

EFEKTIVITAS VARIASI UKURAN MEDIA ARANG AKTIF DAN ZEOLIT TERHADAP PENURUNAN KADAR BESI (Fe) PADA AIR SUMUR

THE EFFECTIVENESS OF THE SIZE VARIATION ACTIVATED CHARCOAL AND ZEOLITE TO REDUCE IRON (Fe) IN THE WELL WATER

Hanifah Khulsum, Agnes Fitria W, Suratman
Jurusan Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan
Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRACT

Consumed water must be free from hazardous and toxic chemicals. The preliminary test showed that Fe of well water was 5.25 mg/l. Fe-contained well water must be processed zeolite and activated charcoal to decrease Fe in water. The purpose of this research was to find out the effectiveness of the size variation of zeolite and activated charcoal to decrease Fe of the well water in Desa Kebasen. The type of this research was quasi experiment, pretest posttest control group design with a completely randomized design (CRD). Samples was 56 samples of well water contained Fe > 1 mg/l which chosen by random sampling method. The intervention in this research used 80, 100, and 120 mesh of zeolite and activated charcoal with 4 times repetitions for each treatment. The data analysis used normality test with Shapiro Wilk, Kruskal Wallis test, and Mann Whitney test. There was an average difference of Fe content before and after treatment used 80, 100, and 120 mesh of activated charcoal. There was an average difference of Fe content before and after treatment used 80, 100, and 120 mesh of zeolite. The 100 mesh zeolite was most effective at lowered Fe of well water in Desa Kebasen by 93.86%.

Keywords : Fe, Zeolite, Activated charcoal, Adsorption.

ABSTRAK

Air yang dikonsumsi harus bebas dari bahan kimia berbahaya dan beracun. Uji pendahuluan menunjukkan bahwa Fe air sumur adalah 5,25 mg / l. Air sumur yang mengandung Fe harus diproses zeolit dan arang aktif untuk menurunkan Fe dalam air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan variasi ukuran zeolit dan arang aktif untuk menurunkan Fe air sumur di Desa Kebasen. Jenis penelitian ini adalah quasi experiment, desain pretest posttest control group dengan rancangan acak lengkap (RAL). Sampel sebanyak 56 sampel air sumur mengandung Fe > 1 mg / l yang dipilih dengan metode random sampling. Intervensi dalam penelitian ini menggunakan 80, 100, dan 120 mesh zeolit dan arang aktif dengan 4 kali pengulangan untuk setiap perlakuan. Analisis data menggunakan uji normalitas dengan Shapiro Wilk, uji Kruskal Wallis, dan uji Mann Whitney. Ada perbedaan rata-rata kandungan Fe sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan arang aktif 80, 100, dan 120 mesh. Ada perbedaan rata-rata kandungan Fe sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan 80, 100, dan 120 mesh zeolit. Zeolit 100 mesh paling efektif menurunkan Fe air sumur di Desa Kebasen sebesar 93,86%.

Kata kunci: Fe, Zeolite, Arang aktif, Absorpsi.

PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan manusia. Menurut Permenkes Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990, air bersih

adalah air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih dibutuhkan

untuk air minum, mandi, memasak, mencuci, dan sebagainya. Air yang digunakan harus terbebas dari kuman penyakit dan tidak mengandung bahan beracun (Hardjono dkk, 2013).

Salah satu bahan kimia yang sering terdapat di dalam air adalah Fe. Standar baku mutu kadar Fe dalam air untuk keperluan higiene sanitasi menurut Permenkes Nomor 32 Tahun 2017 dan menurut Permenkes Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 maksimal yaitu 1 mg/L. Menurut Putri dan Ririh (2013), keluhan kesehatan akibat terpapar Fe antara lain badan mudah terasa lelah, mual, muntah, nyeri perut dan diare. Sebelum dikonsumsi, air yang mengandung logam Fe harus diolah terlebih dahulu. Salah satu pengolahan air untuk menurunkan kadar Fe adalah dengan metode adsorpsi. menggunakan adsorben, yaitu zeolit alam dan arang aktif (Suyanta, 2015).

Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil

atau sesuai dengan rongganya. Penelitian Hasni, dkk (2015) yang menggunakan zeolit alam dengan ukuran 40, 60, 80, dan 100 mesh menunjukkan bahwa zeolit alam teraktivasi berukuran 100 mesh memberikan hasil maksimum dengan persentase penurunan sebesar 58,50%.

Arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben yang dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan (Nugroho, 2013). Penelitian Sahliah, dkk (2017) menunjukkan bahwa rata-rata persentase penurunan kadar Fe yang paling efektif adalah menggunakan *Powder Activated Carbon* 80 mesh dengan persentase penurunan 76,64 %.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah dilakukan di Desa Kebasen Kecamatan Kebasen Kabupaten Banyumas Bulan Juni 2018, didapatkan hasil uji pendahuluan kadar Fe sebesar 5,25 mg/l. Hasil tersebut telah melebihi NAB yang diatur dalam Permenkes Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990

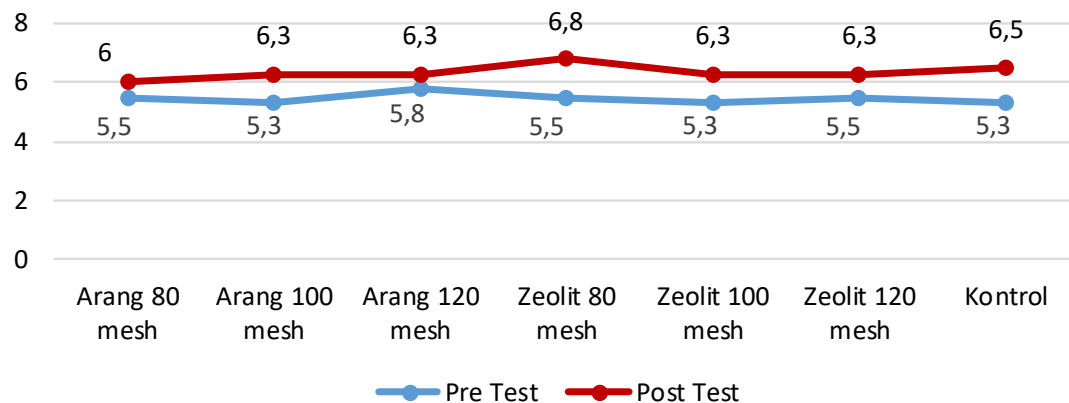
tentang Persyaratan Kualitas Air Bersih sebesar 1,0 mg/l. Berdasarkan hasil tersebut, peneliti ingin mengetahui efektivitas variasi ukuran media arang aktif dan zeolit 80 mesh, 100 mesh, dan 120 mesh dengan waktu kontak 30 menit dan kecepatan pengadukan 90 rpm terhadap penurunan kadar besi (Fe) pada air sumur.

METODE

Jenis penelitian ini adalah *quasi experiment, pretest posttest*

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Air



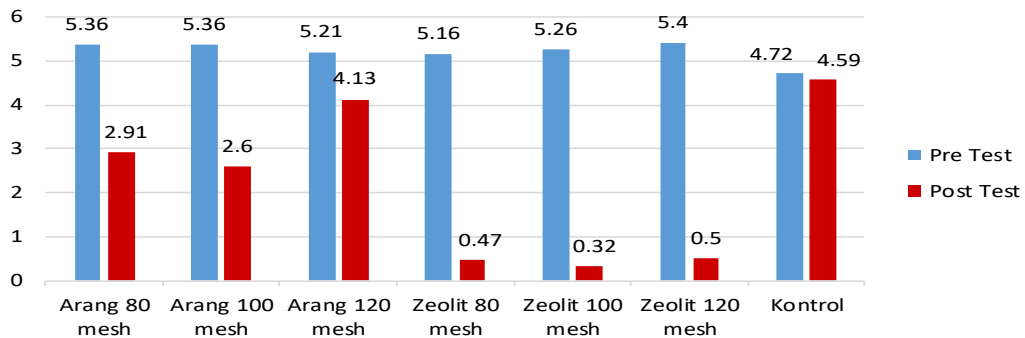
Gambar 1. Rata-rata Suhu Air

Gambar 1. menunjukkan rata-rata suhu air pada masing-masing perlakuan dan kontrol. Rata-rata suhu *pre-test* tertinggi adalah pada

control group design dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Sampel penelitian berjumlah 56 sampel air sumur yang mengandung Fe > 1 mg/L yang dipilih dengan metode *random sampling*. Perlakuan penelitian ini menggunakan arang aktif dan zeolit ukuran 80, 100, dan 120 mesh dengan 4 kali pengulangan untuk masing-masing perlakuan. Analisis data menggunakan uji normalitas dengan *Saphiro Wilk*, uji *Kruskal Wallis* dan uji *Mann Whitney*.

kelompok perlakuan media zeolit 80 mesh sebesar 27,8°C. Rata-rata suhu *post-test* tertinggi adalah pada kelompok

perlakuan media zeolit 120 mesh sebesar 30,3°C.

