
Pengaruh Variasi Waktu Pemanasan Terhadap Kadar Kesadahan Air Sumur di Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas

Retno Sulistiyowati

Program Studi Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhamadiyah Purwokerto

E-mail: retnosulistiyowati62@gmail.com

Article History:

Received: 28 Januari 2022

Revised: 02 Februari 2022

Accepted: 02 Februari 2022

Kata Kunci: Air sumur, Kesadahan, Variasi waktu pemanasan

Abstrak: Air merupakan salah satu sumber daya alam yang paling penting bagi kehidupan manusia, karena itu penting bagi masyarakat untuk mengetahui kadar kesadahan air sumur. Desa Darmakradenan merupakan desa yang memiliki tanah berkapur, dimana tanah berkapur dapat menyebabkan tingginya kadar kesadahan air. Kadar kesadahan yang tinggi dapat diturunkan melalui pemanasan dengan variasi waktu berbeda. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi waktu terhadap perubahan kadar kesadahan air, untuk mengetahui kelayakan konsumsi kadar kesadahan air dan mengetahui waktu paling efektif terhadap perubahan kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan rancangan penelitian One group pretest-posttest. Hasil menunjukkan bahwa Mayoritas kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan melebihi batas yang ditetapkan Permenkes. Dengan adanya pemanasan selama 35 menit menyebabkan penurunan kadar kesadahan yang paling signifikan. Penurunan kadar kesadahan sampel air 1-6 secara berturut-turut adalah 34,2%, 16%, 27%, 18%, 28% dan 30%. Berdasarkan analisis data dengan ANOVA, dapat disimpulkan bahwa variasi waktu pemanasan berpengaruh terhadap perubahan kadar kesadahan air, kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan belum layak konsumsi dan waktu 35 menit paling efektif dalam menurunkan kadar kesadahan air sumur.

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang paling penting bagi kehidupan manusia. Oleh karena itu, penyediaan air merupakan salah satu kebutuhan utama bagi manusia untuk kelangsungan hidup dan menjadi faktor penting penentu derajat kesehatan dan

kesejahteraan manusia (Sulistiyani *et al*, 2012). Sebagai salah satu kebutuhan pokok kehidupan manusia, air dapat memberikan dampak kesehatan yang kurang baik jika kualitas dan kuantitasnya belum terpenuhi (Astuti, D.W. *et al*, 2016).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/IV/2010, air minum yang sehat harus memenuhi persyaratan fisik, kimia dan mikrobiologi. Beberapa persyaratan tersebut antara lain air harus jernih atau tidak keruh, tidak berwarna, rasanya tawar, pH netral, tidak mengandung zat kimia beracun, kesadahan rendah, dan tidak boleh mengandung bakteri patogen seperti *Escherichia coli*. Kadar kesadahan maksimum yang diperbolehkan dalam air minum adalah 500 mg/L.

Salah satu faktor yang perlu diamati untuk menentukan kualitas air adalah kadar kesadahan yang disebabkan oleh kandungan Ca^{2+} dan Mg^{2+} dan umumnya terdapat pada air tanah yang bersumber di daerah berkapur. Kesadahan ini berasal dari kontak langsung antara air dengan tanah dalam proses pembentukan batuan (Novitri F, 2018).

Menurut World Health Organization (WHO), air dengan kadar kesadahan tinggi apabila dikonsumsi manusia dalam jangka waktu yang lama dapat mengganggu kesehatan, hal ini tidak lepas dari kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} di dalam air. Kelebihan kalsium dalam tubuh dapat menyebabkan penyakit batu ginjal, rusaknya jaringan otot (*Musculus weakness*) dan penyumbatan pembuluh darah jantung. Sedangkan kelebihan magnesium di dalam darah akan mempengaruhi kerja syaraf otot dan otot jantung yang ditandai dengankeluarnya cairan asetil cholin pada otot dan melemahnya refleksi serta berkurangnya rasa sakit pada otot yang rusak (Effendi H, 2013).

