

PENGARUH KETEBALAN KARBON AKTIF SEBAGAI MEDIA FILTER TERHADAP PENURUNAN KESADAHAN AIR SUMUR ARTETIS

Oleh :

Mifbakhuddin

Staf Pengajar Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRACT

Objective: *To know the influence of the thickness of active carbon on the decline in the hardness of the water artetis well. Method:*The kind of research used here was pure experiment (true eksperiment) with non random experimental design or non randomized pretest – posttest control group design. The thickness of the filter used in this research which was aimed to reduce the hardness of water were 60 cm, 70 cm, and 80 cm with nine times repetition. The number of the samples was 40 samples, in with 9 samples before the treatment. The independenvariable in this research was the variety of the thickness of active carbon used, while the dependent variable was the decline of the hardness and the controlvariable were the pH and temperature. Statistical analysis used the varian test, which was analysis of varian (ANOVA), the data ware abnormally distributed so that the kruskal - willis test was applied. **Result:** *The Percentages of the decline in the hardness of the water of artetis well after passing the active carbon filter with different thickness were in general of 59% for the 60 cm thick, 74% for the 70 cmthick, and 86% for the 80 cm thick. The most effective thickness in reducing the hardness of the water of ertetis well was 80 cm thick. The result of kruskal –willis test showed that the scorr sig(α) 0,000 which meant less than the score (α)0,05. It meant that there was a difference between the decline of the hardness of the water of artetis well which was significant after passing the active carbon filter and before passing the active carbon filter.: There was a meaningful influence of the decline of the water of artetis well. The decline of the highest hardness of meant that the average proportion of decline was 86%.*

Keywords: *The Hardness, The hardness of active carbon, the decline of the hardness.*

PENDAHULUAN

Air adalah materi esensial di dalam kehidupan dan merupakan substansi kimia dengan rumus kimia H₂O: satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) and temperatur 273,15 K (0 °C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Sumber-sumber air yang ada di bumi ini antara lain adalah air laut, air atmosfer, air permukaan, dan air tanah. Manusia dan makhluk hidup lainnya yang tidak hidup dalam air, senantiasa mencari tempat tinggal dekat air supaya mudah untuk mengambil air untuk keperluan hidupnya. Selain itu pemenuhan kebutuhan air bersih dapat tercukupi sehingga mereka dapat hidup sehat dan tidak mudah terkena penyakit. Air merupakan suatu sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, karena air merupakan salah satu media dari berbagai macam penularan penyakit.

Air bersih adalah air yang jernih, tidak berwarna, tawar dan tidak berbau. Melalui penyediaan air bersih dan sebagai pemenuhan kebutuhan sehari-hari,

masyarakat melakukan suatu usaha dengan swadaya dana masyarakat sendiri yaitu dengan membuat sumur artesis atau sumur dalam. Air sumur artesis adalah disebut air sumur (bor) yang letaknya kurang lebih 100 – 300 meter di dalam tanah saat ini digunakan sebagai alternatif air untuk memenuhi keperluan air sehari – hari. Air artesis sendiri terdapat setelah rapat air yang pertama. Dalam proses pengambilan airnya tidak semudah seperti air sumur biasa ataupun air permukaan. Dalam proses pengambilannya harus digunakan bor dan memasukkan pipa ke dalamnya, sehingga dalam suatu kedalaman (biasanya 100 – 300 meter) akan didapatkan suatu lapis air.

Masalah yang sering dihadapi dalam pengelolaan air artesis adalah kesadahan. Hal ini bisa terjadi dikarenakan air artesis dalam proses pengambilannya dari dalam tanah melewati berbagai lapis tanah diantaranya adalah tanah kapur yang mengandung Ca dan Mg, sehingga air tersebut menjadi sadah. Air sadah yang telah melebihi batas nilai ambang 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 *uroolithiasis* (batu ginjal).

