

“EFEKTIFITAS ARANG TEMPURUNG KELAPA (*Cocus nucifera*) DALAM MENURUNKAN KESADAHAN TOTAL PADA AIR”

Abdurrivai¹ Dan Elsafitri Muin Rayani²

^{1,2}Poltekkes Kemenkes Makassar
elsa_fitri96@yahoo.co.id

ABSTRACT

One of the chemical parameters in clean water requirements is water hardness. Hardness is a term used in water that contains cations that cause hardness. Generally, hardness is caused by the presence of metals or cations with valence of 2, such as Fe, Sr, Mn, Ca and Mg. The purpose of this research is to find out how effective the coconut shell charcoal is in reducing total hardness in water. The type of research conducted is True Experiment with Pretest - Posttest Group Design which is to compare the decrease in hardness of water before and after being treated with coconut shell charcoal media by using a combination of variations in thickness and contact time. Based on this research it is known that there is a relationship between thickness variation and contact time with a decrease in total hardness in water. With the result that is at a thickness of 10 cm using a time variation of 40, 50, and 60 minutes was obtained sequentially 7.82%, 11.25%, and 12.5%. As for the thickness of 20 cm with a variation of time of 40 minutes, 50 minutes, and 60 minutes, the results obtained are 8.75%, 13.76%, and 19.16% respectively. While at a thickness of 30 cm with a time of 40 minutes, 50 minutes, 60 minutes in a row the results are 22.05%, 27.08%, and 33.33%. The conclusion of this study is the variation in thickness and contact time of charcoal and hard water can reduce hardness. So that it can be an alternative in reducing hardness. For further researchers, it can use or combine other media so that the hardness filtration results can be a better decrease in hardness.

Keywords: Hardness, Coconut Shell Charcoal, Thickness of Charcoal, Contact Time

ABSTRAK

Salah satu parameter kimia dalam persyaratan air bersih adalah kesadahan air. Kesadahan adalah istilah yang digunakan pada air yang mengandung kation penyebab kesadahan. Pada umumnya kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation – kation yang bervalensi 2, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana efektifitas arang tempurung kelapa dalam menurunkan kesadahan total pada air. Jenis penelitian yang dilakukan adalah *True Experiment* dengan rancangan *Pretest - Posttest Group Design* yaitu membandingkan penurunan kesadahan air sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan media arang tempurung kelapa dengan menggunakan kombinasi variasi ketebalan dan waktu kontak. Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa terdapat hubungan antara variasi ketebalan dan kontak waktu dengan penurunan kesadahan total pada air. Dengan hasil yaitu pada ketebalan 10 cm dengan menggunakan variasi waktu 40, 50, dan 60 menit diperoleh secara berurut 7.82%, 11.25% dan 12.5%. Adapun pada ketebalan 20 cm dengan variasi waktu 40 menit, 50 menit, dan 60 menit diperoleh hasil secara berurut 8.75%, 13.76% dan 19.16%. Sedangkan pada ketebalan 30 cm dengan waktu 40 menit, 50 menit, 60 menit secara berurut diperoleh hasil 22.05%, 27.08% dan 33.33%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah variasi ketebalan dan waktu kontak arang dan air sadah mampu menurunkan Kesadahan. Sehingga dapat menjadi salah satu alternatif dalam menurunkan kesadahan. Bagi peneliti selanjutnya dapat menggunakan atau mengkombinasikan media yang lain sehingga hasil filtrasi kesadahan dapat terjadi penurunan kesadahan yang lebih baik.

Kata Kunci : Kesadahan, Arang Tempurung Kelapa, Ketebalan Arang, Waktu Kontak

PENDAHULUAN

Salah satu parameter kimia dalam persyaratan air bersih adalah kesadahan air. Kesadahan adalah istilah yang digunakan pada air yang mengandung kation penyebab kesadahan. Pada umumnya kesadahan disebabkan oleh adanya logam-logam atau kation – kation yang bervalensi 2, seperti Fe, Sr, Mn, Ca dan Mg.

