

DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf11nk416>

Efektifitas Media Penukar Ion Zeolit Dan Ferolit Dalam Menurunkan Kadar Fe Air Sumur

Sri Mulyono

Poltekkes Kemenkes Jayapura

Wiwiek Mulyani

Poltekkes Kemenkes Jayapura

Ferry Kriswandana

Poltekkes Kemenkes Surabaya; ferry.kesling@gmail.com (koresponden)

ABSTRACT

The quality of clean water and drinking water is greatly influenced by the type of soil and pollution of raw water. Groundwater often contains large amounts of iron (Fe) and manganese (Mn). The presence of Fe and Mn in water causes the water to turn brownish yellow after a while of contact with air. In the Keerom Regency area there are still many clean water facilities whose quality does not meet the health requirements, based on preliminary data in the Pir I Arso City area, the chemical quality of water has not met the requirements, namely very high Fe levels found Fe levels of 4.629 mg / liter which exceed levels maximum. To reduce Fe levels in well water, it is necessary to do research. Whether each ion exchange medium with different thicknesses is effective in reducing Fe levels in well water, it is necessary to make a contact filtration design with zeolite and ferolite media which is believed to reduce Fe levels in well water. This type of research is an experiment with a pretest-posttest design with a control group design. The material used in this study was an experimental pretest-posttest design with a control group design. The materials used in this study were ion exchange media in the form of zeolite, resin and ferolite, resident water in Arso PIR II. The data collected were primary data, namely Fe levels before and after going through contact filtration treatment. The data were analyzed statistically by means of paired test, ANOVA and linear regression, the error rate was set at $\alpha < 0.05$. The results showed that the average Fe levels of raw water was 3.95 mg / liter after filtering using ferolite media decreased to 0.10 mg / liter or decreased 97.0%, zeolite media decreased to 0.56 mg / liter or 85.8% while control fell 14.2%. Statistical analysis, there were significant differences between ferolite, zeolite and control media $p = 0.000$. The ferolite media thickness was 0.6 liter / second / 6 l medium was the most effective medium to reduce Fe levels. The conclusion of this study is that the filtration process using zeolite and ferolite media is proven to be effective in reducing Fe levels in well water. Thus, the filtration process with zeolite and ferolite media can be recommended to reduce the high Fe levels in raw water, so that the water meets the requirements for daily needs.

Keywords: Fe levels; well water; media type; media thickness

ABSTRAK

Kualitas air bersih dan air minum sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan pencemaran yang terhadap air baku. Air tanah sering mengandung zat besi (Fe) dan Mangan (Mn) cukup besar. Adanya kandungan Fe dan Mn dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning kecoklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara. Di wilayah Kabupaten Keerom masih banyak terdapat sarana air bersih yang kualitasnya belum memenuhi syarat kesehatan, berdasarkan data pendahuluan di wilayah Pir I Arso Kota, kualitas kimia air belum memenuhi syarat yaitu kadar Fe yang sangat tinggi ditemukan kadar Fe 4,629 mg/liter yang melebihi kadar maksimum. Untuk menurunkan kadar Fe air sumur perlu dilakukan penelitian. Apakah masing-masing media penukar ion dengan ketebalan yang berbeda-beda efektif menurunkan kadar Fe dalam air sumur, diperlukan pembuatan rancang bangun filtrasi kontak dengan media zeolit dan ferolit diyakini dapat menurunkan kadar Fe dalam air sumur. Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest with control group desain*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest with control group desain*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media penukar ion berupa zeolit, resin dan ferolit, air penduduk di Arso PIR II. Data yang dikumpulkan adalah data primer yaitu kadar Fe sebelum dan sesudah melalui perlakuan filtrasi kontak. Data dianalisa secara statistik dengan uji *paired test*, *anova* dan *regresi linear*, tingkat kesalahan yang ditetapkan $\alpha < 0,05$. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar Fe air baku adalah 3,95 mg/liter setelah dilakukan penyaringan menggunakan media ferolit turun menjadi 0,10 mg/liter atau turun 97,0%, media zeolit turun menjadi 0,56 mg/liter atau 85,8% sedangkan control turun 14,2 %. Analisis statistik terdapat perbedaan yang bermakna antara media ferolit, zeolit dan control $p=0,000$. Ketebalan media ferolit 0,6 liter/detik/6 l media merupakan media yang paling efektif menurunkan kadar Fe. Kesimpulan penelitian ini adalah proses filtrasi dengan menggunakan media zeolit dan ferolit terbukti efektif dalam menurunkan kadar Fe dalam air sumur. Dengan demikian proses filtrasi dengan media zeolite dan ferolit dapat direkomendasikan dalam penurunan kadar Fe yang tinggi dalam air baku, sehingga air tersebut memenuhi syarat untuk keperluan sehari hari.