Desa Darmakradenan merupakan salah satu desa yang terletak di Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas dengan konfigurasi berupa pegunungan berketinggian 250-750 m di atas permukaan laut (9dpl), sehingga tergolong dataran sedang dan sebagian dataran tinggi. Sebagian tanahnya berupa tanah bebatuan, tanah sawah, tanah darat, dan tanah berkapur. Tanah kapur di desa ini relatif banyak dan hampir seluruh desa ini memiliki tanah yang berkapur sehingga diduga air sumur galian di desa ini memiliki kadar kesadahan air yang tinggi. Oleh karena itu peneliti tertarik melakukan penelitian kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan melalui proses pemanasan dengan variasi waktu. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan sebelum proses pemanasan. Selain itu untuk mengetahui pengaruh pemanasan dengan variasi waktu terhadap penurunan kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas (Pemerintah Desa Darmakradenan, 2019).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan rancangan penelitian one group pretest-posttest. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Instruksional Dasar Teknik Kimia pada bulan Mei 2020. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol plastik, labu ukur 50 ml, erlenmeyer, spatula, buret, *hotplate stirrer* tipe HS-7, pipet tetes, gelas beaker, corong dan gelas ukur. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air sumur, akuades, indikator *Eriochrome Black T* (EBT), Natrium Chlorid, Na_2EDTA , Magnesium Sulfat, Ammonium Chloride dan Amoniak (Sulistiyowati R *et al*, 2013).

Pada analisis kadar kesadahan air sumur dipipet 25,0 ml sampel air sumur, dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer kapasitas 50 ml, ditambahkan akuades sampai garis tanda, kemudian dihomogenkan. Ditambahkan 1 ml larutan buffer pH 10 ke dalam labu erlenmeyer. Ditambahkan (30-50 mg) indikator EBT. Dilakukan titrasi dengan larutan baku Na_2EDTA

0,01 M secara perlahan sampai terjadi perubahan warna merah keunguan menjadi warna biru. Dilakukan pencatatan volume larutan baku Na₂EDTA yang telah digunakan (Wahyuni, D.S, 2019).

Proses pemanasan dilakukan dengan mengambil sampel air sumur sebanyak 25,0 ml untuk dituangkan ke dalam masing-masing 3 buah gelas beaker yang telah disiapkan. Gelas beaker pertama diletakkan di atas *hotplate stirrer* untuk kemudian dipanaskan selama 15 menit. Setelah selesai, pemanasan dilakukan terhadap gelas beaker kedua dan ketiga dengan durasi waktu pemanasan berturut-turut 25 menit dan 35 menit.

Setelah proses pemanasan, lakukan ulang proses analisis kadar kesadahan untuk mengetahui penurunan kadar kesadahan air sumur nya. kadar kesadahan air sumur diambil 25 ml sampel air sumur, dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 50 ml, ditambahkan dengan akuades sampai garis tanda, kemudian dihomogenkan. Ditambahkan 1 ml larutan buffer ke dalam ketiga labu erlenmeyer. Ditambahkan (30-50 mg) indikator EBT. Dilakukan titrasi dengan larutan baku Na₂EDTA 0,01 M secara perlahan sampai terjadi perubahan warna merah keunguan menjadi warna biru. Dilakukan pencatatan volume larutan baku Na₂EDTA yang telah digunakan (Astuti D.W, *et al*, 2015).

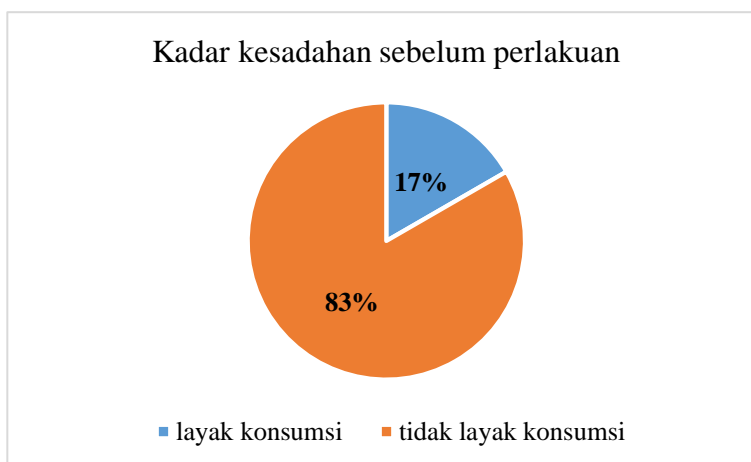
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kuantitatif penurunan kadar kesadahan air sumur dilakukan pada 6 sampel air sumur dari Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas. Masing-masing sampel air dilakukan pemanasan dengan variasi waktu 0 menit, 15 menit, 25 menit dan 35 menit. Kadar kesadahan air sumur dilakukan dengan metode kompleksometri. Berdasarkan hasil analisis kadar kesadahan air sumur, diketahui bahwa sebanyak 5 (83%) sampel air sumur kadarnya > 500 mg/l dan terdapat 1 (17%) sampel air sumur dengan kadar sama dengan 500 mg/l (Astuti D.W, *et al*, 2016)

