

## PENGARUH LAMA KONTAK KARBON AKTIF SEBAGAI MEDIA FILTER TERHADAP PERSENTASE PENURUNAN KESADAHAN $\text{CaCO}_3$ AIR SUMUR ARTETIS

Ulfa Nurullita<sup>1</sup>, Rahayu Astuti<sup>2</sup>, Mohammad Zaenal Arifin<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Fakultas Kesehatan Masyarakat Univeritas Muhammadiyah Semarang  
Email : [ulfa\\_nurullita@ymail.com](mailto:ulfa_nurullita@ymail.com)

### ABSTRACT

**Background** : Water wells artetis many of which are hard, one way to reduce the filtration with activated carbon. This research will analyze the decrease in hardness of  $\text{CaCO}_3$  with activated carbon with a contact time of 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes and 40 minutes. **Objectives** : To investigate the influence of long contact activated carbon in reducing water hardness  $\text{CaCO}_3$  artetis wells. **Method** : The study used quasi experiment (Quasi Experiment) with a pretest-posttest design randomiz control group design. As independent variables in this research is a contact with activated carbon that is over 10 minutes, 20 minutes, 30 minutes and 40 minutes, the dependent variable is water hardness artetis wells, and confounding variables were pH and temperature. Normality test data using Kolmogorof Smirnov test showed normal distribution of data, so that the test used is the One Way Anova test. **Results** : The decreasing in the highest hardness of 475.6 mg  $\text{CaCO}_3$  / l at 40 minutes exposure, the lowest 206.0 mg / l at 10 minutes contact time. Results of Anova test p value = 0.000 means there long contact activated carbon in reducing water hardness  $\text{CaCO}_3$  artetis wells. **Conclusion** : Highest hardness occurred at 40 minutes contact time is an average of 91%.

**Keywords** : Hardness, Length of contact with activated carbon, decrease in hardness.

### ABSTRAK

**Latar Belakang**: Air sumur artetis banyak yang yang bersifat sadah, salah satu cara untuk menurunkan adalah filtrasi dengan karbon aktif. Penelitian ini akan menganalisis penurunan kesadahan  $\text{CaCO}_3$  dengan karbon aktif dengan waktu kontak 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 40 menit. **Tujuan**: Mengetahui pengaruh lama kontak karbon aktif dalam menurunkan kesadahan  $\text{CaCO}_3$  air sumur artetis. **Metode**: Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (Quasi Experiment) dengan rancangan Randomized pretes-postes control group design. Sebagai variabel bebas dalam penelitian ini adalah lama kontak air sadah dengan karbon aktif yaitu selama 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 40 menit, variabel terikat adalah penurunan kesadahan air sumur artetis, dan variabel pengganggu adalah pH dan suhu. Uji Normalitas data menggunakan Uji Kolmogorov Smirnov menunjukkan data berdistribusi normal, sehingga uji yang digunakan adalah Uji One Way Anova. **Hasil**: penurunan kesadahan  $\text{CaCO}_3$  tertinggi 475,6 mg / l pada lama kontak 40 menit (91%), terendah 206,0 mg / l pada waktu kontak 10 menit (45%). Hasil uji Anova didapatkan nilai p = 0,000 artinya ada pengaruh lama kontak karbon aktif dalam menurunkan kesadahan  $\text{CaCO}_3$  air sumur artetis. **Kesimpulan**: Penurunan kesadahan tertinggi terjadi pada lama kontak 40 menit yaitu rata-rata sebesar 91%. **Kata kunci**: Kesadahan, Lama kontak dengan karbon aktif, Penurunan kesadahan.

## PENDAHULUAN

Air sangat besar pengaruhnya terhadap kehidupan, baik itu kehidupan manusia maupun kehidupan binatang dan tumbuh-tumbuhan. Air adalah merupakan bahan yang sangat vital bagi kehidupan dan juga merupakan sumber dasar untuk kelangsungan kehidupan di atas bumi. Selain itu air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan, juga manusia selama hidupnya selalu memerlukan air. Dengan demikian semakin naik jumlah penduduk serta laju pertumbuhannya semakin naik pula laju pemanfaatan air. Air adalah bagian dari lingkungan fisik yang sangat esensial, tidak hanya dalam proses-proses hidup, tetapi juga dalam proses-proses yang lain, seperti untuk industri, pertanian, pemadam kebakaran dan lain-lain.<sup>[1]</sup>