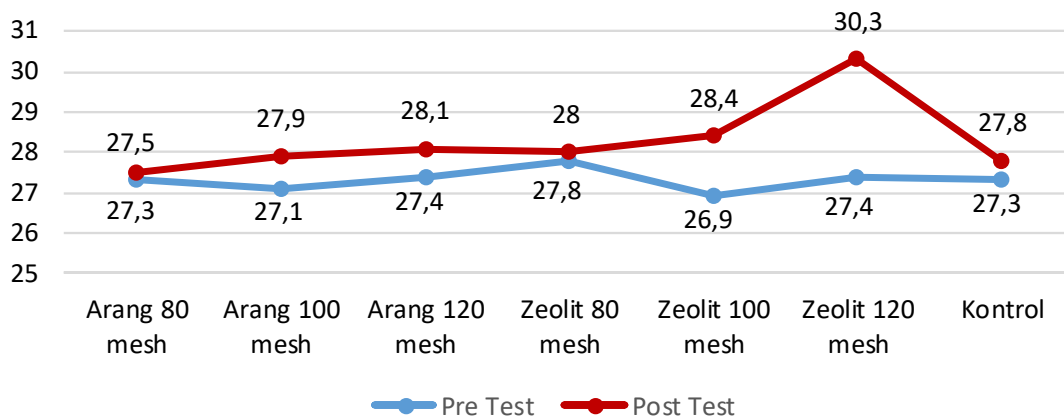


Gambar 2. Rata-rata pH Air

Gambar 2. menunjukkan rata-rata pH air. Rata-rata pH *pre-test* tertinggi adalah pada kelompok perlakuan dengan media arang 120

mesh sebesar 5,8. Rata-rata pH *post-test* tertinggi adalah pada kelompok perlakuan dengan media zeolit 80 mesh sebesar 6,8.

2. Hasil Pengukuran Kadar Besi (Fe)



Gambar 3. Grafik rata-rata pengukuran Fe kelompok perlakuan dan kontrol

Gambar 3 menunjukkan hasil rata-rata pengukuran kadar besi (Fe) pada kelompok perlakuan dan kontrol. Rata-rata kadar besi (Fe) tertinggi sesudah perlakuan (*posttest*) yaitu 4,59 mg/L pada kelompok

kontrol dan rata-rata Fe terendah sesudah perlakuan (*posttest*) yaitu 0,32 mg/L pada kelompok perlakuan menggunakan media zeolit ukuran 100 mesh

3. Efektivitas Pengolahan

Tabel 1. Hasil Persentase Efektivitas Penurunan Kadar Fe

Perlakuan	Efektivitas				Rata-rata
	Pengulangan				
	1	2	3	4	
Arang 80 mesh	20,37%	17,33%	72,08%	71,66%	45,66%
Arang 100 mesh	62,63%	46,79%	48,51%	46,51%	51,40%
Arang 120 mesh	15,31%	21,04	19,65%	26,85%	20,61%
Zeolit 80 mesh	83,86%	97,98%	87,10%	94,78%	90,99%
Zeolit 100 mesh	90,99%	95,67%	94,00%	94,85%	93,86%
Zeolit 120 mesh	82,52%	91,27%	92,42%	96,91%	90,83%
Kontrol	4,26%	2,92%	0,87%	2,94%	2,76%

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan efektivitas tertinggi sebesar 97,98% pada kelompok perlakuan dengan media zeolit 80 mesh. Sedangkan efektivitas terendah sebesar 0,87% pada kelompok kontrol. Rata-rata

efektivitas tertinggi sebesar 93,86% pada kelompok perlakuan dengan media zeolit 100 mesh dan efektivitas terendah terdapat pada kelompok kontrol dengan rata-rata efektivitas sebesar 2,76%.