Untuk mengurangi kesadahan pada air artesis dapat digunakan suatu cara/ metode pengolahannya yaitu dengan filtrasi (penyaringan). Filtrasi adalah suatu cara memisahkan padatan dari air, adapun media yang digunakan dalam filtrasi antara lain pasir, kerikil, ijuk, dan arang aktif. Dalam pelaksanaan penelitian ini media yang digunakan adalah arang aktif/ karbon aktif. Karbon aktif 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

Karbon aktif adalah sejenis *adsorbent* (penyerap), berwarna hitam, berbentuk granule, bulat, pellet ataupun bubuk. Jenis karbon aktif tempurung kelapa ini sering digunakan dalam proses penyerap rasa dan bau dari air, dan juga penghilang senyawa-senyawa organik dalam air.

Kemampuan dari media dengan karbon aktif menggunakan ketebalan 60 cm, 70 cm dan 80 cm dikarenakan semakin tebal media semakin bagus hasil yang didapat sehingga apabila dengan susunan tersebut ditambah ketebalan medianya akan menurunkan lebih baik lagi.

Berdasarkan survei yang telah dilakukan bahwa 90 % penduduk diwilayah RW II Kelurahan Sendangguwo ini menggunakan sumber air artesis sebagai air bersih dan air minum. Hasil pemeriksaan kualitas air sumur artesis di RW II Kelurahan Sendangguwo yang dilakukan di laboratorium kesehatan STIKES HAKLI Semarang, diperoleh angka kesadahan yang melebihi ambang batas. 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.

Penggunaan dengan ketebalan media karbon aktif yang berbeda dalam penelitian ini didasarkan dari penelitian Sularso, bahwa semakin tebal media maka akan semakin baik kualitas air yang dihasilkan. Berdasarkan teori tersebut maka akan dilakukan penelitian tentang karbon aktif sebagai media filter untuk menurunkan kesadahan CaCO_3 dengan ukuran ketebalan yang berbeda yaitu 60 cm, 70 cm, dan 80 cm. Berdasarkan masalah di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh ketebalan dari karbon dalam menurunkan kadar kesadahan dalam air sumur artesis di Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Kota Semarang.

TINJAUAN PUSTAKA

Air Sadah

Air sadah adalah air yang mengandung ion Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg)⁶. Ion-ion ini terdapat dalam air dalam bentuk sulfat, klorida, dan hidrogenkarbonat. Kesadahan air alam biasanya disebabkan garam karbonat atau garam asamnya¹¹. Kesadahan merupakan petunjuk kemampuan air untuk membentuk busa apabila dicampur dengan sabun. Pada air berkesadahan rendah, air akan dapat membentuk busa apabila dicampur dengan sabun, sedangkan air yang berkesadahan tinggi tidak akan berbentuk busa.

Secara lebih rinci kesadahan dibagi dalam dua tipe, yaitu: (1) kesadahan umum ("*general hardness*" atau GH) dan (2) kesadahan karbonat ("*carbonate hardness*" atau KH). Disamping dua tipe kesadahan tersebut, dikenal pula tipe kesadahan yang lain yaitu yang disebut sebagai kesadahan total atau total hardness. Kesadahan total merupakan penjumlahan dari GH dan KH. Kesadahan umum atau "*General Hardness*" merupakan ukuran yang menunjukkan kandungan ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} . Air sadah bukan merupakan air yang berbahaya, karena memang ion-ion tersebut dapat larut dalam air. Akan tetapi dengan kadar Ca^{2+} yang tinggi akan menyebabkan air menjadi keruh.

Air sadah juga tidak baik untuk mencuci, karena ion-ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan berikatan dengan sisa asam karbohidrat pada sabun dan membentuk endapan sehingga sabun tidak berbuih.