Tabel 1. Data Analisis Kadar Kesadahan Air Sumur

No Sampel	Sebelum pemanasan (mg/l)	Pemanasan 15 menit (mg/l)	Pemanasan 25 menit (mg/l)	Pemanasan 35 menit (mg/l)
1	558	525	504	367,2
2	532,8	522	504	450
3	504	486	468	367,2
4	504	511	489	414
5	500	432	418	360
6	540	500	450	381

Persentase analisis kadar kesadahan air sumur disajikan pada Gambar 1.



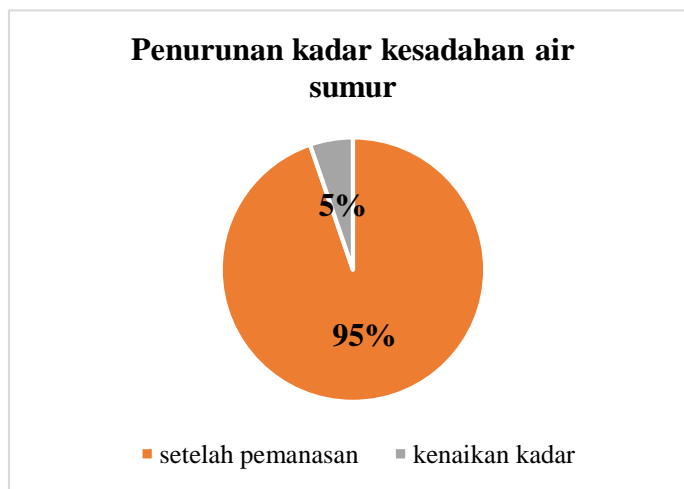
Gambar 1. Persentase kadar kesadahan air sumur berdasarkan kriteria kelayakan untuk dikonsumsi

Pada Tabel dan Gambar 1. terlihat bahwa dari 6 sampel yang digunakan, 5 diantaranya memiliki kadar kesadahan lebih dari 500 mg/l (83%), sedangkan 1 sampel lainnya memiliki kadar 500 mg/l (17%). Dari data ini terlihat bahwa terdapat variasi kadar kesadahan dari setiap sampel air sumur yang terdapat di Desa Darmakradenan. Seseorang yang mengonsumsi air sadah dengan kadar yang tinggi >500 mg/l dalam rentan waktu yang cukup lama, dapat membahayakan kesehatan dan dapat menimbulkan gangguan pada ginjal akibat terakumulasinya endapan CaCO_3 dan MgCO_3 di dalam ginjal (Wahyuni, D.S, 2019).

Persentase hasil analisis kadar kesadahan air sumur berdasarkan kriteria kelayakan untuk dikonsumsi setelah perlakuan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase hasil penurunan kadar kesadahan air berdasarkan pengaruh pemanasan dapat disajikan pada gambar



Gambar 3. Persentase kadar kesadahan air sumur berdasarkan pengaruh pemanasan

Pada gambar 3. menunjukkan bahwa dari ke-6 sampel yang diuji dengan durasi waktu pemanasan yang bervariasi (0 menit, 15 menit, 25 menit dan 35 menit) diperoleh data bahwa kadar kesadahan air yang menurun mencapai 17 sampel (95%), sedangkan yang mengalami kenaikan sebanyak 1 sampel (5%). Secara umum, hasil penelitian ini selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan di Kecamatan Rembang Jawa Tengah yang menyatakan bahwa dari lima sampel air sumur yang diuji seluruhnya (100%) mengalami penurunan kadar kesadahan. Pada penelitian ini terdapat 1 sampel yang mengalami kenaikan kadar kesadahan, hal ini diduga akibat adanya kesalahan selama proses titrasi (Asmadi, *et al.*, 2011).