Kata kunci: kadar Fe; air sumur; jenis media; ketebalan media

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital bagi kehidupan manusia, oleh karena itu jika kebutuhan akan air belum tercukupi maka dapat memberikan dampak yang besar terhadap kerawanan kesehatan maupun sosial. Pengadaan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari di Propinsi Papua masih terpusat di daerah perkotaan dan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten/Kota yang bersangkutan. Secara kualitas kebutuhan air bersih untuk penduduk masih belum tercukupi dan dapat dikatakan masih relatif kecil. Daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih dari PDAM umumnya mereka menggunakan air tanah (air sumur), air sungai, air hujan, air sumber (mata air) dan lainnya untuk keperluan sehari-hari.

Air sumur daerah-daerah tertentu sering dijumpai kualitas air tanah maupun air permukaan yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat sebagai air bersih sehat, bahkan di beberapa tempat tidak layak untuk diminum. Air yang memenuhi syarat menurut Permenkes No: 416/Menkes/Per/IX/1990, adalah air yang memenuhi standar persyaratan tertentu yakni persyaratan fisik, kimiawi dan biologis yang merupakan satu kesatuan⁽¹⁾. Apabila ada salah satu saja parameter yang tidak memenuhi syarat maka air tersebut tidak layak untuk diminum. Pemakaian air minum yang tidak memenuhi standar kualitas tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Air juga berperan sebagai satu media perantara pembawa penyakit atau water borne diseases (penyakit yang ditularkan langsung oleh air minum), water washed diseases (penyakit yang disebabkan oleh kurangnya air untuk pemeliharaan hygiene perorangan), water based diseases (penyakit yang ditularkan oleh bibit penyakit yang sebagian siklus hidupnya di air), water related insect vector (penularan penyakit melalui vektor yang sebagian hidupnya di air⁽²⁾).

Kualitas air bersih dan air minum sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan pencemaran yang terhadap air baku. Air tanah sering mengandung zat besi (*Fe*) dan Mangan (*Mn*) cukup besar. Adanya kandungan *Fe* dan *Mn* dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning kecoklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara. Disamping dapat mengganggu kesehatan juga menimbulkan bau yang kurang enak serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Menurut Permenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990, kadar *Fe* dalam air bersih maksimum yang diperlukan adalah 0,3 mg/lit, dan kadar Mangan (*Mn*) yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/lit⁽³⁾. Beberapa sumur diperkebunan Inti Rakyat II (Pir) mempunyai kandungan *Fe* rata-rata 8,7 mg/lit, kadar *Fe* di beberapa sumur Arso II mempunyai kadar rata-rata 6,57 mg/lit. kondisi kadar *Fe* di beberapa tempat tersebut telah melampaui Nilai Ambang Batas yang dipersyaratkan dalam persyaratan Air Bersih yaitu sebesar 0,3 mg/lit. sedangkan di Arso 10 dan 14, kadar *Fe* dalam air sumur galian antara 4,6 sampai dengan 6,2 mg/lit.9⁽⁴⁻⁶⁾.

Pelunakan atau penurunan kadar *Fe* perlu dilakukan untuk mendapatkan air bersih yang memenuhi persyaratan. Pengolahan air sangat dipengaruhi oleh bahan baku air yang akan diolah, maka semakin lengkap dan kompleks pula system pengolahan air tersebut, begitu pula sebaliknya. Proses pelunakan *Fe* yang dilakukan oleh penduduk di dua kampung tersebut masih sangat sederhana dengan menggunakan saringan sederhana dan hasilnya belum maksimal. Kadar *Fe* hasil pelunakan oleh penduduk ke dua desa tersebut masih diatas Nilai Ambang Batas yaitu kurang lebih kadar *Fe* 4,7 mg/liter, sehingga tidak layak dikonsumsi⁽²⁾.