Menurut *Peraturan Menteri Kesehatan No.32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, Dan Pemandian Umum*, batas maksimum kesadahan yang diperbolehkan adalah 500 mg/l.

Menurut WHO, air yang bersifat sadah akan menimbulkan dampak terhadap kesehatan seperti penyumbatan darah jantung dan penyakit batu ginjal, di mana mengkonsumsi air dengan kadar kesadahan yang tinggi dapat menyebabkan penyakit gagal ginjal, serta

menyebabkan pergerakan pada peralatan memasak serta pemborosan dalam pemakaian sabun karena buih yang dihasilkan sedikit.

Salah satu cara pengolahan yang sering dan umum dilakukan untuk mengatasi kesadahan adalah filtrasi (penyaringan). Filtrasi atau penyaringan merupakan proses untuk menurunkan kesadahan dalam air dan yang berperan dalam penyaringan ini adalah medianya. Media yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan arang aktif, pasir kuarsa dan zeolit.

BAHAN DAN METODE

1. Lokasi Penelitian

Penelitian pengolahan air dengan karbon aktif arang tempurung kelapa dilakukan di Kampus Kesehatan Lingkungan dan pemeriksaan kesadahan air dilakukan di Laboratorium Kimia Kesehatan Lingkungan.

2. Desain Dan Variabel Penelitian

Dilakukan pengolahan untuk menurunkan kesadahan pada air tersebut dengan menggunakan media arang tempurung kelapa dan pengolahan yang dilakukan yaitu secara kimia. Sebelum dilakukan pengolahan arang tempurung kelapa yang akan digunakan sebagai media dalam penurunan kesadahan ini telah diaktifkan terlebih dahulu dan kemudian dilakukan pemeriksaan dengan variasi lama kontak. Setelah pemeriksaan telah dilakukan dengan cara kimia kita akan mengetahui apakah dengan media arang tempurung kelapa dengan variasi ketebalan dan lama kontak efektif menurunkan kesadahan atau tidak.

Variabel Bebas adalah variabel yang akan diteliti variasi lama kontak arang tempurung kelapa sebagai adsorben selama 40 menit, 50 menit, 60 menit dengan ketebalan 10,cm, 20 cm, dan 30 cm. *Variabel Terikat* adalah variabel yang diduga terpengaruh oleh variabel bebas, dalam hal ini yang menjadi objek penelitian yaitu penurunan kesadahan total pada air. *Variabel Pengganggu* adalah variabel yang akan di ukur tetapi tidak diteliti yaitu pH dan suhu.

3. Populasi dan Sampel

Pada penelitian ini, air yang digunakan adalah air rekayasa, yaitu air bersih yang diberi tambahan kapur agar tingkat kesadahannya melebihi ambang batas. Adapaun kesadahan awal pada sampel yaitu : 87.808 mg/l.

4. Pengumpulan data

Data Primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan penelitian dan berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium yang telah dilakukan. Dengan data ini dapat diketahui efektifitas arang tempurung kelapa menurunkan kesadahan total. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari berbagai referensi baik jurnal, skripsi, buku, dan literatur serta penelusuran secara online yang dianggap dapat mendukung teori, serta memiliki keterkaitan dengan penelitian.

5. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisa data yang digunakan adalah data yang telah diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium dan dianalisa secara deskriptif komparatif digunakan untuk mencari persentasi penurunan kesadahan air. Kemudian menggunakan uji statistik parametris dengan *uji analisis varian 2 arah (Two Way Anova)*. Untuk mengetahui apakah ada

hubungan penurunan kesadahan total pada air dengan karbon aktif arang tempurung kelapa. Hasil dimasukkan dalam tabel, dan kemudian diuraikan dalam bentuk narasi dan dibuatkan kesimpulan.

Hasil

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen, dengan sampel air yang berasal dari air sumur yang telah direkayasa dengan penambahan bahan kapur. Sampel penelitian ini berjumlah 28 sampel, dimana 1 sampel awal, dan masing-masing 9 sampel pada penyaringan pertama, replikasi 1 dan replikasi 2. Dari penelitian yang telah dilakukan di peroleh hasil sebagai berikut.