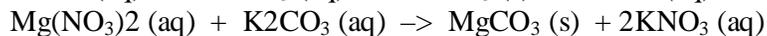
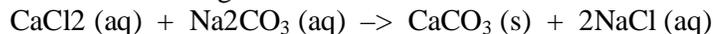
Air sadah digolongkan menjadi dua jenis, berdasarkan jenis anion yang diikat oleh kation (Ca^{2+} atau Mg^{2+}), yaitu air sadah sementara dan air sadah tetap.

a. Air sadah sementara

Air sadah sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat (HCO_3^-), atau boleh jadi air tersebut mengandung senyawa kalsium bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) dan atau magnesium bikarbonat ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Air yang mengandung ion atau senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah sementara karena kesadahannya dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} . Dengan jalan pemanasan senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel. Reaksi yang terjadi adalah : $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 (\text{aq}) \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$.

b. Air sadah tetap

Air sadah tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain ion bikarbonat, misalnya dapat berupa ion Cl^- , NO_3^- dan SO_4^{2-} . Berarti senyawa yang terlarut boleh jadi berupa kalsium klorida (CaCl_2), kalsium nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), kalsium sulfat (CaSO_4), magnesium klorida (MgCl_2), magnesium nitrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$), dan magnesium sulfat (MgSO_4). Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah tetap, karena kesadahannya tidak bisa dihilangkan hanya dengan cara pemanasan. Untuk membebaskan air tersebut dari kesadahan, harus dilakukan dengan cara kimia, yaitu dengan mereaksikan air tersebut dengan zat-zat kimia tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat, yaitu $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$ atau $\text{K}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$. Penambahan larutan karbonat dimaksudkan untuk mengendapkan ion Ca^{2+} dan atau Mg^{2+} .



Dengan terbentuknya endapan CaCO_3 atau MgCO_3 berarti air tersebut telah terbebas dari ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} atau dengan kata lain air tersebut telah terbebas dari kesadahan².

Kesadahan atau *Hardness* adalah salah satu sifat kimia yang dimiliki oleh air. Penyebab air menjadi sadah adalah karena adanya ion-ion Ca^{2+} , Mg^{2+} . Atau dapat juga disebabkan karena adanya ion-ion lain dari polyvalent metal (logam bervalensi banyak) seperti Al, Fe, Mn, Sr dan Zn dalam bentuk garam sulfat, klorida dan bikarbonat dalam jumlah kecil.

c. Dampak yang ditimbulkan akibat air sadah

Menurut WHO air yang bersifat sadah akan menimbulkan dampak:

1. Terhadap kesehatan dapat menyebabkan *cardiovascular disease* (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan *urolithiasis* (batu ginjal).
2. Menyebabkan pengerakan pada peralatan logam untuk memasak sehingga penggunaan energi menjadi boros.
3. Penyumbatan pada pipa logam karena endapan CaO_3
4. Pemakaian sabun menjadi lebih boros karena buih yang dihasilkan sedikit.

d. Penanggulangan Kesadahan

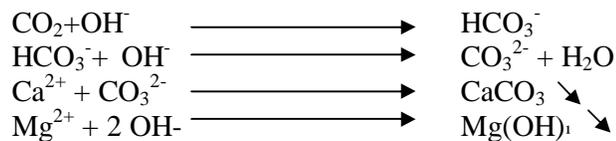
Upaya penanggulangan kesadahan dapat dilakukan dengan cara:

a. Pemanasan

Pemanasan dilakukan untuk mengatasi kesadahan yang bersifat sementara (kesadahan bikarbonat)

b. Proses pengendapan senyawa Ca^{2+} dan Mg^{2+}

Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan mengendap sebagai CaCO_3 dan Mg(OH)_2 , Ion CO_3^{2-} berasal dari karbon dioksida (CO_2) dan bikarbonat (HCO_3^-). Reaksinya sebagai berikut :



Sifat proses pengendapan senyawa Ca^{2+} dan Mg^{2+} yaitu reaksi cepat (1-1 jam), dapat bersamaan dengan flokulasi (penggumpalan), cara sederhana dan mudah, efisiensi cukup tinggi dan harga relatif murah.

c. Proses pertukaran Ion Ca^{2+} , Mg^{2+} dengan ion Na^+ , K^+ atau H^+ .