Beberapa metode dalam pengolahan air yang mengandung *Fe* dan *MN* berlebihan, diantaranya metode aerasi, Oksidasi, Koagulasi dan Penukar Ion. Berbagai metode pengolahan air tersebut, penukar ion merupakan metode pengolahan air yang tidak membutuhkan operasional yang tidak rumit serta mudah pemeliharaannya, namun memiliki biaya tinggi. Media penukar ion yang baik adalah media yang mampu menurunkan kadar *Fe*, titik jenuh dan umur media yang lama. Untuk menentukan pilihan menggunakan media penukar ion murah, efektif dalam menurunkan kadar *Fe* dalam air baku serta titik jenuh berbagai media penukar ion.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat efektifitas penyaringan dalam menurunkan kandungan *Fe* air baku dengan media penukar ion zeolit dan ferolit. Hipotesis dalam penelitian ini adalah filtrasi media penukar ion zeolit dan ferolit dapat menurunkan kadar *Fe* dalam air baku.

METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest with control group desain*. Penelitian dibagi dalam dua tahap. Tahap pertama adalah penelitian untuk memilih media yang paling efektif dalam menurunkan kadar *Fe* dalam air sumur. Tahap kedua penelitian ini adalah untuk menentukan ketebalan dan umur media yang efektif dalam menurunkan kadar zat besi (*Fe*) dalam air sumur. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media penukar ion berupa zeolit, resin dan ferolit, air penduduk di Arso PIR II. Penelitian dilakukan pada tahun 2017, pelaksanaan di Laboratorium Kimia Politeknik Kesehatan Kemenkes Jayapura. Data yang dikumpulkan adalah data primer yaitu kadar *Fe* sebelum dan sesudah melalui perlakuan filtrasi kontak. Data dianalisa secara statistik dengan uji *paired test*, *anova* dan *regresi linear*, tingkat kesalahan yang ditetapkan $\alpha < 0,05$.

HASIL

Tabel 1 menunjukkan bahwa proses penyaringan menggunakan media penukar ion ferolit mempunyai efektifitas menurun kadar *Fe* rata-rata sebesar 97,0%. Sebelum proses penyaringan kadar (*Fe*) rata-rata 3,95

mg/liter. Setelah dilakukan penyaringan zat besi (*Fe*) turun menjadi rata-rata-rata 0,10 mg/liter. Hal ini menunjukkan bahwa media *ferolit* mampu menurunkan kadar zat besi (*Fe*) dalam air sumur sebesar 97%.

Tabel 1. Hasil penurunan kadar zat besi (*Fe*) Setelah Dilakukan Penyaringan Dengan Media *Ferolit* di UPT Arso X

Replika hari ke-	Kadar Fe (mg/liter)		
	Pre-test	Post-test	Penurunan
1	4,15	0,09	97,8
2	3,73	0,09	97,6
3	3,95	0,11	97,2
4	4,71	0,12	97,5
5	4,23	0,12	97,2
6	3,34	0,09	97,3
7	3,57	0,11	96,9
Rata-rata	3,95	0,10	97,0

Tabel 2 menunjukkan bahwa proses penyaringan menggunakan media penukar *ion Zeolit* mempunyai efektifitas menurunkan kadar *Fe* rata-rata sebesar 85,8%. Sebelum proses penyaringan (air baku) kadar *Fe* rata-rata 3,95 mg/liter kemudian turun menjadi rata-rata 0,56 mg/liter setelah dilakukan penyaringan.