4. Perbandingan Kadar Besi (Fe) Setelah Perlakuan dengan Baku Mutu Air Bersih

Tabel 2. Rata-rata Kadar Fe *Post-test* dengan Baku Mutu

Perlakuan	Rata-rata Kadar Fe	Baku Mutu
Arang Aktif 80 mesh	2,91 mg/L	1 mg/L
Arang Aktif 100 mesh	2,60 mg/L	1 mg/L
Arang Aktif 120 mesh	4,13 mg/L	1 mg/L
Zeolit 80 mesh	0,47 mg/L	1 mg/L
Zeolit 100 mesh	0,32 mg/L	1 mg/L
Zeolit 120 mesh	0,50 mg/L	1 mg/L
Kontrol	4,59 mg/L	1 mg/L

Tabel 2 menunjukkan hasil rata-rata kadar besi (Fe) sesudah perlakuan dibandingkan dengan baku mutu air bersih. Berdasarkan hasil pengukuran dapat diketahui bahwa rata-rata kadar besi (Fe) tertinggi *post-test* yaitu pada kelompok kontrol sebesar 4,59 mg/L dan rata-rata kadar besi (Fe) terendah *posttest* yaitu pada kelompok perlakuan dengan media zeolit 100 mesh sebesar 0,32 mg/L. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan

menggunakan media zeolit 80 mesh, zeolit 100 mesh, dan zeolit 120 mesh sudah memenuhi standar baku mutu air bersih sesuai Permenkes RI No. 416 Tahun 1990.

5. Hasil Analisis Statistik

a. Uji Normalitas Kelompok Perlakuan dan Kelompok Kontrol

Uji normalitas yang digunakan adalah uji *Saphiro Wilk*. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas

Perlakuan	p-value	Keterangan
Arang 80 mesh	0,045	Data berdistribusi tidak normal
Arang 100 mesh	0,020	Data berdistribusi tidak normal
Arang 120 mesh	0,897	Data berdistribusi normal
Zeolit 80 mesh	0,615	Data berdistribusi normal
Zeolit 100 mesh	0,437	Data berdistribusi normal
Zeolit 120 mesh	0,622	Data berdistribusi normal
Kontrol	0,570	Data berdistribusi normal

Tabel 3 menunjukkan hasil uji *Saphiro Wilk* terdapat kelompok perlakuan arang aktif 80 mesh dan kelompok perlakuan arang aktif 100 mesh yang tidak berdistribusi normal yaitu nilai $p \leq 0,05$. Uji lanjut yang

digunakan untuk mengetahui pengaruh media arang aktif dan zeolit dalam menurunkan kadar Fe air sumur adalah uji *Kruskal Wallis*.

b. Hasil Uji *Kruskal Wallis*

Tabel 4. Uji *Kruskal Wallis*

Uji	p-value	Keterangan
<i>Kruskal Wallis</i>	0,001	Ho ditolak

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil dari uji *Kruskal Wallis* yang didapat yaitu nilai $p \leq 0,05$. Hal ini berarti Ho ditolak, sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan *Mean Rank* efektivitas antara kelompok perlakuan dan kontrol.

Tabel 5. *Mean Rank* efektivitas perlakuan

Perlakuan	<i>Mean Rank</i>
Arang 80 mesh	11,25
Arang 100 mesh	12,50
Arang 120 mesh	7,75
Zeolit 80 mesh	22,25
Zeolit 100 mesh	23,50
Zeolit 120 mesh	21,75
Kontrol	2,50

Tabel 5 menunjukkan bahwa *Mean Rank* efektivitas kelompok perlakuan yang paling baik dalam menurunkan Fe air sumur adalah perlakuan menggunakan media zeolit ukuran 100 mesh (23,50).

c. Hasil Uji *Mann Whitney*

Hasil Uji *Mann Whitney* dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Uji *Mann Whitney*

Perlakuan	p-value	Keterangan
Arang 80 mesh	0,021	Ada perbedaan
Arang 100 mesh	0,021	Ada perbedaan
Arang 120 mesh	0,021	Ada perbedaan
Zeolit 80 mesh	0,021	Ada perbedaan
Zeolit 100 mesh	0,021	Ada perbedaan
Zeolit 120 mesh	0,021	Ada perbedaan

Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil uji *Mann Whitney* adalah nilai $p < 0,05$ (H_0 ditolak), yang artinya terdapat perbedaan antara masing-masing kelompok perlakuan dengan kelompok kontrol dalam menurunkan kadar besi (Fe) air sumur.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kelompok perlakuan memiliki perbedaan yang cukup signifikan dibandingkan dengan kelompok kontrol. Variasi media zeolit 100 mesh adalah variasi ukuran adsorben yang paling efektif dengan rata-rata efektivitas penurunan sebesar 93,86%. Zeolit memiliki muatan negatif akibat keberadaan atom Aluminium (Al) didalamnya, muatan negatif ini yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation-kation pada air seperti Fe yang terkandung pada air sumur (Kusnaedi, 2010). Hal ini sejalan dengan penelitian Mirwan dan Hesti (2013) dalam menurunkan kadar ion Fe air tanah menggunakan zeolit dengan ukuran adsorben 100 mesh didapatkan hasil sebesar 92,73% dan juga sejalan dengan penelitian Khimayah (2015) bahwa zeolit yang paling efisien untuk

menurunkan kadar besi (Fe) air sumur adalah zeolit dengan ukuran 100 mesh dengan efektivitas sebesar 86,73%.