Proses ini sangat cepat (20-30 menit), tidak dapat berlangsung dengan reaksi lain dan air baku tidak boleh keruh, instalasi dan operasi rumit, efisiensi tinggi, harga relatif cukup mahal (cocok untuk industri). Proses ini dapat digunakan untuk pengolahan kesadahan tetap dan sementara dengan cara pemisahan ion-ion yang tidak dikehendaki yang terdapat didalam air sadah. Bahan yang digunakan dalam proses ini berupa karbon aktif dan atau resin sintetik yang dimasukkan ke dalam kolom dimana air sudah dapat dialirkan melalui senyawa-senyawa tersebut.

d. Proses kontak air dengan pasir, batu, atau kapur.

Sifat proses ini adalah reaksi lambat (lebih dari 1 jam), tidak bisa bersamaan dengan proses lain, cara sederhana, efisiensi dan harga tidak terlalu mahal.

e. Pertukaran ion (*ion exchange*)

Pertukara ion dapat digunakan untuk pengolahan kesadahan tetap dan sementara dengan cara pemisahan ion-ion yang tidak dikehendaki yang terdapat di dalam air sadah. Bahan yang digunakan terdiri dari karbon aktif dan atau resin sentetik yang dimasukkan kedalam suatu kolom dimana air sadah dapat dialirkan melalui senyawa-senyawa tersebut.

Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon yang di proses sedemikian rupa sehingga pori – porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai serap yang baik. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95% karbon bebas.

Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak terasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 sampai 2000 mg/gram. Karbon aktif ini mempunyai dua bentuk sesuai ukuran butirannya, yaitu karbon aktif bubuk dan karbon aktif granular (butiran). Karbon aktif bubuk ukuran diameter butirannya kurang dari atau sama dengan 325 mesh. Sedangkan karbon aktif granular ukuran diameter butirannya lebih besar dari 325 mesh.

Luas permukaan yang luas disebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan. Sifat karbon aktif yang dihasilkan tergantung dari bahan yang digunakan, misalnya tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air. Adapun keuntungan dari pemakaian karbon aktif ialah:

- a. Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.
- b. Proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar.
- c. Karbon tidak tercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.

Daya Serap Karbon Aktif

Pada proses adsorpsi ada dua yaitu proses adsorpsi secara fisika dan adsorpsi secara kimia. Adsorpsi secara fisika yaitu proses berlangsung cepat, dan dapat balik dengan panas adsorpsi kecil ($\pm 5-6$ kkal/mol), sehingga diduga gaya yang bekerja di dalamnya sama dengan seperti cairan (gaya Van Der Waals). Unsur yang terjerap tidak terikat secara kuat pada bagian permukaan penjerap. Adsorpsi fisika dapat balik (*reversibel*), tergantung pada kekuatan daya tarik antar molekul penjerap dan bahan terjerap lemah maka terjadi proses adsorpsi, yaitu pembebasan molekul bahan penyerap. Adsorpsi kimia adalah merupakan hasil interaksi kimia antara penjerap dengan zat-zat terserap, kekuatan ikatan kimia sangat bervariasi dan ikatan kimia sebenarnya tidak benar-benar terbentuk tetapi kekuatan adhesi yang terbentuk lebih kuat disbanding dengan daya ikat penyerap fisika. Panas adsorpsi kimia lebih besar dibanding dengan adsorpsi fisika ($\pm 10-100$ kkal/mol). Pada proses kimia tidak dapat balik (*inreversibel*) dikarenakan memerlukan energi untuk membentuk senyawa kimia baru pada permukaan adsorben sehingga proses balik juga diperlukan energi yang tinggi.

Proses Pembuatan Karbon Aktif

Secara umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses yaitu :

- a. Proses pengarangan (karbonisasi)

Proses ini merupakan proses pembentukan arang dari bahan baku. Secara umum, karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara, sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Hasil yang diperoleh biasanya kurang aktif dan hanya mempunyai luas permukaan beberapa meter persegi per gram.