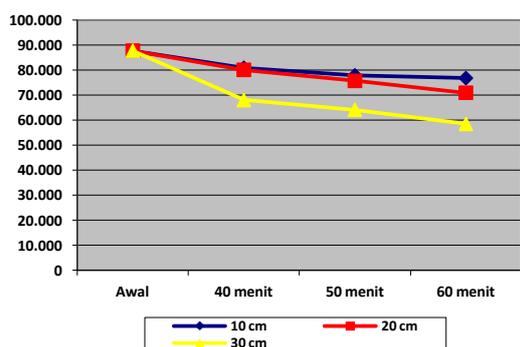
Dari tabel diatas maka, diketahui bahwa rata-rata penurunan tertinggi sebesar 33.33% atau 58.538 mg/l dengan ketebalan 30 cm dan waktu kontak 60 menit. Dan penurunan terendah yaitu sebesar 80.940 mg/l atau dengan perentase 7.82% dengan ketebalan 10 cm dan waktu kontak 40 menit.

Adapun grafik penurunan kadar kesadahan total pada air setelah melalui penyaringan dengan variasi ketebalan dan kontak waktu.

Hasil Penurunan Kesadahan Total Menggunakan Arang Tempurung Kelapa Dengan Variasi Ketebalan Dan Waktu

Ketebalan	Awal	Waktu					
		40 me nit	%	50 me nit	%	60 me nit	%
Awal	87.808 mg/l						
10 cm		80.940 mg/l	7.82%	77.928 mg/l	11.25%	76.831 mg/l	12.5%
20 cm		80.124 mg/l	8.75%	75.730 mg/l	13.76%	70.978 mg/l	19.16%
30 cm		68.051 mg/l	22.5%	64.026 mg/l	27.08%	58.538 mg/l	33.33%

Grafik Penurunan Kesadahan Total Setelah Penyaringan Dengan Variasi Ketebalan Dan Kontak Waktu



Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa penurunan yang paling besar terjadi pada ketebalan 30 cm dengan kontak waktu 60 menit. Dan penurunan paling kecil atau sedikit terjadi pada ketebalan 10 cm dan waktu 40 menit.

Adapun untuk memperkuat hasil penurunan di atas maka dilakukan Uji statistik yaitu Uji Anova Dua Arah (Two Way Anova). Adapun hasil uji statistik anova dua arah di peroleh hasil sebagai berikut :

Ketebalan arang dan waktu secara bersama-sama berpengaruh terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.000 < 0.05$ artinya terdapat pengaruh yang signifikan dalam penurunan kesadahan.

Variasi ketebalan arang terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.000 < 0.05$ artinya terdapat pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kesadahan.

Waktu kontak terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.000 < 0.05$ artinya terdapat pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kesadahan.

Interaksi Ketebalan* Waktu terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.418 > 0.05$ artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kesadahan.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian kesadahan total dengan replikasi 3 kali yang dapat dilihat pada tabel 5.1 menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan sampel awal untuk kadar kesadahan total adalah 87.808 mg/l. Dan setelah dilakukan pengolahan dengan metode filtrasi dengan media arang tempurung kelapa dengan variasi ketebalan dan waktu menunjukkan penurunan paling besar adalah pada ketebalan 30 cm dan kontak waktu 60 menit. Dengan jumlah penurunan sebesar 58.538 mg/l atau dengan persentase 33,33%. Dan penurunan paling rendah adalah 80.940 mg/l dengan persentase 7,82%.

Pada ketebalan 10 cm dengan waktu kontak 40 menit terjadi penurunan kadar kesadahan dengan jumlah 80.940 mg/l dengan persentase 7,28%. Sedangkan pada waktu 50 menit terjadi penurunan sebesar 77.928 mg/l dengan persentase 11,25%. Dan pada 60 menit memiliki penurunan sebesar 12,5%.