Tabel 2. Uji normalitas kadar kesadahan air sumur melalui pemanasan dengan variasi waktu yang berbeda

	Statistic	Shapiro-Wilk	
		Df	Sig.
Kadar kesadahan air sumur	.924	24	.073

Pada Tabel 2. diperoleh nilai Shapiro-Wilk Signifikansi kadar kesadahan air sumur adalah sebesar 0,073. Berdasarkan uji normalitas, maka data kadar kesadahan air sumur $p > 0,05$ artinya data kadar sampel air sumur terdistribusi normal.

Tabel 3. Uji ANOVA

Uji ANOVA					
Kadar kesadahan air					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	55338.458	3	18446.153	17.954	.000
Within Groups	20548.500	20	1027.425		
Total	75886.958	23			

Pada Tabel 3. terlihat bahwa nilai $p = 0,000$. Hal ini menandakan bahwa $p < 0,05$ menolak H_0 sehingga terdapat penurunan kadar kesadahan air sumur melalui pemanasan dengan variasi waktu yang berbeda di Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas.

Tabel 4. Uji deskriptif kadar kesadahan air sumur melalui pemanasan dengan variasi waktu

	N	Mean	SD	95% CI
0 menit	6	523,0	23.858	497.96 – 548.04
15 menit	6	497,8	35.735	460.33 – 535.33
25 menit	6	472,1	33.920	436.57 – 507.76
35 menit	6	394,8	33.361	359.82 – 429.84
Total	24	471.96	57.441	447.70 – 496.21

Pada Tabel 4. dilakukan analisis deskriptif pada data kadar kesadahan air sumur melalui pemanasan dengan variasi waktu. Berdasarkan analisis diketahui rata-rata kadar kesadahan air dengan variasi waktu 0 menit adalah $523,0 \pm 23.858$. Rata-rata kadar kesadahan air dengan pemanasan waktu 15 menit adalah $497,8 \pm 35.735$. Rata-rata kadar kesadahan dengan pemanasan waktu 25 menit adalah $472,1 \pm 33.920$. Rata-rata kadar kesadahan dengan pemanasan 35 menit adalah $394,96 \pm 57.441$.

**Tabel 5. Uji lanjut Pos Hoc
Multiple Comparisons**

(I) Variasi waktu pemanasan	(J) Variasi waktu pemanasan	Mean Difference (I-J)	Sig.	95% CI	
				Lower Bound	Upper Bound
1	2	25.167	1.000	-29.00	79.34
	3	50.833	.075	-3.34	105.00
	4	128.167*	.000	74.00	182.34
2	1	-25.167	1.000	-79.34	29.00
	3	25.667	1.000	-28.50	79.84
	4	103.000*	.000	48.83	157.17
3	1	-50.833	.075	-105.00	3.34
	2	-25.667	1.000	-79.84	28.50
	4	77.333*	.003	23.16	131.50
4	1	-128.167*	.000	-182.34	-74.00
	2	-103.000*	.000	-157.17	-48.83
	3	-77.333*	.003	-131.50	-23.16

Keterangan:

1: 0 menit

3: 25 menit

2: 15 menit

4: 35 menit

Pada Tabel 5. dilakukan uji Pos Hoc yang bertujuan untuk mengetahui variabel yang memiliki perbedaan secara signifikan. Berdasarkan hasil analisis uji Pos Hoc kelompok yang menunjukkan signifikansi adalah pada variasi waktu 0 menit dengan pemanasan 35 menit, 15 menit dengan pemanasan 35 menit, 25 menit dengan pemanasan 35 menit, dan 35 menit dengan 0 menit, 15 menit, 35 menit.

Tabel 6. Uji Homogenitas

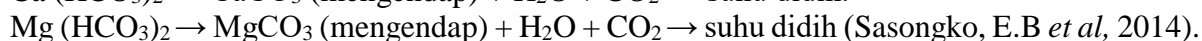
Kadar kesadahan air			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.170	3	20	.915

Pada Tabel 6. diketahui signifikansi homogenitas pada kadar kesadahan air adalah 0,915 ($p > 0,05$) menunjukkan bahwa variabel kadar kesadahan air sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan pemanasan adalah homogen.

