengan Kombinasi Proses Aerasi dan Proses Saringan Pasir Cepat Perumnas II Tangerang Jawa Barat. Skripsi. Yogyakarta: STTI YLH. 2000
 - 10 Saifudin M. R, Widiarto N, dan Astuti D. Efektifitas Kombinasi Filter Pasir-Zeolit, Pasir-Karbon Aktif dan Zeolit-Karbon Aktif terhadap Penurunan Kadar Mangan (Mn) di Desa Danyung Kecamatan Grogon Kabupaten Sukoharjo Tahun 2004. Program Studi Kesehatan Lingkungan Fakultas Ilmu Kedokteran UMS. Infokes Vol. 8 No 1, Maret-September 2004, FIK-UMS, ISSN 1411-9352.
 - 11 Thofiq E. Pengaruh Lama Waktu Kontak Filter Zeolit Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Gali di Desa Jatibogor Kecamatan Surodadi Kabupaten Tegal. Fakultas Kesehatan Masyarakat UNIMUS, Skripsi. 2007

- 12 Saputra R. Pemanfaatan Zeolit Sintetis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. 2006 <http://www.bza.org/zeolites.html>. Tanggal 3 Maret 2009, 20:00
- 13 Curki, Pengaruh Ketebalan Filter Zeolit Terhadap Penurunan Kepadatan di Desa Jatibogor. 2006. Fakultas Kesehatan Masyarakat STIKES HAKLI Semarang. Karya Tulis Ilmiah
- 14 Pitojo, Setijo. Deteksi Pencemaran Air Minum. *Ungaran* : CV. Aneka Ilmu. 2003

- 15 Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.907/Menkes/SK/VII/2002. Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air. <http://www.d-infokom-go.id/index.php>. Tanggal 20 Maret 2009 05:00

- 16 Anonim. Air Sadah. 2008 <http://ekoph.wordpress.com/2008/11/07/ibsn-air-sadah/>. Tanggal 2 Maret 2009, 21:00
- 17 Suyitno. Pengkajian Hasil Penelitian Mineral Alam Zeolit 01 P2PLR Dalam Rangka Menuju Aplikasi. Jakarta : Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif. 2000
- 18 Studiawan H, Purmanti T, Yulianik T. Uji Toksisitas Subkronik Mineral Zeolit Alam Malang-2M(M-2) yang Diaktivasi Secara Fisik pada Mencit Jantan. Fakultas Farmasi Universitas Airlangga. 2004

- 19 Bintoro. Penentuan Kesadahan Sementara dan Kesadahan Permanen. 2007 Bintoro in <http://aabin.blogspot.com>. Tanggal 7 Maret 2009, 14.00.
- 20 Anwar H. Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 2005
- 21 Notoatmodjo, S. Metode Penelitian Kesehatan, Edisi Revisi. Jakarta : PT. Rineka Cipta. 2001
- 22 Kemas Ali Hanafi. Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasi, Edisi Ketiga. Jakarta : PT.Raja Grafindo Persada. 2003
- 23 Kelurahan. Data Monografi Kelurahan Sendangguwo Tahun 2008. Kelurahan Sendangguwo, Semarang.
- 24 Mashadi. Profil KSM Mulya Tirta dan Data Pengguna Air Artetis. KSM Mulya Tirta, Semarang. 2009