Tabel 2. Hasil penurunan kadar zat besi (*Fe*) setelah dilakukan penyaringan dengan media *zeolit* di UPT Arso X

Replika hari ke-	Kadar Fe (mg/liter)		
	Pre-test	Post-test	Penurunan
1	4,15	0,46	88,9
2	3,73	0,54	85,5
3	3,95	0,60	84,8
4	4,71	0,66	86,0
5	4,23	0,60	85,8
6	3,34	0,46	86,2
7	3,57	0,60	83,2
Rata-rata	3,95	0,56	85,8

Tabel 3 menunjukkan bahwa air baku yang tidak dilakukan proses penyaringan menggunakan media mempunyai efektifitas menurunkan kadar *Fe* rata-rata sebesar 14,2%. Kadar *Fe* air baku semula rata-rata 3,95 mg/liter turun menjadi 3,48mg/liter. Terjadinya penurunan kadar zat besi (*Fe*) dalam kontrol dikarenakan adanya proses penyaringan menggunakan media pasir karbon aktif.

Tabel 3. Hasil penurunan kadar zat besi (*Fe*) penyaringan menggunakan media pasir tanpa perlakuan (kontrol) di UPT Arso X

Replika hari ke-	Kadar Fe (mg/liter)		
	Pre-test	Post-test	Penurunan
1	4,15	3,48	16,1
2	3,73	3,26	12,6
3	3,95	3,48	11,9
4	4,71	3,87	17,8
5	4,23	3,51	17,0
6	3,34	2,96	11,4
7	3,57	3,09	12,4
Rata-rata	3,95	3,48	14,2

Dalam penelitian tahap kedua media *ferolit* dibuat berbagai ketebalan sebagai media penyaring air sumur untuk menurunkan kadar *Fe*. Ketebalan yang digunakan adalah menggunakan metode debit saring pasir cepat (SPC) dengan debit. Ketebalan yang digunakan dalam penelitian ini dibuat empat (4) ketebalan yang meliputi : 1) ketebalan 1 adalah 0,06 liter per detik per 1,5 liter media setara dengan (0,04 liter/detik/media), 2) ketebalan 2 adalah 0,06 liter per detik per 3,0 liter media setara dengan (0,020 liter/detik/liter media), 3) ketebalan 3 adalah 0,06 liter per detik per 4,5 liter media setara dengan (0,013 liter/detik/liter media), dan 4) ketebalan 4 adalah 0,06 liter per detik 6,0 liter media setara dengan (0,01 liter/detik/liter media). Hasil penyaringan air sumur sebagai percobaan dilakukan selama 30 hari untuk mengetahui umur media pada masing-masing ketebalan. Pengambilan sampel dilakukan setiap tiga hari untuk mengetahui kualitas air sumur setelah dilakukan penyaringan.

Tabel 4. Penurunan zat besi (*Fe*) setelah dilakukan penyaringan menggunakan media *ferolit* dengan ketebalan 0,6 liter/detik/1,5 liter

Hari ke-	Kadar Fe mg/liter				
	Air baku	Ketebalan media ferolit			
		0,061/1,51	0,061/3,01	0,061/4,51	0,061/6,01
1	3,95	0,46	0,46	0,20	0,10
4	3,15	0,54	0,46	0,22	0,17
7	4,30	0,58	0,46	0,24	0,14
10	3,95	0,66	0,54	0,24	0,20
13	4,15	0,74	0,50	0,30	0,20
16	4,21	0,80	0,60	0,30	0,20
19	3,75	0,85	0,66	0,24	0,22
22	4,15	0,88	0,66	0,34	0,24
25	4,25	0,90	0,70	0,34	0,24
28	4,40	1,01	0,66	0,36	0,26
Rata-rata	4,03	0,72	0,57	0,27	0,20

Tabel 4 menunjukkan bahwa proses penyaringan air sumur dengan menggunakan media *ferolit* ketebalan 0,06 liter/detik/1,5 liter media telah meningkatkan kualitas air sumur yang semula 4,03 mg/liter menjadi 0,72 mg/liter atau turun menjadi 82,2 %. Penurunan kualitas air sumur ini hanya sampai dengan hari ke-25. Pada hari ke-28 penyaringan sudah efektif lagi karena hasil akhir penyaringan telah melampaui nilai ambang batas (NAB) persyaratan kualitas air bersih. Selanjutnya filter kontak dengan media *ferolit* harus dilakukan pencucian. Proses pencucian menggunakan aliran arus balik atau *backwash*. Proses ini berfungsi untuk meregenerasi *ferolit* berfungsi sebagai penyaring untuk menurunkan kualitas air bersih.