Dalam pemenuhan kebutuhan akan air masyarakat selain memanfaatkan PDAM juga memanfaatkan sumber air yang berasal dari dalam tanah, yaitu air yang biasa disebut dengan air tanah dangkal. Air tanah umum terbagi menjadi 2, yaitu air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal memiliki kedalaman 15 meter. Pengambilan air tanah dalam lebih sulit dari pada air tanah dangkal. Suatu lapisan rapat air biasanya didapatkan pada kedalaman 100-300 meter. Air tanah dalam inilah yang biasa disebut dengan air artesis. Pada umumnya kualitas air tanah dalam (air artesis) lebih baik dari pada air tanah dangkal, karena penyaringannya lebih sempurna terutama untuk bakteri. Susunan kimia tergantung pada lapis-lapis tanah yang dilalui. Jika melalui tanah kapur, maka air itu akan menjadi sadah, karena mengandung  $\text{Ca}(\text{HCO})$  dan  $\text{Mg}(\text{HCO})_2$ .<sup>[2]</sup>

Air yang banyak mengandung mineral kalsium dan magnesium dikenal sebagai "air sadah". Air sadah yang telah melebihi batas maksimum ( $\pm 500$  mg/l) dapat menyebabkan beberapa masalah kesehatan. Dampak yang ditimbulkan air sadah bagi kesehatan antara lain adalah dapat menyebabkan *cardiovascular diseases* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *uroolithiasis* (batu ginjal).<sup>[3]</sup> Air sadah bukan merupakan air yang berbahaya karena memang ion-ion tersebut dapat larut dalam air. Akan tetapi dengan kadar  $\text{Ca}^{2+}$  yang tinggi akan menyebabkan air menjadi keruh.<sup>[18]</sup> Air sadah juga tidak baik untuk mencuci, karena ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  akan berikatan dengan sisa asam karbohidrat pada sabun dan membentuk endapan sehingga sabun tidak berbuih.<sup>[6]</sup> Air sadah digolongkan menjadi dua jenis, berdasarkan jenis anion yang diikat oleh kation ( $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Mg}^{2+}$ ), yaitu air sadah sementara dan air sadah tetap.

Hasil pemeriksaan kualitas air artesis di RW II Kelurahan Sendangguwo yang dilakukan di Laboratorium Kesehatan, diperoleh angka kesadahan yang melebihi ambang batas. Berdasarkan pemeriksaan air artesis tersebut, angka kesadahan  $\text{CaCO}_3$  sebesar 514,5 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa kesadahan air tersebut telah melebihi ambang batas maksimum yang diperbolehkan yaitu 500 mg/l. Untuk mengurangi kesadahan pada air artesis dapat digunakan suatu cara/metode pengolahan yaitu dengan filtrasi (penyaringan). Filtrasi adalah suatu cara memisahkan padatan dari air, ada pun media yang digunakan dalam filtrasi antara lain pasir, kerikil, ijuk, dan karbon aktif. Dalam pelaksanaan penelitian ini media yang digunakan adalah karbon aktif. Karbon aktif dipilih karena memiliki sejumlah sifat kimia maupun fisika yang menarik, diantaranya mampu menyerap bahan organik maupun anorganik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi.<sup>[4]</sup>

Penelitian Dadang N (2009), menyimpulkan bahwa penurunan kesadahan air sumur artesis efektif pada ketebalan karbon aktif 80 cm. Dalam penelitian Danang P (2008), digunakan karbon karbon aktif dan UV, di mana penurunan kadar Fe dan Mn turun secara efektif pada ketebalan 80 cm dengan waktu kontak 30 menit.

Berdasarkan penelitian tersebut di atas, maka akan diteliti pengaruh lama kontak karbon aktif dalam menurunkan kesadahan air sumur air artetis. Pada penelitian ini digunakan ketebalan karbon aktif 80 cm, dengan variasi waktu kontak 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 40 menit.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang di gunakan adalah eksperimen semu (*Quasi Experiment*) dengan rancangan eksperimental non random atau disebut juga *Randomized pretest-posttest control group design*, yaitu subyek dibagi dalam dua kelompok. Kelompok pertama merupakan unit percobaan untuk perlakuan dan kelompok kedua merupakan kelompok control. kemudian dicari perbedaan antara pengukuran dari keduanya, dan perbedaan ini dianggap sebagai akibat perlakuan.<sup>[12,13]</sup> Jenis variabel terdiri dari variabel bebas, lama kontak karbon aktif (10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit), variabel terikat (penurunan kesadahan air sumur artetis), variabel pengganggu pH Suhu. Uji statistik yang digunakan adalah *One Way Anova*.