Adapun pada ketebalan 20 cm dengan waktu selama 40 menit diketahui terjadi penurunan sebesar 80.124 mg/l dengan persentase 8.75%. Pada waktu 50 menit memiliki penurunan sebesar 75.730 mg/l dengan persentase 13.76%. Dan waktu 60 menit terjadi penurunan sebesar 70.978 mg/l atau 19.16%.

Pada ketebalan arang 30 cm dengan waktu selama 40 menit diperoleh hasil penurunan 68.051 mg/l atau 22.5% dan pada waktu 50 menit terjadi penurunan sebesar 64.026 dengan persentase 27.08%. dan pada waktu selama 60 menit terjadi penurunan yaitu 58.538 mg/l atau dengan persentase 33.33%. Untuk memperjelas gambaran besar penurunan maka dapat dilihat pada grafik 5.1 yaitu grafik penurunan kesadahan total dengan variasi ketebalan dan waktu.

Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa variasi ketebalan arang tempurung kelapa dan kontak waktu dikatakan tidak efektif karena hanya mampu menurunkan sebanyak 33.33% yang paling tinggi. Jika menggunakan Skala Guttman, maka minimal besar penurunan kesadahan adalah $>50\%$ hingga dapat dikatakan efektif. Pada sampel yang digunakan memiliki kadar awal yang besar yaitu 87.808 mg/l. Sehingga penurunan 33.33% hanya mampu menurunkan hingga 58.538 mg/l. Tidak sesuai pula dengan Permenkes 32 Tahun 2017 dengan standar kesadahan 500 mg/l karena sampel awal yang terlalu tinggi.

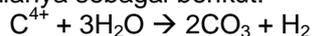
Dari penelitian ini pula dapat dilihat bahwa dengan variasi ketebalan dan waktu yang berbeda memberikan hasil penurunan yang berbeda pula. Semakin tebal dan lama waktu kontak air dan arang tempurung kelapa maka semakin besar pula tingkat penurunan kesadahan total. Hal ini dikarenakan semakin tebal media dan semakin lama waktu kontak air dan arang maka semakin besar pula kemampuan media dalam menurunkan kesadahan.

Arang aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian arang aktif mempunyai daya serap yang dapat menghilangkan partikel-partikel dalam air dan menurunkan tingkat kesadahan. Arang aktif sangat efektif dalam menyerap zat terlarut dalam air baik organik maupun anorganik karena mempunyai luas permukaan yang sangat luas.(Nana Ristiana,2009)

Komponen penyusun kimiawi tempurung kelapa berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah seperti berikut: 74,3% karbon, 21,09% Oksigen, 0,2% Silika, 1,4% Kalium, 0,5% Sulfur, 1,7% Pospor menjadikannya bepeluang sebagai sumber bahan bakar dan sumber karbon aktif. (Esmar budi,2011)

Selain itu perlu dipahami mengenai sifat fisik dan kimia dari tempurung kelapa seperti bahan campuran (*moisture*), kerapatan, struktur morfologi dan termal. Perubahan tempurung kelapa menjadi arang dilakukan melalui proses pirolisis (pemanasan). Pada proses pirolisis unsur-unsur bukan karbon seperti hidrogen dan oksigen akan hilang hingga menyisakan sebanyak mungkin karbon dalam bahan.

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. 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 penelitian ini bertolak belakang dengan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Emmi Bujawati,dkk (2013). Dimana pada penelitian sebelumnya menggunakan media arang tempurung kelapa dengan variasi ketebalan 60 cm, 70 cm, dan 80 cm. Dengan hasil masing-masing 72,71%,16.03% dan 20,05%. Hasil ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin tebal arang dan lama kontak waktu maka diperoleh hasil yang lebih baik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ilhami arni(2013), pengaruh lama kontak karbon aktif terhadap penurunan kesadahan air sumur di Desa Kismoyoso, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Boyolali, yaitu bahwa semakin lama kontak waktu dan semakin tebal arang maka terjadi penurunan yang besar pula. Dengan menggunakan variasi waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit diperoleh hasil 23.25%, 35.85% dan 54.37%. Maka hasil penelitian ini sejalan.