Untuk media Ferolit, hasil analisis statistic didapatkan nilai *t* (19,271) dengan $p=0,000$, hal ini menunjukkan bahwa hasil penyaringan air sumur menggunakan media *ferolit* terhadap perbedaan yang bermakna $p=0,000$. Sehingga dapat dikatakan bahwa saringan dengan menggunakan media *ferolit* secara bermakna dapat menurunkan kadar zat besi (*Fe*). Sebelum penyaringan zat besi (*Fe*) 3,95 mg/liter turun menjadi 0,10 mg/liter.

Untuk media Zeolit, hasil analisis statistic didapatkan nilai *t* (20,875) dengan $p=0,000$, hal ini menunjukkan bahwa hasil penyaringan air sumur menggunakan media *zeolit* terdapat perbedaan yang bermakna $p=0,000$. Sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi penurunan kadar zat besi (*Fe*) sebelum dan setelah dilakukan penyaringan, yang sebelumnya 3,95 mg/liter turun menjadi 0,10 mg/liter.

Media pasir (kontrol), hasil analisis statistic didapatkan nilai *t* (8,659) dengan $p=0,000$, hal ini menunjukkan bahwa hasil penyaringan air sumur menggunakan media pasir (kontrol) terdapat perbedaan yang bermakna $p=0,000$. Sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi penurunan kadar zat besi (*Fe*) sebelum dan setelah dilakukan penyaringan, yang sebelumnya 3,95 mg/liter turun menjadi 3,48 mg/liter. Walaupun secara statistik terjadi penurunan yang signifikan, akan tetapi hasil akhir penyaringan menggunakan pasir (kontrol) belum memenuhi kriteria persyaratan kualitas baik air bersih maupun air minum.

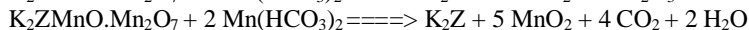
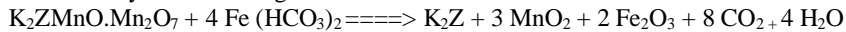
Hasil uji *One Way Anova* (tabel 1, tabel 2 dan tabel 3) menunjukkan bahwa persentase penurunan kadar *Fe* setelah dilakukan perlakuan penyaringan menggunakan media *ferolit* adalah 97,0% media zeolit 85,8% dan media pasir (control) 14,2%. Analisis statistic menggunakan oneway anova didapatkan perbedaan yang bermakna hasil akhir proses penyaringan menggunakan media *ferolit*, zeolit dan pasir (kontrol) $f(673)$ dan $p(0,000)$. Analisis turunan (*post hoc multiple comparisons*) perbedaan penurunan kadar zat besi (*Fe*) anantara media *Ferolit* dengan *Zeolit* adalah $p=0,000$, *ferolit* dengan control $p=0,000$ dan zeolit dengan control $p=0,000$.

PEMBAHASAN

Media Zeolit

Hasil analisis statistic didapat nilai *t* (20,875) dengan $p=0,000$, hal ini menunjukkan bahwa hasil penyaringan air sumur menggunakan media *zeolit* terdapat perbedaan yang bermakna $p=0,000$. Sehingga dapat dikatakan bahwa telah terjadi penurunan kadar zat besi (*Fe*) sebelum dan setelah dilakukan penyaringan, yang sebelumnya 3,95 mg/liter turun menjadi 0,56 mg/liter. Hasil di atas menunjukkan bahwa kadar *Fe* air sumur hasil penyaringan sampai dengan hari ke-7 sudah memenuhi Nilai Ambang Batas (NAB) untuk persyaratan kualitas air bersih menurut Permenkes Nomor 416/Menkes/Per/XI/1990 tentang standar kualitas air bersih yaitu maksimal kadar *Fe* dalam air bersih adalah 1,0 mg/liter⁽²⁾. Namun hasil penyaringan dengan media *zeolit* belum memenuhi syarat air minum menurut Permenkes RI Nomor: 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang standar kualitas air minum adalah 0,3 mg/liter^(3,6).