## HASIL PENELITIAN

### 1. Gambaran Umum

Kelurahan Sendangguwo merupakan salah satu kelurahan di wilayah Kecamatan Tembalang. Kelurahan Sendangguwo terletak pada ketinggian  $\pm$  100 meter dari permukaan air laut dengan luas wilayah 327,72 Ha. Batas wilayah sebelah utara sungai Banjir Kanal Timur, sebelah selatan Jalan Kedung Mundu, 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).<sup>(22)</sup>

Wilayah RW II merupakan RW terdekat dari Kantor Kelurahan Sendangguwo dibandingkan dengan RW yang lainnya. RW II terletak pada perbukitan, dan diantara pemukiman cina dan umum. Mayoritas rumah penduduk adalah permanen sebanyak 280 rumah, dengan jumlah KK sebanyak 300 KK.<sup>(22)</sup>

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

Tabel 4.1 Jumlah Sarana Penyedia Air Bersih RW II Kelurahan Sendangguwo Tahun 2009

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

Tabel menunjukn bahwa jumlah cakupan penyedia air bersih yang paling banyak memenuhi kebutuhabn masyarakat di RW II adalah sumur artetis yaitu 1180 jiwa (93,3%).

### 2. Analisis Deskriptif

Pengukuran dilakukan terhadap 60 air sampel yang diambil dari air sumur artetis. Sampel terdiri dari 6 sampel pre test kelompok kontrol, 6 sampel post test kelompok kontrol, 24 sampel pre test dari masing-masing perlakuan dan 24 sampel post test dari masing-masing perlakuan juga. Pengambilan dan pemeriksaan sampel dilaksanakan selama 3 hari yaitu pada tanggal 17 sampai 20 Juli 2010.

## a. Hasil pengukuran Suhu

Hasil pengukuran suhu sebelum perlakuan terendah adalah 29,0°C tertinggi 29,6°C dengan Standar Deviasi 0,194, sedangkan sesudah perlakuan, terendah adalah 30,2°C tertinggi 30,7°C dengan Standar Deviasi 1,151. Pada kelompok kontrol terendah adalah 29,0°C tertinggi 29,5 °C dan standar deviasi 0,018°C.

## b. Hasil Pengukuran pH

Hasil pengukuran pH sebelum perlakuan terendah adalah 7,1 tertinggi 7,4 dengan Standar Deviasi 0,110, sedangkan sesudah perlakuan adalah terendah 6,5 tertinggi 6,9 dengan standar deviasi 0,123. pH sesudah perlakuan turun, ini di karenakan adanya kontak air sumur artetis dengan karbon aktif. Pada kelompok kontrol terendah adalah 7,2 tertinggi 7,3 dan standar deviasi 0,051.

## c. Hasil Pengukuran Kesadahan Air Sumur Artetis Sebelum Perlakuan Hasil pengukuran kesadahan sebelum perlakuan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 hasil pengukuran kesadahan sebelum perlakuan

NO	Perlakuan	N	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviasi
1	Kontrol	6	492,6	514,5	503,4	7,4
2	Pre test 10 menit	6	481,2	503,3	496,2	8,8
3	Pre test 20 menit	6	488,9	504,5	497,7	6,7
4	Pre test 30 menit	6	495,4	509,5	503,7	5,4
5	Pre test 40 menit	6	410,0	512,4	488,5	39,5

Tabel 4.2 menunjukkan kesadahan air sumur artetis sebelum perlakuan, dari tabel dapat dilihat, rata-rata kesadahan terendah sebelum perlakuan pada kelompok perlakuan 40 menit yaitu 488,5 mg/l, dengan standar deviasi 39,5 mg/l dan tertinggi pada kontrol yaitu 503,4 mg/l dengan standar deviasi 7,4 mg/l.

