

## The Use of ion plasmacluster in decreasing level of Fe in clean water

### Penggunaan Ion Plasmacluster dalam Penurunan Kadar Fe Air Bersih

Tri Cahyono  
Hari Rudijanto IW  
Asep Tata Gunawan

Jurusan Kesehatan Lingkungan Purwokerto Poltekkes Kemenkes Semarang  
Jl. Baturaden Km 12, Purwokerto  
E-mail: tricahyono37@yahoo.co.id

#### Abstract

The purpose of this research describe the difference of decreasing level of Fe between the well water before and after ionized. This type of research is pre-experimental, with design and pre-test post-test group design. The well water is collected in drum of 200 liter and given a cover. With the pump, water sprayed through a nozzle in a basin of aeration (control). The treatment group, using plasmacluster ion generator. Each replication three times. Data Analysis with One Sample Test and ANOVA. The measurement result for the Fe content of the one nozzle control the average 0.617 mg / l, two nozzle 0.640 mg / l, three nozzle 0.639 mg / l and four nozzle 0.635 mg / l. Treatment group (ionization plasmacluster), the one nozzle average 0.571 mg / l, two nozzle 0.581 mg / l, three nozzle 0.573 mg / l and four nozzle 0.587 mg / l. Analized test with One Sample Test showed the significant difference (0.000 and 0.001 <0.05) with plasmacluster use of ionization in decreased levels of iron (Fe) and just well water with using aeration. That were significant difference before (0.000) and after (0.001) uses plasmacluster ion in decreasing level of Fe well water (<0.05). The recommendation researcher measured levels of early oxygen, the color before and after the ionization process.

*Key word: Plasmacluster ion, Fe*

#### Abstrak

Jenis penelitian adalah pra experimental, dengan design pre test and post test group design. Dengan bantuan pompa, air disemburkan melalui empat nozzle dalam bak aerasi (kontrol). Kelompok perlakuan, menggunakan generator ion plasmacluster. Masing-masing replikasi tiga kali. Analisis data dengan One Sample Test dan ANOVA. Hasil pengukuran kadar Fe untuk kontrol satu nozzle rata-rata 0,617 mg/l, dua nozzle 0,640 mg/l, tiga nozzle 0,639 mg/l dan empat nozzle 0,635 mg/l. Kelompok perlakuan (ionisasi plasmacluster), satu nozzle rata - rata 0,571 m/l, dua nozzle 0,581 mg/l, tiga nozzle 0,573 mg/l dan empat nozzle 0,587 mg/l. Uji analisis dengan One Sample Test menunjukkan ada perbedaan yang bermakna (0,000 dan 0,001 < 0,05) penggunaan ionisasi dengan plasmacluster dalam penurunan kadar besi (Fe) air sumur gali maupun hanya menggunakan aerasi saja. Peneliti menyimpulkan ada perbedaan yang bermakna sebelum (0,000) dan setelah (0,001) penggunaan ion plasmacluster dalam penurunan kadar Fe air sumur gali (< 0,05). Saran peneliti perlu dilakukan pengukuran kadar awal oksigen, warna sebelum dan sesudah proses ionisasi.

*Kata kunci : Ion plasmacluster, Fe*

## 1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi setiap makhluk hidup termasuk manusia. Air di alam kuantitasnya konstan, namun kualitasnya berubah-ubah. Kadang menjadi air laut, air hujan, air sungai, air limbah, air tanah, dsb. Air yang dibutuhkan untuk manusia dipersyaratkan memenuhi kualitas dan kuantitas tertentu. Air bersih yang dibutuhkan untuk kehidupan sehari-hari, rata-rata 60 liter/hari/jiwa. Kebanyakan manusia memenuhi kebutuhan air bersih berasal dari air permukaan, air tanah maupun air hujan.