Penelitian lainnya yaitu keefektifan ketebalan kombinasi zeolit dengan arang aktif dalam menurunkan kadar kesadahan air sumur di Karang Tengah Weru Kabupaten Sukoharjo oleh Nana ristiana, dkk(2009). Hasil penelitian ini yaitu pada ketebalan 60 cm sebesar 71.54%, pada ketebalan media 70 cm diperoleh hasil 94.36% dan pada ketebalan 80 cm dengan hasil 92,3%.

Dalam melakukan penelitian ini, sampel air yang digunakan merupakan air sumur gali yang selanjutnya ditambahkan kapur sehingga memiliki kadar kesadahan atau biasa disebut dengan sampel rekayasa. Adapun metode penyaringan yang digunakan adalah metode *up flow*. *Up Flow* adalah proses filtrasi dari bawah ke atas pada media filtasi. Dengan sistem penyaringan dari arah bawah ke atas memiliki kelebihan jika saringan telah jenuh atau buntu, dapat dilakukan pencucian balik dnegan cara membuka kran penguras. Dengan adanya pengurasan ini, air bersih yang berada di atas lapisan teratas dapat berfungsi sebagai air pencuci media penyaringan (*back wash*). Dengan demikian pencucian media penyaring pada saringan pasir lambat *Up Flow* tersebut dilakukan tanpa mengeluarkan atau mengeruk media filter.

Penelitian ini dilakukan selama satu minggu dimana untuk membakar arang tempurung kelapa dilakukan selama 2 hari berturut, proses perakitan alat 1 hari dan filtrasi selama 1 dan pemeriksaan kesadahan selama 1 hari.

Adapun uji statistik yang digunakan adalah uji anova dua arah (*Two Way Anova*). Uji anova dua arah atau anova dua jalur digunakan untuk menguji hipotesis perbandingan lebih dari dua sampel dan setiap sampel terdiri atas 2 jenis atau lebih secara bersama-sama.

Berdasarkan hasil uji statistik yaitu *Two Way Anova*, diperoleh hasil yang tertera pada tabel 5.2 menunjukkan hasil bahwa pengaruh ketebalan dan waktu secara bersama-sama terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.000 < 0.05$ artinya terdapat pengaruh yang signifikan. Sedangkan pengaruh ketebalan terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.000 < 0.05$ artinya terdapat pengaruh yang signifikan. Dan pengaruh waktu terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.000 < 0.05$ artinya terdapat pengaruh yang signifikan. Serta interaksi ketebalan* waktu terhadap penurunan kesadahan dengan nilai sig. $0.418 > 0.05$ artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Maka dapat diketahui bahwa faktor ketebalan dan waktu memiliki nilai signifikan $0.000 < 0.05$ artinya hipotesis H_0 ditolak dan

Ha diterima yaitu terdapat pengaruh yang signifikan yang terjadi antara variasi ketebalan arang dan waktu kontak terhadap penurunan kesadahan total pada air. Meskipun memiliki pengaruh yang signifikan tetapi interaksi antara ketebalan dan waktu tersebut tidak memberikan perbedaan penurunan hasil yang signifikan, Artinya perbedaan penurunan tidak jauh berbeda setiap variasi ketebalan arang dan waktu kontak.

Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perbedaan ketebalan media dan waktu kontak yang digunakan tidak efektif menurunkan kesadahan total pada air dengan rincian sebagai berikut :

- a. Penurunan kesadahan total pada air dengan ketebalan arang 10 cm dengan waktu kontak 40 menit adalah sebesar 7.82%, sedangkan waktu kontak 50

menit sebesar 11.25% dan pada waktu kontak 60 menit sebesar 12.5%

- b. Penurunan kesadahan total pada air dengan ketebalan arang 20 cm dengan waktu kontak 40 menit adalah sebesar 8.75%, sedangkan waktu kontak 50 menit sebesar 13.76% dan pada waktu kontak 60 menit 19.16%
- c. Penurunan kesadahan total pada air dengan ketebalan arang 30 cm dengan waktu kontak 40 menit adalah sebesar 22.5%, sedangkan waktu kontak 50 menit sebesar 27.08% dan pada waktu kontak 60 menit 33.33%