## d. Hasil Pengukuran Kesadahan Air Sumur Artetis Sesudah Perlakuan

Hasil pengukuran kesadahan air sumur artetis sesudah perlakuan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil pengukuran kesadahan air sumur artetis sesudah perlakuan

NO	Perlakuan	N	Minimum	Maksimum	Mean	Std. Deviasi
1	Kontrol	6	497,5	513,8	504,0	5,8
2	Kontak 10 menit	6	260,7	292,6	274,6	11,9
3	Kontak 20 menit	6	205,0	224,5	211,6	6,8
4	Kontak 30 menit	6	102,7	118,4	111,0	5,8
5	Kontak 40 menit	6	35,4	55,2	44,5	7,6

Dari tabel 4.4 dapat dilihat bahwa rata-rata kesadahan sesudah perlakuan terbesar adalah pada kelompok kontrol yaitu 513,8 mg/l dengan standar deviasi 5,8 mg/l.

## e. Klasifikasi Kesadahan Berdasarkan Nilai Ambang Batas

Klasifikasi Kesadahan Berdasarkan Nilai Ambang Batas adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5

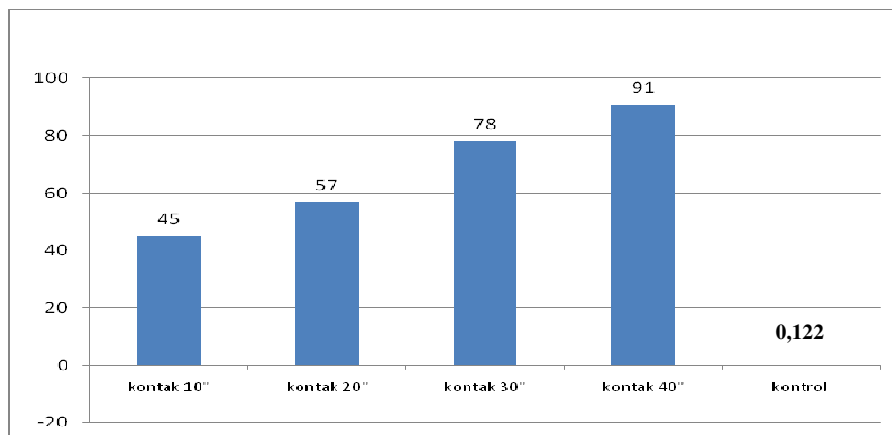
Kategori sampel kesadahan air sebelum dan sesudah perlakuan

NO	Perlakuan	Di bawah ambang batas %	Di atas ambang batas %
1	Sebelum perlakuan	33,3	66,7
2	Sesudah perlakuan	100	0

Dari Tabel 4.5 di atas dapat diketahui bahwa sebelum perlakuan persentase di bawah ambang batas sebesar 33,3% dan di atas ambang batas sebesar 66,7%. Hal ini dikarenakan sebelum perlakuan tidak ada kontak dengan karbon aktif. Sedangkan sesudah perlakuan persentase di bawah ambang batas sebesar 100% dan di atas ambang batas sebesar 0%, persentase di atas ambang batas 0% dikarenakan air sumur artesis sudah ada kontak dengan karbon aktif.

f. Rata-rata Persentase Penurunan Kesadahan

Rata-rata persentase penurunan kesadahan adalah sebagai berikut :



Gafik 4.1 Rata-rata persentase penurunan kesadahan.

Dari grafik 4.1 dapat dilihat rata-rata persentase penurunan kesadahan tertinggi pada lama kontak 40 menit sebanyak 91 %, terendah pada lama kontak 10 menit dengan rata-rata penurunan 45 %, dan rata-rata persentase penurunan kesadahan pada kelompok kontrol adalah 0,122. Pada kelompok kontrol persentase penurunan kesadahan tidak ada sama sekali, karena pada kontrol air sumur artesis tidak ada kontak dengan karbon aktif.

3. Analisis Analitik

a. Uji Normalitas

Berdasarkan hasil uji normalitas data menggunakan uji Kolmogorof Smirnov menunjukkan bahwa nilai  $p = 0,360$  ( $p > 0,05$ ) artinya data penurunan kesadahan berdistribusi normal, sehingga uji yang digunakan adalah Uji *One Way Anova*. Hasil uji Anova didapatkan nilai  $p = 0,000$  sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan penurunan kesadahan air yang signifikan antara lama kontak 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 40 menit.

Hasil uji lanjutan dengan LSD adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Uji LSD Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis

Lama kontak		Perbedaan Mean	Nilai P
kontak 10 menit	kontak 20 menit	-12,818667	0.000
	kontak 30 menit	-33,316167	0.000
	kontak 40 menit	-46,105000	0.000
kontak 20 menit	kontak 30 menit	-20,497500	0.000
	kontak 40 menit	-33,286333	0.000
kontak 30 menit	kontak 10 menit	33,316167	0.000
	kontak 40 menit	12,788833	0.000

Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan antar berbagai lama kontak terdapat perbedaan yang signifikan.