Variasi ukuran media zeolit 100 mesh lebih tinggi menyerap ion Fe dibanding ukuran media zeolit 80 mesh dikarenakan ukuran butiran zeolit mempengaruhi proses adsorpsi, dimana selama proses adsorpsi diperlukan kontak antara counter ion dengan gugus ionik yang terikat pada zeolit. Semakin kecil atau halus ukuran butiran, semakin besar luas permukaan, yang berarti gugus ionik semakin terbuka, sehingga kapasitas zeolit untuk mengadsorpsi Fe semakin meningkat (Muchtari, 2015). Zeolit merupakan mineral yang memiliki rongga atau pori yang selektif dalam melakukan penyerapan. Arang memiliki pori-pori yang lebih besar daripada zeolit. Hal ini menyebabkan arang dapat melakukan filtrasi terhadap molekul yang bersifat non polar. Pori-pori yang dimiliki zeolit lebih kecil sehingga dapat melakukan penyerapan terhadap molekul polar, seperti Fe. Kedua sifat mineral dan mineraloid yang cenderung berbeda ini merupakan kombinasi yang bagus

untuk melakukan penyerapan terhadap air (Utama, dkk, 2017).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada variasi ukuran media zeolit 120 mesh dan arang aktif 120 mesh mengalami penurunan efektivitas penyerapan ion Fe. Hal ini terjadi karena dengan bertambahnya waktu kontak maka kecepatan penurunan konsentrasi besi akan berkurang dan akhirnya akan stabil dan pada saat inilah terjadi kesetimbangan sehingga zeolit alam dan/atau arang aktif sudah jenuh dan perlu dilakukan regenerasi (Yoesoef, dkk, 2013).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada media arang aktif 100 mesh merupakan variasi ukuran adsorben yang paling efektif dibandingkan dengan arang aktif ukuran 80mesh dan 120 mesh dengan rata-rata efektivitas penurunan sebesar 55,37%. Hal ini sejalan dengan penelitian Prabarini dan Okayadnya (2013) bahwa dalam menurunkan kadar Fe menggunakan karbon aktif dengan ukuran adsorben 100 mesh didapatkan hasil sebesar 55,37%. Arang aktif tempurung kelapa mengandung selulosa yang cukup banyak dan jika dilihat dari

strukturnya, selulosa mempunyai potensi yang cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap karena gugus -OH yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada permukaan dengan ion logam Fe yang bermuatan positif (kation) merupakan mekanisme pertukaran ion (Nurhayati dan Sutrisno, 2011).

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa pada variasi ukuran media arang aktif 120 mesh mengalami penurunan efektivitas, karena pori-pori karbon aktif mempunyai bentuk dan ukuran yang bervariasi dan tidak teratur ukurannya berkisar antara 10-10000Å. Pori-pori ini dapat menangkap dan menjerat partikel-partikel sangat halus (molekul). Semakin banyaknya zat-zat yang di adsorpsi maka pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh sehingga karbon aktif tidak akan berfungsi kembali (Tjokrokusumo, 1995) dan juga pada ukuran media terbesar yaitu 120 mesh terjadi penurunan penyerapan logam Fe, hal ini karena karbon aktif cenderung menurun seiring

kecepatan pengadukan yang cepat sehingga karbon aktif menjadi cepat jenuh. Akibat dari media karbon aktif yang menjadi cepat jenuh, membuat kinerja karbon aktif menjadi lebih berat dalam menyerap Fe dan hasilnya menjadi kurang efektif (Purwonugroho, 2013).

SIMPULAN DAN SARAN

Ada perbedaan efektivitas penurunan kadar Fe menggunakan media arang aktif 80 mesh (45,66%), arang aktif 100 mesh (51,40%), arang aktif 120 mesh (20,61%), zeolit 80 mesh (90,99%), zeolit 100 mesh (93,86%), dan zeolit 120 mesh (90,83%) dibandingkan dengan kontrol. Media yang paling efektif dalam menurunkan kadar Fe air sumur adalah media zeolit 100 mesh dengan efektivitas media sebesar 93,86%. Kadar Fe air sumur setelah pemberian media zeolit 80 mesh, 100 mesh, dan 120 mesh telah memenuhi Standar Baku Mutu Air Bersih Permenkes No. 416 Tahun 1990.