Selama proses karbonisasi dengan adanya dekomposisi pirolitik bahan baku, sebagian elemen - elemen bukan karbon, yaitu hydrogen dan oksigen dikeluarkan dalam bentuk gas dan atom-atom yang terbebaskan dari karbon elementer membentuk Kristal yang tidak teratur, yang disebut sebagai Kristal grafit elementer. Struktur kristalnya tidak teratur dan celah-celah kristal ditempati oleh zat dekomposisi tar. Senyawa ini menutupi pori-pori karbon, sehingga hasil proses karbonisasi hanya mempunyai kemampuan adsorpsi yang kecil. Oleh karena itu karbon aktif dapat juga dibuat dengan cara lain, yaitu dengan mengkarbonisasi bahan baku yang telah dicampur dengan garam dehidrasi atau zat yang dapat mencegah terbentuknya tar, misalnya ZnCl, MgCl, dan CaCl. Perbandingan garam dengan bahan baku adalah penting untuk menaikkan sifat – sifat tertentu dari karbon.

b. Proses aktivasi

Secara umum, aktivasi adalah pengubahan karbon dengan daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori, karbon diaktivasi, misalnya dengan menggunakan uap panas, gas karbondioksida dengan temperatur antara 700-1100°C, atau penambahan bahan-bahan mineral sebagai activator. Selain itu aktivasi juga berfungsi untuk mengusir tar yang melekat pada permukaan dan pori-pori karbon. Aktivasi menaikkan luas permukaan dalam (internal area), menghasilkan volume yang besar, berasal dari kapiler-kapiler yang sangat kecil, dan mengubah permukaan dalam dari struktur pori.

Kegunaan Karbon Aktif Dalam Penurunan Kesadahan

Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat organik, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat - zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif, termasuk CaCO₃ yang menyebabkan kesadahan. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru. Banyak penelitian yang mempelajari tentang manfaat/kegunaan dari kegunaan karbon aktif yang dapat menyerap senyawa organik maupun anorganik, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat-zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif. Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang di saring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus di ganti dengan arang aktif yang baru.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen murni (*True Experiment*) dengan rancangan eksperimental non 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 control. Kemudian dicari perbedaan antara pengukuran dari keduanya, dan perbedaan ini dianggap sebagai akibat perlakuan.

Penelitian ini akan dilaksanakan kurang lebih 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 hari.

Tempat penelitian akan dilaksanakan di wilayah RW II Kelurahan Sendangguwo Kecamatan Tembalang Kota Semarang. Pengolahan data berupa : (1) Editing, (2) Coding, (3) Entri data. Analisis data : (1) Analisis Deskriptif, (2) Analisis Analitik, (3) Uji mann Whitney.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif

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 tertera pada tabel 1

Tabel 1
Jumlah Sarana Penyediaan Air Bersih 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 1 di atas menunjukkan jumlah sarana air bersih yang ada di RW II tahun 2008 yaitu mayoritas sumur gali 250 (98,04%), dan hanya 0,39% menggunakan sumur artetis.

Hasil pengukuran yang dilakukan terhadap 40 air sampel yang diambil dari air sumur artetis sebagai sampel yaitu terdiri dari 4 sampel air pretest, 9 sampel air kontrol, dan 27 sampel air sesudah melewati filter karbon aktif berdasarkan ketebalan yang berbeda. Pengambilan dan pemeriksaan sampel air dari alat sederhana, dilaksanakan pada hari yang sama dan waktu yang sama yaitu pada hari 14 mei 2009.

Tabel 2
Kesadahan Air Sumur Artetis Sebelum Perlakuan

Perlakuan	n	Sebelum Perlakuan			
		Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Kontrol	9	519.7	519.7	519.7	.0000
Ketebalan 60 cm	9	492.6	492.6	492.6	.0000
Ketebalan 70 cm	9	512.5	512.5	512.5	0000
Ketebalan 80 cm	9	507.2	507.2	507.2	0000

Tabel 2 menunjukkan hasil kesadahan sebelum melewati filter karbon aktif. Dari tabel tersebut dapat dilihat, bahwa rata-rata penurunan kesadahan terbesar adalah pada filter dengan kontrol, dan rata-rata kesadahan terkecil pada filter dengan ketebalan 60 cm.