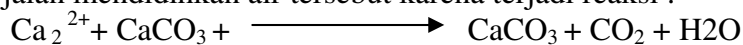
b. Waktu Kontak Yang Paling Efektif

Berdasarkan nilai persentase penurunan kesadahan tertinggi adalah pada lama kontak 40 menit, sehingga disimpulkan waktu kontak yang paling efektif adalah 40 menit.

## PEMBAHASAN

### 1. Suhu

Dalam penelitian ini suhu sebelum perlakuan berkisar antara 29,0°C sampai 29,6°C, dan sesudah perlakuan 30,2 °C sampai 30,7 °C. Disini suhu tidak menjadi variabel pengganggu, perubahan suhu karena adanya kontak air sumur artetis dengan filter karbon aktif. Air yang mengandung karbon dioksida tinggi mudah melarutkan kalsium dari mineral-mineral karbonatnya. Reaksi sebaliknya akan berlangsung bila CO<sub>2</sub> hilang dari perairan. Karbon dioksida yang masuk ke perairan melalui keseimbangan dengan atmosfer tidak cukup besar konsentrasinya untuk melarutkan kalsium dalam perairan alami, terutama air tanah. Ion kalium bersama-sama dengan magnesium dan kadang-kadang ion ferro, ikut menyebabkan kesadahan dalam air baik yang berupa kesadahan sementara maupun klesadahan tetap. Kesadahan sementara disebabkan oleh adanya ion-ion kalsium dan bikarbonat dalam air dan dapat dihilangkan dengan jalan mendidihkan air tersebut karena terjadi reaksi :



Sedangkan kesadahan tetap di sebabkan oleh adanya ion kalsium atau magnesium sulfat yang proses pelunakannya melalui proses kapur soda abu, proses zeolit dan proses resin organik. <sup>(25)</sup>

### 2. pH

pH dalam penelitian ini sebelum perlakuan berkisar antara 7,4 sampai 7,7 sedangkan sesudah perlakuan berkisar antara 6,5 sampai 6,9. Menurut Sri Sumestri dan G. Alaerts, bahwa pH yang tinggi dapat menyebabkan ion-ion kesadahan menjadi mengendap, sebagai Mg (OH)<sub>2</sub> dan CaCO<sub>3</sub>. Biasanya terjadi pada kisaran pH di atas 9 sampai 10. Dari hasil pengukuran yang dilakukan, ternyata pH berkisar antara 6,8 sampai 7,4. Hal ini menunjukkan bahwa pH tidak mempengaruhi perlakuan, karena masih berada pada kisaran pH 9 sampai 10. <sup>(21)</sup>

### 3. Kesadahan

Kesadahan air sumur artetis sebelum perlakuan pada penelitian ini berkisar antara 410,0 mg/l sampai 512,4 mg/l dan sesudah perlakuan 35,4 mg/l sampai 292,6 mg/l. Jika dibandingkan dengan standar kualitas air bersih menurut Permenkes RI No 907/Menkes/SK/VII/2002 sebesar 500 mg/l, kesadahan air sebelum perlakuan telah melebihi standar atau tidak memenuhi syarat. Akibatnya apabila air tersebut dikonsumsi, maka akan berdampak bagi kesehatan yaitu penyumbatan darah jantung dan batu ginjal.<sup>(3)</sup> Pada pengamatan sesudah perlakuan kesadahan air telah berada di bawah standar sehingga aman digunakan.