Penurunan ini terjadi karena adanya media *zeolit* sebagai penukar ion mampu mengikat zat besi yang terkandung dalam air sumur. Proses terjadinya penurunan kadar zat besi (*Fe*) air baku yang mengandung besi dan mangan dialirkan melalui suatu filter bed yang media filternya terdiri dari *Manganese-zeolite* ($K_2Z.MnO.Mn_2O_7$)^(7,8). Mangan *zeolit* berfungsi sebagai katalis dan pada waktu yang bersamaan besi dan mangan yang ada dalam air teroksidasi menjadi bentuk *ferri-oksida* dan mangan dioksida yang tak larut dalam air. Reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi penghilang besi dan mangan dengan mangan *zeolit* tidak sama dengan proses pertukaran ion, tetapi merupakan reaksi dari Fe^{2+} dan Mn^{2+} dengan oksida mangan tinggi (*higher mangan oxide*). Filtrat yang terjadi mengandung *ferri-oksida* dan *mangan-oksida* yang tak larut dalam air dan dapat dipisahkan dengan pengendapan dan penyaringan. Selama proses berlangsung kemampuan reaksinya makin lama makin berkurang dan akhirnya menjadi jenuh. Media ini mudah jenuh karena kemampuannya mengoksidasi zat besi (*Fe*) media ini juga mampu mengoksidasi mangan (*Mn*). Dengan kemampuannya mengoksidasi *Fe* sekaligus mengoksidasi Mangan maka media *zeolit* ini mudah dan cepat jenuh, sehingga perlu dilakukan pencucian media. Proses pencucian media bisa mengambil media dari tabung atau dengan jalan prose *backwash*. Proses ini adalah proses pencucian dengan cara mengalirkan aliran secara terbaik. Setelah proses *backwash* dilakukan filter kembali dapat dioperasikan^(9,10).

Proses *backwash* selalu dilakukan apabila air hasil penyaringan sudah menunjukkan ciri fisik adanya warna besih atau bau pada air sudah menunjukkan adanya logam dalam air. Apabila filter sudah tidak berfungsi meningkatkan kualitas air bersih/air minum walaupun telah dilakukan *backwash* beberapa kali. Hal ini menunjukkan bahwa media sudah tidak berfungsi sebagai oksidator. Untuk regenerasinya dapat dilakukan dengan cara menambahkan larutan Kalium permanganat ke dalam *zeolit* yang telah jenuh tersebut sehingga akan terbentuk lagi mangan *zeolit* ($K_2ZMnO.Mn_2O_7$).

Berbeda dengan media ferolit, adsorpsi yang dipakai media *zeolit* adalah mengikat *ion-ion Fe* kedalam *zeolit* dengan proses *stociometri*, yaitu pertukaran ion dengan jalan mengikat ion-ion dari luar yang muatannya sama pula dengan jumlah yang berbanding. Dengan demikian ion-ion dengan muatan tidak sama akan sukar diikat/adsorpsi oleh media *zeolit*, singga media ini hanya dapat digunakan pada pengolahan air baku yang mempunyai kualitas kadar *Fe* dibawah 4 mg/liter dan tidak efektif digunakan untuk mengolah air baku dengan kadar *Fe* diatas 5 mg/liter⁽¹⁰⁾. Namun kelebihan media ini mudah didapatkan dan harganya relatif murah, selain itu media ini mudah dibuat sendiri.

Media Ferolit

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa didapatkan nilai $t(20,875)$ dengan $p=0,000$, hal ini menunjukkan bahwa hasil penyaringan air sumur menggunakan media *zeolit* terdapat perbedaan yang bermakna $p=0,000$. Sehingga dapat dikatakan bahwa terjadi penurunan kadar zat sebelum dan setelah dilakukan penyaringan, yang sebelumnya 3,95 mg/liter menjadi 0,10 mg/liter. Hasil di atas menunjukkan bahwa kadar *Fe* air sumur hasil penyaringan sampai dengan hari ke 07 sudah memenuhi Nilai Ambang Batas (NAB) baik untuk persyaratan kualitas air bersih maupun air minum Menurut Permenkes Nomor 416/Menkes/Per/XI/1990 tentang standar kualitas air minum⁽¹⁻³⁾. Di dalam persyaratan air bersih tersebut batas maksimal zat besi (*Fe*) dalam air minum adalah 1,0 mg/liter dan batas air minum 0,3 mg/liter. Dengan demikian hasil saringan air sumur bor dengan media *ferolit* telah memenuhi standar baik kualitas air bersih maupun air minum.