Analisis Analitik

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

No	Uji Mann-Whitney	Signifikan
1	Kontrol/tanpa perlakuan dengan ketebalan 60 cm	0,000
2	Kontrol/tanpa perlakuan dengan ketebalan 70 cm	0,000
3	Kontrol/tanpa perlakuan dengan ketebalan 80 cm	0,000
4	Ketebalan 60 cm dengan kontrol/tanpa perlakuan	0,000
5	Ketebalan 60 cm dengan ketebalan 70 cm	0,000
6	Ketebalan 60 cm dengan ketebalan 80 cm	0,000
7	Ketebalan 70 cm dengan kontrol/tanpa perlakuan	0,000
8	Ketebalan 70 cm dengan ketebalan 60 cm	0,000
9	Ketebalan 70 cm dengan ketebalan 80 cm	0,000
10	Ketebalan 80 cm dengan kontrol/tanpa perlakuan	0,000
11	Ketebalan 80 cm dengan ketebalan 60 cm	0,000
12	Ketebalan 80 cm dengan ketebalan 70 cm	0,000

Hasil uji *Mann-Whitney* yang ditunjukkan pada tabel 3.7, menunjukkan bahwa semua perlakuan nilai $p < 0,05$, artinya bahwa ada perbedaan penurunan kesadahan berdasarkan ketebalan filter karbon aktif terhadap masing – masing perlakuan.

PEMBAHASAN

Penelitian tentang penurunan kesadahan tersebut dengan menggunakan filter karbon aktif, menunjukkan bahwa :

Suhu

Pengukuran suhu dilakukan di laboratorium STIKES HAKLI Semarang, pada tanggal 14 mei 2009 dengan menggunakan *thermometer*. Dilakukan pada dua sampel pretest (sebelum perlakuan) dan 36 sampel air yang diambil dari sampel air kontrol dan sampel air sesudah melewati filter. 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.

Suhu dapat mempengaruhi proses penurunan kesadahan apabila suhu terlalu rendah ($<25^{\circ}\text{C}$), dan suhu terlalu tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$). Pada table 3.3 menunjukkan bahwa suhu tidak mengalami perubahan yang cukup jauh, yaitu $\pm 2^{\circ}\text{C}$ dari suhu sebelum dilakukan perlakuan (suhu awal) yaitu 29.8°C . Hal ini berarti suhu tidak mempengaruhi dalam penurunan kesadahan.

pH

Pengukuran pH dilakukan di laboratorium STIKES HAKLI pada tanggal 14 mei 2009 dengan menggunakan kertas lakmus. Pengukuran pH dilakukan pada 4 sampel pretest dan 36 sampel (sampel air kontrol dan sampel air sesudah melewati filter karbon aktif). Pada tabel 3 menunjukkan bahwa ada perubahan atau perbedaan

pH sebelum dilakukan perlakuan dan sesudah melewati filter karbon aktif. Perubahan yang terjadi yaitu dengan penurunan pH setelah melewati filter karbon aktif.

Menurut Sri Sumestri 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 berkisar antara 6.3 – 7.3. Hal ini menunjukkan bahwa pH tidak mempengaruhi perlakuan, karena masih berada pada kisaran dibawah pH 9 sampai 10.

Kesadahan

Pengukuran kesadahan dilakukan di Laboratorium STIKES HAKLI Semarang, dengan menggunakan titrasi EDTA (prosedur pemeriksaan kesadahan, terdapat pada prosedur penelitian).

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata kesadahan air sumur artetis sebelum perlakuan 519.7mg/l. Jika dibandingkan dengan standar kualitas air bersih menurut Permenkes RI No 907/Menkes/SK/VII/2002 sebesar 500 mg/l, angka tersebut telah melebihi standart atau tidak memenuhi syarat. Akibatnya apabila air tersebut dikonsumsi, maka akan berdampak bagi kesehatan yaitu penyumbatan pembuluh darah jantung dan batu ginjal.

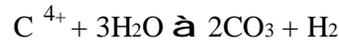
Pengaruh Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artetis

Karbon aktif sangat berpengaruh terhadap penurunan kesadahan karena sifat dari masing - masing bahan filter tersebut dapat menurunkan kesadahan. Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga pori - porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang dapat menghilangkan partikel – partikel dalam air dan menurunkan tingkat kesadahan. Karbon aktif disini yang digunakan adalah tempurung kelapa. Karbon aktif merupakan karbon yang akan membentuk (*amorf*), yang sebagian besar terdiri dari karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang baik.