### 4. Pengaruh Lama Kontak Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis.

Persentase penurunan kesadahan berkisar antara 45%-91%, dimana semakin lama waktu kontak air dengan karbon aktif, penurunan kesadahan semakin besar. Dari penelitian ini pada lama kontak terpendek (10 menit) sudah dapat menurunkan kesadahan di bawah standar, meskipun demikian lama kontak paling efektif adalah 40 menit yang dapat menurunkan kesadahan 91%. Perbedaan waktu kontak memberikan pengaruh pada penurunan kesadahan, ini dikarenakan adanya proses adsorpsi. Adsorpsi adalah proses dimana substansi molekul meninggalkan larutan dan bergabung pada permukaan zat padat oleh ikatan fisika dan kimia. Proses adsorpsi biasanya dengan menggunakan karbon aktif, yang digunakan guna menyisahkan senyawa-senyawa aromatic dan senyawa terlarut. Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat akibat ikatan kimia dan fisika. Adsorpsi fisika terjadi terutama karena adanya gaya Van Der Waals. Apabila gaya tarik antar molekul zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari pada gaya tarik antara molekul dengan pelarut maka zat terlarut tersebut akan di adsorpsi. Ikatan tersebut sangat lemah, sehingga mudah untuk diputuskan apabila konsentrasi zat terlarut yang teradsorpsi diubah. Jadi proses ini berlangsung bolak balik sedangkan dalam proses adsorpsi kimia ikatan antara zat terlarut yang teradsorpsi dan adsorben sangat kuat, sehingga sulit untuk dilepaskan dan proses hamper tidak mungkin untuk bolak-balik.<sup>(15)</sup> Selama kontak penurunan kesadahan semakin tinggi karena semakin lama proses adsorpsi terjadi sehingga semakin banyak substansi penyebab kesadahan yang diikat oleh karbon aktif. Dalam penelitian ini ternyata dengan waktu kontak terlalu lama (40 menit) belum terjadi kejenuhan karbon aktif.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ambarwati Tri Eka Purwani 2006, Dimana persentase penurunan kadar kesadahan dalam air sample akibat pemberian varian ketebalan karbon aktif yang berbeda, yaitu 10 cm, 20 cm, dan 30 cm. Dengan ketebalan 30 cm penurunan kesadahan lebih tinggi bila di bandingkan dengan ketebalan 10 cm dan 20 cm. Kelemahan dari penelitian adalah waktu pengambilan air sumur artetis untuk sampel. Dimana waktu pengambilan pada hari pertama air untuk penelitian diambil dari bak penampung, sedangkan pada hari ke dua dan ketiga air untuk penelitian di ambil langsung dari sumur artetis, sehingga ada kemungkinan kandungan kesadahan dalam air sudah berbeda karena tidak di ambil dari sumber yang sama.

## KESIMPULAN

1. Kesadahan  $\text{CaCO}_3$  air sumur artetis sebelum perlakuan minimal 410,0 mg/l, maksimum 512,4 mg/l, rata-rata 496,5 mg/l, standar deviasi 20,1 mg/l.
2. Kesadahan  $\text{CaCO}_3$  air sumur artetis setelah perlakuan minimal 35,4 mg/l, maksimum 292,6 mg/l, rata-rata 160,4 mg/l, standar deviasi 91,0 mg/l.
3. Persentase penurunan kesadahan air sumur artetis setelah melewati karbon aktif tertinggi pada lama kontak 40 menit (90%) dan terendah pada lama kontak 10 menit (45%).
4. Ada pengaruh yang signifikan lama kontak karbon aktif sebagai media filter terhadap penurunan kesadahan  $\text{CaCO}_3$  air sumur artetis.

## SARAN

1. Bagi Masyarakat  
Bagi masyarakat yang menggunakan air sumur artetis sebagai air bersih sebaiknya melakukan pengolahan terlebih dahulu, terutama pada masalah kesadahan. Salah satu alternatifnya yaitu dengan menggunakan filtrasi karbon aktif dengan waktu kontak selama 40 menit.
2. Bagi Peneliti lain  
Perlu dilakukan penelitian dengan topik yang sama dengan variasi waktu yang lebih lama dan ketebalan yang lebih besar dan dengan jumlah perlakuan yang lebih banyak agar diperoleh hasil yang efektif dalam menurunkan kadar  $\text{CaCO}_3$ .