Media ferolit mempunyai luas permukaan yang lebih baik daripada resin. Dengan demikian sangat kuat mengikat *ion Fe* dalam air. Karena luar permukaannya, maka titik jenuh dari media *ferolit* juga lama. Penghilangan besi dan mangan dengan cara pertukaran ion yaitu dengan cara mengalirkan air baku yang mengandung *Fe* dan *Mn* melalui media penukaran ionnya^(10,11). Sehingga media penukaran ion yang sering dipakai ferolit merupakan senyawa hydrous silikat aluminium dengan calcium dan natrium (*Na*). Disamping bahan penukar ion alami ada juga penukar ion tiruan (*simtesys*) yang mempunyai sifat-sifat yang lebih khusus. Namun kekurangan dari media ferolit ini adalah harganya yang masih relative mahal. Pembuatan media ini masih menggunakan rekayasa teknologi tinggi dan biaya relatif mahal, sehingga harga media ini lebih mahal dibandingkan dengan media *zeolite*⁽⁸⁻¹¹⁾.

Ketebalan Media Ferolit

Ketebalan media sangat berpengaruh terhadap kualitas air yang dihasilkan, hal ini disebabkan adanya kontak air sebagai dengan media sebagai filter⁽¹²⁾. Semakin lama media kontak dengan air yang mengandung *Fe*, maka kemungkinan penurunan kadar *Fe* dalam air akan semakin bagus. Berdasarkan gambar 1 air baku yang mengandung *Fe* jika dialirkan dengan media *ferolit* yang bervariasi, hasil akhir juga akan bervariasi. Semakin tebal media *ferolit*, hasil yang diperoleh juga semakin baik. Air baku yang dialirkan pada media dengan ketebalan 0,6 liter/detik/1,5 liter media dan 0,6 liter/detik/3 liter media hanya mampu meningkatkan kualitas air baku samapai ke persyaratan kualitas air bersih. Pada gambar 1 juga menunjukkan bahwa ketebalan media 4,5 liter media dan 6 liter media mampu meningkatkan kualitas air baku memenuhi standar kualitas air minum^(13,14).

Air baku yang mengandung *Fe* dan *Mn* dialirkan ke suatu filter yang medianya mengandung $MnO_{2.n}H_2O$. selama mengalir melalui media tersebut *Fe* dan *Mn* yang terdapat dalam air baku akan teroksidasi menjadi bentuk $Fe(OH)_3$ dan Mn_2O_3 oksigen terlarut dalam air, dengan oksigen sebagai oksidator. Untuk reaksi penghilangan besi tersebut diatas adalah reaksi katalitik dengan MnO_2 sebagai katalis, sedangkan untuk reaksi penghilang *Mn* adalah reaksi antara Mn^{2+} dengan hidrat mangandioksida yang ada dalam media filter akan habis dan terbentuk senyawa $MnO_2.MnO.Nh_2O$ sehingga kemampuan penghilangan *Fe* dan *Mn* nya makin lama makin berkurang^(13,14).