Sedangkan karbon aktif granular ukuran diameter butirannya lebih besar dari 325 mesh. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa, dan kelebihan dari karbon aktif ini mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu antara 300 sampai 2000 m/gram. Luas permukaan yang luas disebabkan karbon mempunyai kemampuan menyerap gas dan uap atau zat yang berada didalam suatu larutan.

Sifat fisik karbon aktif yang dihasilkan tergantung pada kekuatan daya tarik molekul penjerap maka terjadi proses absorpsi dari bahan yang digunakan, misalnya, tempurung kelapa menghasilkan arang yang lunak dan cocok untuk menjernihkan air, yaitu proses penyerapan zat - zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif, termasuk $CaCO_3$ yang menyebabkan kesadahan. Adsorpsi kimia adalah merupakan hasil interaksi kimia sangat bervariasi dan ikatan kimia sebenarnya tidak benar – benar terbentuk tetapi kekuatan adhesi yang terbentuk lebih kuat disbanding dengan daya ikat penyerap fisika. Panas adsorpsi kimia lebih besar disbanding dengan adsorpsi fisika ($\pm 10-100$ kkal/mol). Pada proses kimia tidak dapat balik (*inreversibel*) dikarenakan memerlukan energi untuk membentuk senyawa kimia baru pada permukaan adsorben sehingga proses balik juga diperlukan energi yang tinggi.

Kemampuan karbon aktif menyerap secara kimia adalah tersuspensinya kedalam air sampel sehingga karbon aktif yang tersuspensi berpengaruh terhadap pengikat ion Mg dan Ca. Proses reaksi kimianya sebagai berikut:



Proses pertukaran ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} sangat cepat antara (20 – 30 menit), dengan terbentuknya endapan CaCO_3 atau MgCO_3 berarti air tersebut telah bebas dari ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} atau dengan kata lain air tersebut telah terbebas dari kesadahan.

Hasil perhitungan statistik dengan menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, menunjukkan nilai $p < 0,05$, berarti ada pengaruh ketebalan filter karbon aktif dengan ketebalan 60 cm, 70 cm dan 80 cm sebagai media filter terhadap penurunan kesadahan air sumur artetis dan penurunan kesadahan yang paling tinggi terjadi pada filter dengan ketebalan 80 cm. Ketebalan karbon aktif dengan ketebalan 80 cm disini terjadi penurunan yang lebih baik dari pada ketebalan 60 cm ataupun ketebalan 70 cm, karena karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi. Dalam penelitian ini hasil yang paling baik adalah ketebalan 80 cm yang mengalami penurunan kesadahan yang sangat baik sendiri, hal ini dikarenakan filtrasi yang digunakan sesuai dengan metode yang semakin tebal media maka hasil yang diperoleh akan semakin baik. Dalam penelitian disini kontrol juga sudah mengalami sedikit penurunan, hal ini disebabkan karena terjadi proses pengendapan, tetapi penurunannya belum bisa dikatakan efektif karena kesadahannya masih tinggi, sehingga lebih baik menggunakan metode dengan filtrasi karbon aktif dengan ketebalan 80 cm. Menurut hasil penelitian Sularso, bahwa semakin tebal media semakin bagus hasil yang di dapat sehingga apabila dengan susunan tersebut ditambah ketebalan medianya akan menurunkan lebih baik lagi.

SIMPULAN

Persentase penurunan kesadahan air sumur artetis setelah melewati filter karbon aktif yang tertinggi pada ketebalan 80cm (86%) sedangkan yang terendah pada filtrasi ketebalan 60cm (59%). Hasil uji *Kruskal-Wallis* diperoleh mean rank yang paling tinggi adalah 32.00 yaitu penurunan kesadahan yang paling efektif pada ketebalan filter 80cm (Mean Rank = 32). Ada Pengaruh ketebalan karbon aktif sebagai media filter terhadap penurunan kesadahan air sumur artetis ($p=0,000$).