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya Kepada Allah swt, kepada Ibu Ulfa Nurullita, SKM, M.kes, Ibu Ir.Rahayu Astuti, M.kes selaku dosen pembimbing I dan II dan Bapak Mifbakhudin, SKM, M.kes selaku dosen penguji, kedua orang tua penulis tercinta yang tiada henti memberikan doa, kakak dan adik-adik penulis, teman-teman yang seangkatan baik yang dari unimus maupun dari luar unimus yang telah membantu dalam menyusun skripsi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Juli Soemirat.2002. Kesehatan Lingkungan, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
2. M. Ridwan S, Nugroho, W dan Dwi Astuti. Efektifitas Kombinasi Filter Pasir Zeolit, Pasir Karbon Aktif terhadap Penurunan Kadar Mangan. Program Studi Kesehatan Lingkungan Fakultas Ilmu Kedokteran UMS. Infokes Vol. 8 No 1, Maret – September 2004, FIK-UMS,ISSN 1411- 9352.
3. Sutrisno Totok 2002. Air Untuk Masa Depan , Jakarta : Rineka Cipta.
4. Kusnaedi. 2004. Mengolah Air Gambut dan Air Kotor Untuk Air Minum. Jakarta : Puspa Swara.
5. EM Zulfajri dan Ratu AS. 2005. Dasar-dasar Klimatologi. Jakarta : Penerbit Grafindo Persada.
6. Prawiro. 2000. Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah. Jakarta : Universitas Indonesia.
7. Onny Untung. 2004. Menjernihkan Air Kotor.Jakarta : Puspa
8. Moh soerjani. 1997. Sumber Daya Alam dan Kependudukan dan Kependudukan dalam Pembangunan. Jakarta : Universitas Indonesia.



9. Sutejo P dan Eling P. 2003. Prinsip-prinsip Dasar Lingkungan. Surabaya : Airlangga University Press.
10. Syamsiah. 2001. Penggunaan Karbon Aktif Sebagai Adsorben Untuk Limbah Tekstil. Yogyakarta UGM.
11. Indriati. 2002. Penggunaan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Terhadap Penurunan Tingkat Keekeruhan pada Air Sumur Gali. (Karya Ilmiah) UMS.
12. Anwar Hadi. Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan. 2005. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. Hal 22-35.
13. Moh Nasir. 2005. Metode Penelitian. Bogor : Ghalia Indonesia. Anggota IKAPI. Hal 224-239.
14. Kemas Ali Hanafi. 2003. Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasi, Edisi ketiga. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada. Hal 33-56
15. Danang P Setiawan. 2009. Studi Kualitas Dan Pengolahan Air Pada Penampungan Air Hujan di Desa Hargosari, Kecamatan Tanjungsari, Gunungkidul Menggunakan Filter Karbon Aktif dan UV. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
16. Sularso, AD. 1998. Penurunan Kadar Fe dan Mn Air sumur dengan Kombinasi Proses Aerasi dan Proses Saringan Pasir Cepat Perumnas II Tangerang Jawa Barat. (Skripsi). Yogyakarta : STTIYLH.
17. M. Ridwan Saifudin, Nugroho Widiarto dan Dwi Astuti. 2004. Efektivitas Kombinasi Filter Pasir-Zeolit, Pasir Karbon Aktif Dan Zeolit Karbon aktif Terhadap Penurunan Kadar Mangan Di Desa Danyung Kecamatan Grogol Kabupaten Sukoharjo.
18. Sulih Hartanto. 2010. Kualitas dan Kuantitas Air Sumur Artetis. <http://www.wordpress.ac.id/diakses> Tanggal 02 Juni 2010, 22.30.
19. Anonim, 2008, "E-Learning Geografi Lingkungan", Universitas Negeri Malang, [www.malang.ac.id](http://www.malang.ac.id).
20. Meilita T S, 2003, " Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya)", Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, [www.library.usu.ac.id](http://www.library.usu.ac.id).
21. Departemen Kesehatan RI. Pedoman Teknis Kualitas Air, Edisi II. 2000.
22. Kelurahan Sendangguwo. Data Monografi Kelurahan Sendangguwo Tahun 2009. Kelurahan Sendangguwo, Semarang.
23. Materi Praktikum Pengolahan Air STIKES KAKLI Semarang. 2007
24. Sutarmi. Studi Komparatif Kadar Kesadahan antara Air Sumur Gali dengan Air PMA di Desa Redisari Kecamatan Rowolele Kabupaten Kebumen. 2003. Karya tulis Ilmiah. Politeknik Semarang Jurusan Kesehatan lingkungan. Purwokerto.
25. Rukaesih Acmad. 2004. kimia Lingkungan. Yogyakarta. Universitas Negeri Jakarta.
26. Tri Eka Purwani. 2006. Departemen pendidikan Nasional. Universitas Jenderal Soedirman. Program Sarjana Kesehatan Masyarakat. Perwokerto. Artikel Ilmiah.
27. <http://www.kelair.bppt.go.id/Publikasi/BukuAirMinum/BAB9SADAH.pdf> diakses 30/07/2010/14.45
28. Nelson Saksono. 2006. Magnetisasi Air Sadah Untuk Pencegahan Pembentukan Kerak. Departemen Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.