Kadar kesadahan dapat dihilangkan atau diturunkan dengan cara pemanasan sehingga terbentuk endapan CaCO_3 atau MgCO_3 . Reaksinya sebagai berikut :

- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – dipanaskan $\rightarrow \text{CO}_2$ (gas) + H_2O (cair) + CaCO_3 (endapan)
- $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ – dipanaskan $\rightarrow \text{CO}_2$ (gas) + H_2O (cair) + MgCO_3 (endapan)

Proses pemanasan dapat menghilangkan sifat kesadahan yaitu dengan reaksi:



Menurut penelitian di Desa Sidokumpul Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik, penurunan kadar kesadahan melalui pemanasan 5 menit, 10 menit dan 15 menit juga efektif untuk menurunkan kadar kesadahan air sumur. Namun pada penelitian ini kadar sebelum perlakuan masih dibawah batas normal sehingga penurunannya sangat sedikit. Sedangkan pada penelitian ini, kelima sampel air sebelum perlakuan memiliki kadar >500 mg/l dan 1 sampel memiliki kadar 500 mg/l. Dari ketiga waktu pemanasan yang telah dilakukan, waktu paling efektif untuk menurunkan kadar kesadahan adalah waktu 35 menit karena semakin lama pemanasan yang dilakukan maka semakin banyak kadar yang diturunkan. Perbedaan waktu pemanasan memberikan pengaruh pada penurunan kesadahan, hal ini dikarenakan kandungan garam $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ pada air sudah semakin banyak yang berubah menjadi CaCO_3 yang memiliki sifat kelarutan yang kecil terhadap air akibat pemanasan yang menguraikan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ menjadi CaCO_3 , CO_2 dan H_2O (Yazid, E. A, 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan variasi waktu pemanasan berpengaruh terhadap perubahan kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan yaitu terjadi penurunan, kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan belum layak untuk dikonsumsi karena kadarnya >500 mg/l dan waktu pemanasan 35 menit paling efektif terhadap penurunan kadar kesadahan air sumur di Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas.

DAFTAR REFERENSI

- Asmadi, Khayan, dan Kasjono H.S., 2011, *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Pontianak: Gosyen Publishing. Hal: 11, 25, 27
- Astuti, D.W., Fatimah, S. and Anie, S., 2016. Analisis Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur di Padukuhan Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta. *Journal Analytical and Environmental Chemistry*, 1(1)
- Depkes RI. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Jakarta
- Effendi, Hefni. 2013. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Yogyakarta: Kaniskus
- Novitri, F., 2018. *Penurunan Kadar Ca^{2+} Pada Air Sadah Artifisial Menggunakan Serbuk Zeolit dengan Variasi Waktu Perendaman*. Surakarta: Universitas Setia Budi
- Pemerintah Desa Darmakradenan, 2019. Profil dan Letak Geografis Desa Darmakradenan Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ PER/ IV/ 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
- Sasongko, E.B., Widyastuti, E. and Priyono, R.E., 2014. Kajian kualitas air dan penggunaan sumur gali oleh masyarakat di sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2), pp.72-82.
- Sulistiyowati R, Setiani O, NurJazuli N. (2013). Faktor Risiko Yang berhubungan Dengan Kejadian Kristal Batu Saluran Kemih di Desa Mrisi Kecamatan Tanggungharjo Kabupaten Grobogan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, Vol 12, No.2 (99-105)
- Sulistiyani, Sunarto & Annisa fillaeli, 2012. Uji Kesadahan Air Tanah di Daerah Sekitar Pantai

Kecamatan Rembang Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Sains Dasar* 1 (1) 33-38

Wahyuni, D.S, 2019. Konsep Dasar Kimia Analitik dan Titrasi Asama Basa. Politeknik Negeri Padang

Yazid, E. A. (2016). Penurunan Kesadahan dengan Pendidihan pada Air Sumur Gali di Desa Sidokumpul, Kecamatan Bungah, Gresik. *Jurnal Sains*, 6(12)