REKOMENDASI

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 dengan karbon aktif dengan ketebalan filter 80 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 karbon aktif.

3. Kepada Peneliti Lain

Disarankan untuk meneliti tingkat kejenuhan filter, sehingga diketahui kapan karbon aktif harus diganti atau diregenerasi dibilas dengan aquades terlebih dahulu supaya partikel – partikel yang berada pada karbon aktif berkurang. Kelebihan dari karbon aktif adalah karbon aktif tempurung kelapa mempunyai daya serap (*absorbent*) yang tinggi, pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon aktif, proses berjalan dengan cepat karena ukuran karbonnya lebih besar, dan karbon aktif tidak tercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi

sehingga tingkat kekeruhannya bisa diserap oleh filtrasi dari ketebalan karbon aktif dengan hasil tanpa ada keruh pada air tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro Pratama. Air Bersih. <http://www.wiordpress.com>. Diakses 3 maret 2009.10:30 Sutrisno Totok, dkk. 2004. Tehnologi Pengolahan Air Bersih. Jakarta : Rineka Cipta. Hal 12-84.
- Amsyari, F. Penggunaan Karbon Aktif Dan Pemanfaatannya. 2006. <http://kampongmanik.multiply.com>. Diakses 3 maret 2009.10:00.
- Anwar Hadi. Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan. 2005. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Hal 22-35.
- Ari Seno. 2009. Hasil Pemeriksaan Laboratorium STIKES HAKLI Semarang.
- Bintoro. 2007. Penentuan Kesadahan Sementara dan Kesadahan Permanen. Hal 34-39.
- Indriati. 2002. Pengaruh ketebalan arang aktif Tempurung Kelapa Terhadap Penurunan Tingkat Kekeruhan Pada Sumur Gali. (Karya Ilmiah).UMS.
- IBSN. 2008. Air Sadah. <http://ekoph.wordpress.com>. Diakses Tanggal 2 Maret 2009, 10:00.
- Fardiaz, Srikandi. 2005. Polusi Air dan Udara. Kanisius. Yogyakarta. Hal 19-21.
- Kemas Ali Hanafi. 2003. Rancangan Percobaan, Teori dan Aplikasi, Edisi Ketiga. Jakarta : PT.Raja Grafindo Persada. Hal 33-56.
- Kelurahan Sendangguwo. Data Monografi Kelurahan Sendangguwo Tahun 2008. Kelurahan Sendangguwo, Semarang.
- KSM Mulya Tirta. Profil KSM Mulya Tirta dan Data Pengguna Air Artetis. KSMMulya Tirta, Semarang.2009.
- Moh, Nasir. Ph. D. 2005. Metode Penelitian. Bogor : Ghalia Indonesia Anggota IKAPI. Hal 224-239.
- Pitojo, Setijo. 2003. Deteksi Pencemaran Air Minum. Ungaran : CV. Aneka Ilmu. Hal 1-63.
- Suriawiria, Unus. 2005. Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Yang Sehat. Bandung : Alumni Press. Hal 23-30.
- Sutarmi, Studi Komparatif Kadar Kesadahan Antara Air Sumur Gali dengan Air Dari PMA di Desa Redisari Kecamatan Rowokele Kabupaten Kebumen. 2003, Karya Tulis Ilmiah, Poltekkes Semarang Jurusan Kesehatan Lingkungan, Purwokerto.
- Sularso, AD. 2000. 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.
- Suyitno, 2000. Pengkajian Hasil Penelitian Mineral Alam Zeolit dan Karbon Aktif 01 P2PLR Dalam Rangka Menuju Aplikasi. Pusat Pengembangan Pengelolaan Limbah Radioaktif. (Karya Ilmiah) UMS
- Sri Sumestri dan G Alaerts. Metode Penelitian Air. Surabaya. Usaha Nasional.2000.
- Waluyo, Lud. 2005. Mikrobiologi Lingkungan. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. Hal 129-155.