Beberapa daerah di lereng gunung atau daerah dataran rendah yang bertanah liat atau daerah pesisir memiliki kecenderungan kadar Fe yang tinggi. Keadaan tersebut ditandai dengan adanya warna air yang kuning-kecoklatan. Air dengan kadar Fe tinggi tidak layak untuk dipakai sebagai air bersih, karena menimbulkan bau yang kurang enak, menyebabkan warna kuning pada dinding bak serta bercak-bercak kuning pada pakaian. Kadar Fe dalam air menyebabkan warna air berubah menjadi kuning kecoklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara, selain dapat mengganggu kesehatan juga menimbulkan bau yang kurang enak, serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak dan bercak-bercak kuning pada pakaian saat dicuci (Sajid dan Wahjono, 1999). Ugrasena (2004) menyebutkan bahwa gangguan kesehatan yang disebabkan oleh kelebihan unsur Fe dalam tubuh manusia adalah kehilangan ginjal.

Pada masyarakat yang tinggal di daerah air dengan kadar Fe, tidak ada pilihan lain untuk memanfaatkannya sebagai pemenuhan keperluan sehari-hari. Pada musim penghujan kebutuhan tersebut sedikit tercukupi dengan air hujan yang ditampung, namun pada musim kemarau masyarakat sudah tidak punya pilihan lain. Masyarakat harus mencari air di tempat lain, bahkan harus

membeli dengan harga tertentu. Bagi masyarakat mampu hal tersebut tidak menjadi masalah, namun bagi masyarakat yang berpenghasilan sebatas upah minimum regional (UMR), membeli air dari PDAM merupakan beban tersendiri.

Untuk memastikan apakah memang benar air tersebut mengandung zat besi dapat digunakan air teh. Cukup dengan menuangkan satu sendok teh air tanah ke dalam segelas air teh maka mulailah ada perubahan warna teh menjadi gelap atau kehitam - hitam. Jika memang demikian maka sudah dapat dipastikan air tanah contoh tersebut mengandung zat besi, padahal menurut Permenkes No.416/Menkes/Per/IX/1990 maksimal kadar Fe yang layak untuk air bersih adalah 1,0 mg/l. Rata-rata masyarakat terpaksa menggunakan air minum isi ulang sebagai pemenuhan sehari - hari. Disisi lain air sumur gali hanya dipergunakan untuk mandi, mencuci baju

Teknologi menurunkan kadar Fe yang tinggi banyak diperkenalkan, diantaranya oksidasi, koagulasi, filtrasi, pertukaran ion, bakteri besi, *Multi Soil Layering* (MSL). Masing-masing teknologi memiliki kelemahan dan keunggulan masing-masing. Teknologi paling sederhana adalah dengan aerasi, yaitu mengkontakkan air sumur yang mengandung kadar Fe tinggi dengan oksigen. Generator ion merupakan salah satu teknologi yang dapat menghasilkan oksigen negatif, yang diharapkan nantinya dapat merubah  $Fe^{2+}$  menjadi  $Fe^{3+}$  untuk diendapkan. Kadar Fe dalam air dalam bentuk ferro ( $Fe^{2+}$ ) untuk supaya bisa diendapkan, maka ferro di oksidasi dengan oksigen akan menjadi ferri ( $Fe^{3+}$ ) yang tidak larut dalam air. Oksigen sebagai pengoksidasi didapatkan dari generator ion yang menghasilkan ion plasmacluster dalam bentuk ion  $H^+$  dan  $O_2$ .

## 2. Metode

Pendekatan penelitian adalah secara *pra experimental*, dengan *design pre test and post test group design*. Populasi adalah air sumur gali di Perumahan Universitas Muhammadiyah Purwokerto sejumlah tiga sumur terindikasi mengandung kadar besi (Fe). Setelah diadakan pemeriksaan, ternyata ketiga sumur tersebut mengandung kadar besi 1,1 mg/l, 0,9 mg/l dan 0,8 mg/l, sehingga yang dipakai adalah kadar besi yang 1,1 mg/l. Variabel bebas adalah penggunaan ion plasmacluster dan variabel terikat meliputi penurunan kadar Fe.

Prosedur penelitian sebagai berikut air sumur gali dimasukkan ke dalam drum penampung air dengan kapasitas masing - masing 200 liter dan diberi penutup drum. Selang plastik dari drum disambungkan dengan pompa yang berada di bak aerator. Ada empat nozzle yang digunakan. Debit diatur dengan mensetting ulang nozzle sampai menghasilkan semburan air yang halus.