Masyarakat dapat menggunakan media zeolit ukuran 100 mesh sebagai alternatif pengolahan air bersih dengan metode adsorpsi untuk menurunkan kadar

besi air sumur, bagi institusi terkait diharapkan melakukan penyuluhan kesehatan kepada masyarakat mengenai dampak kandungan logam berat dalam air dan cara pengolahan air tersebut untuk menurunkan kandungan logam terutama logam Fe, dan bagi peneliti lain perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi waktu dan lama kontak adsorben dengan air yang mengandung Fe dan homogenisasi pH dan suhu sebelum penelitian dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardjono, Nuraini, D. A. dan Christine S. W. 2013. Model Pengelolaan Air Bersih Desa di Bantul Yogyakarta. *Jurnal Komunitas*, 5 (2) : 185-196.
- Hasni, Nasrul A. dan Sri M. 2015. Penyisihan Fe dalam Air Tanah Menggunakan Zeolit Alam Banda Aceh Teraktivasi. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 10 (3), 142-147.
- Khimayah. 2015. Variasi Diameter Zeolit Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) Pada Air Sumur Gali (Studi Kasus Pada Sumur Gali Desa Lodoyong Kecamatan Ambarawa Kabupaten Semarang). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3 (1), ISSN: 2356-3346.
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Mirwan, Agus., dan Hesti Wijayanti. 2013. Penurunan Ion Fe dan Mn Air Tanah Kota Banjarbaru Menggunakan Zeolit sebagai Adsorben. *INFOTEKNIK*. 12 (1) : 57-64.
- Muchtar, Rusvirman. 2015. Penurunan Kandungan Fosfat dalam Air dengan Zeolit. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 4 (1) : 36-42.

- Nugroho, W. dan Purwoto S. 2013. Removal Klorida, TDS, dan Besi Pada Air Payau Melalui Penukaran Ion dan Filtrasi Campuran Zeolit Aktif dengan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Waktu*, 11 (1) : 47-59.
- Nurhayati, I, dan Sutrisno J. 2011. *Limbah Ampas Tebu sebagai Penyerap Logam Berat Pb*. Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Ramah Lingkungan Menuju Keberlanjutan Lingkungan Hidup. Surabaya.
- Prabarini, Nunik, dan DG Okayadnya. 2013. Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5 (2) : 33-41.
- Purwonugroho, Nasrudin., 2013. Keefektifan Kombinasi Media Filter Zeolit dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) pada Air Sumur. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 1 (1) : 6-17.
- Putri, TA, dan Yudhastuti Ririh. 2013. Kandungan Besi (Fe) pada Air Sumur dan Gangguan Kesehatan Masyarakat Disepanjang Sungai Porong Desa Tambak Kalisogo Kecamatan Jabon Sidoarjo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7 (1) : 64-70.
- Sahliah, Raharja M, dan Syarifudin. 2017. Kemampuan *Powder Activated Carbon* Dalam Menurunkan Kadar Besi Total Pada Air Sumur Bor Di Kecamatan Astambul Kabupaten Banjar Tahun 2016. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14 (1) : 439-447.
- Suyanta, Hanafi I.K, dan Bambang S. 2015. Pemisahan Ion Logam Ca Dan Fe Dalam Air Sumur Secara Kolom Adsorpsi Dengan Zeolit Alam Dan Karbon Aktif. *Jurnal Sains Dasar*, 4 (1) : 87-91.
- Tjokrokusumo, 1995, Pengantar Teknik Lingkungan, Yogyakarta: STTL, YLH.
- Utama, Mahestra Putra., Rahayu Kusdarwati., dan Adriana Monica S. 2017. Pengaruh Penggunaan Filtrasi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) Air Tambak Kecamatan Jabon Sidoarjo. *Journal of Marine and Coastal Science*, 6 (1) : 19-30.
- Yoesoef, Andi., Edi Mulyadi., dan Fierra Rahmawati. 2013. Penggunaan Zeolit Alam untuk Adsorpsi Ion Fe (II) dalam Air Tanah dengan Aktivasi Asam Nitrat. *Jurnal ENVIROTEK*. 9 (2) : 38-45.