2. Saran

Penggunaan media arang tempurung kelapa hendaknya dipakai sebagai salah satu alternatif dalam menurunkan kesadahan pada air bersih karena bahan mudah ditemukan dan murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiana Sintari. 2015. *Kemampuan Batu Coral Dalam Menurunkan Kesadahan (CaCO₃)*. Makassar: Politeknik Kesehatan Makassar. (KTI Tidak dipublikasikan).
- Aliya D.R. *Mengenal Teknik Penjernihan Air*. Semarang : Penerbit Aneka Ilmu.
- Chasan S, Kusnadi. 2002. *Statistik Kesehatan*. Makassar : Politeknik Kesehatan Makassar.
- Emmy Bujawati, et al. 2013. *Pengaruh Ketebalan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Tingkat Kesadahan Air Di Wilayah Kerja Puskesmas Sudu Kabupaten Enrekang*. Jurnal Kesehatan Vol.1(Online).<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=445829&val=6399&title=PENGARUH%20KETEBALAN%20ARANG%20TEMPURUNG%20KELAPA%20TERHADAP%20TINGKAT%20KESADAHAN%20AIR%20DI%20WILAYAH%20KERJA%20PUSKESMAS%20SUDU%20KABUPATEN%20ENREKANG%20TAHUN%202013> Diakses pada 11 Desember 2017
- Esmar Budi, et al. 2013. *Sifat Thermal Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa*. Jurnal Seminar Nasional Fisika Vol.2 : 73-81
- Gilar S.2013. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator ZnCl₂ Dan Na₂CO₃ Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah*.(Online). <https://media.neliti.com/media/publications/149022-ID-pembuatan-karbon-aktif-dari-arang-tempur.pdf> Diakses pada 11 Desember 2017
- Hefni Effendi. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius.
- Ilhami Arni Lustiningrum. 2013. *Pengaruh Lama Kontak Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar Kesadahan Air Sumur Di Desa Kismoyoso Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali*. (Online). http://eprints.ums.ac.id/27239/16/02._JURNAL_PUBLIKASI.pdf Diakses pada 20 Desember 2017.
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta : Penebar Swadaya.

- Mifbakhuddin.2010. *Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Arteti*. Jurnal Eksplanasi Vol.5 (2). Online). www.kopertis6.or.id Diakses pada 9 Januari 2018.
- Mirham Mauluddin.2015. *Studi Kualitas Air Sumur Daerah Sekitar Muara Sungai Tallo Dan Potensi Pemanfaatnya Sebagai Sumber Air Masyarakat* (Skripsi). Makassar :Universitas Hasanuddin
- Nana Ristiana, et al. 2009. *Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit Dengan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur Di Karangtengah Weru Kabupaten Sukoharjo*.(Online). www.ums.ac.id Diakses pada 20 Desember 2017.
- Republik Indonesia.2017. *Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan pemandian Umum*.
- Riduwan. 2015. *Dasar-Dasar Statistik*. Bandung : Alfabeta
- Srikandi Fardiaz. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius
- Sugiharto. 1983. *Penyediaan Air Bersih Bagi Masyarakat*. Jakarta : Sekolah Pembantu Penilik Kesehatan.
- Suhartana.2006. *Pemanfaatan Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Baku Arang Aktif Dan Aplikasinya Untuk Penjernihan Air Sumur Di Desa Belor Kecamatan Ngarangan Kabupaten Grobogan*. Jurnal Berkala Fisika Vol 9 (3) : 154 - 161
- Sujana Alamsyah.2007. *Merakit Sendiri Alat Penjernih Air Untuk Rumah Tangga*. Jakarta Selatan:Kawan Pustaka.
- Sumadi Suryabrata. 2011. *Metodolgi Penelitian*. Jakarta : PT.Raja Grafindo Persada.