Berdasarkan reaksi kimia tersebut dapat dijelaskan bahwa semakin banyak media yang digunakan, maka semakin lama media tersebut sebagai katalis dalam menurunkan kadar *Fe* dan *Mn* dalam air. Sebagaimana hasil penyaringan dengan ketebalan yang bervariasi semakin tebal (banyak) media yang digunakan hasil akhir semakin bagus. Semakin tebal/banyak media sebagai media filter air maka semakin lama pula media bisa digunakan⁽¹⁵⁾. Akan tetapi banyaknya media juga berpengaruh unit *cost* per satuan filter kontak yang akan digunakan untuk proses menyaring air. *Zeolit* didapatkan secara alami dan dapat dibuat secara sintesis dengan merendam senyawa hydrous silikat aluminium dengan calcium dan natrium (*Na*) dalam larutan $KmnO_4$ selama 24 jam kemudian dikeringkan, dipasaran harga zeolit per liter Rp. 15.000,- per liter. Sedangkan ferolit merupakan pasir aktif yang mempunyai luas permukaan besar karena mempunyai pori-pori yang mengandung unsur $KmnO_4$. Untuk mengaktifkan pori-pori mengikat zat besi (*Fe*) dan *Mn* pasir aktif dipanaskan dalam temperatur 400° *Celcius* untuk menghilangkan keberadaan air dalam pori-pori. Regenerasi media *ferolit* maupun media *zeolit* dapat digunakan larutan $KmnO_4$ maupun larutan $NaCl$ ^(14,15)

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian proses filtrasi dengan media *ferolit* dan *zeolite* yang bertujuan untuk menurunkan kadar *Fe* dalam air baku diperoleh hasil media *ferolit* dan *zeolit* terbukti menurunkan kadar *Fe* dalam air baku pada standart aman di konsumsi. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam proses filtrasi sesuai pengembangan dalam penelitian ini adalah media yang digunakan (*Ferolit* dan *Zeolit*), ketebalan saringan media juga sanga menentukan asil penurunan kadar *Fe* dalam air baku, selain itu harus memperhatikan waktu yang diperlukan.

Disarankan dalam melakukan filtrasi untuk menurunkan kadar *Fe* dalam air baku, sebaiknya memperhatikan rancang bangun dengan filtrasi menggunakan media yang sudah direkomendasikan, dan memperhatikan penggunaan lama waktu yang diperlukan selama proses filtrasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Kesehatan RI. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 416/Menkes/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih. Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 1990.
2. Departemen Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat Kualitas Air Minum., Jakarta: Departemen Kesehatan RI; 2002.
3. Departemen Kesehatan RI. Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia Nomor. 92/MENKES/PER/VII/ 2010 Tentang persyaratan air bersih. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2010.
4. Benefield LD, Judkins JF, Weand BL. Process Chemistry ForWater And Waste Treatment. Prentice-Hall: Inc.Englewood; 1982.
5. Dharna, YP. Pelatihan Operator IPA Penghilang Besi dan Mangan. Modul IPA.Yogyakarta: 2002.
6. Fair GM, Geyer JC, Okun DA. Element Of Water Supply And Waste Water Disposal. Secound Edition. New York: John Wiley And Sons; 1971.
7. Hamer MJ. Water And Waste water Technology, Second Edition. New York: John Wiley And Sons;1986.
8. Joko Sutrisno. Removal kadar besi (Fe) dalam air bersih secara apray aerator disertai pembubuhan kaporit. Jurnal Teknik Waktu. 2010;8(2):80-94.
9. Jusoh WH, Cheng WM, Low AMJ, Megat MN, Ahmad. Study on the Removal of Iron and Magnese in Groundwater by Granular Activated Carbon. Science Direct.2005;182(1-3):347-53.
10. Peavy HS, Rowe DR, Tchobanoglous SG. 1986. Environmental Engineeringl. Singapore: Mc Graw-Hill Book Company;1986.
11. Rahman B, Budi H. Penyaringan Air Tanah Dengan Zeolit Alami Untuk Menurunkan Kadar Besi Dan Mangan.Depok: Makara Kesehatan; 2004.
12. Ridwan SM, Dwi A. Kombinasi Media Filter Untuk Menurunkan Kadar Besi (fe). Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi. 2005; 6(1):49-64.
13. Reynold TD, Richard PA. Unit Operations and Process in Environment Engineering. Boston : PWS Publishing Company; 1996.
14. Said NI. Pengolahan Air Tanah dengan Filter Mangan Zeolit dan Karbon Aktif. Kelompok Teknologi Pengolahan Air Bersih dan Limbah Cair. Jakarta Pusat: Direktorat Teknologi Lingkungan; 1996.
15. Tatsumi I. Water Work Engineering (JOSUI KOGAKU). Tokyo: Japanese Edition;1971.