Kabel pompa dimasukkan ke listrik, air menyembur melalui lubang nozzle, bak aerasi ditutup oleh kaca penutup. Air dibiarkan mengalir secara kontinu sampai menghasilkan debit yang konstan. Sampel air diambil melalui lubang outlet bak aerasi yang berada dibawah dengan botol plastik.

Analisis data menggunakan analisis deskriptif, *One Way ANOVA* diikuti *LSD Test beserta One Sample T Test*. Hipotesis yang digunakan adalah tidak perbedaan yang bermakna penggunaan ion plasmacluster dalam penurunan kadar besi (Fe) air sumur gali dan ada perbedaan yang bermakna penggunaan ion plasmacluster dalam penurunan kadar besi (Fe) air sumur gali.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Hasil

Penurunan kadar Fe pada sumur gali dengan menggunakan bak aerator plus

ion plasma cluster menunjukkan hasil selengkapnya sebagai berikut ini:

Beberapa Faktor - faktor yang mempengaruhi kadar oksigen dalam kinerja proses aerasi:

#### a. Suhu Udara

Berdasarkan rata -rata suhu udara yang terpantau dilokasi penelitian sebesar 28°C (minimum) dan 29°C (maksimum) dan cuaca pada saat itu dalam kondisi terang berawan tidak hujan.

#### b. pH Air

Hasil pengukuran kadar pH pada kondisi kontrol (tanpa perlakuan menggunakan ion plasma cluster) menunjukkan nilai rata - rata yang sama 6 dan pada kondisi perlakuan menunjukkan nilai 6.

#### c. Suhu Air

Kadar suhu air pada kontrol berkisar antara 28,5°C - 28,6°C sedangkan pada perlakuan antara 28,33 °C - 28,93 °C.

#### d. Kekeruhan Air

Pada kondisi kontrol tingkat kekeruhan air masih tinggi berkisar antara 6,54 - 6,68 NTU. Pada perlakuan sudah ada penurunan sampai 5,90 NTU.

#### e. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya pada kontrol berkisar antara 30200 - 103633,3 lux sedangkan pada perlakuan antara 43300 - 91933,33 lux.

Nilai probabilitas untuk kelompok kontrol (K1, K2,K3,K4) dan perlakuan (P1,P2,P3,P4) adalah 0,000 dan 0,001. Karena probabilitas jauh dibawah tingkat siginifikansi ( $\alpha$ ) 0,05, maka Ho ditolak dengan kesimpulan ada perbedaan yang bermakna penggunaan ion plasmacluster dalam penurunan kadar besi (Fe) air sumur gali maupun hanya menggunakan aerasi saja.

Analisis homogenitas varians bertujuan untuk menguji berlaku tidaknya asumsi untuk ANOVA yaitu apakah sampel tersebut mempunyai varians yang sama. *Levene Test* hitung untuk kadar Fe adalah 2,031 dengan nilai probabilitas 0,145. Oleh karena probabilitas > 0,05, maka  $H_0$  diterima atau sampel tersebut mempunyai varians yang sama sehingga asumsi ANOVA telah terpenuhi.

Tabel 1 menunjukkan terlihat F hitung adalah 15,010 dengan probabilitas 0,000. Oleh karena probabilitas < 0,05 maka  $H_0$  diterima atau ada perbedaan yang nyata (signifikan) diantara tiap perlakuan variasi debit aliran air yang digunakan dalam penurunan kadar Fe atau dengan kata lain debit aliran yang digunakan dalam penurunan kadar Fe boleh dikatakan tidak sama. Untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dengan kontrol dapat menggunakan uji LSD.

Tabel 1. Uji beda debit aliran air yang digunakan dalam penggunaan kadar Fe

Fe	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig
Between Groups	0,019	7	0,003	15,010	0,000
Within Groups	0,03	16	0,000		
Total	0,022	23			

### Pembahasan

Air tanah sering dijumpai mengandung kadar besi (Fe) dalam bentuk ion  $Fe^{2+}$  yang larut dalam air dan tidak berwarna. Adanya kandungan Fe dalam air menyebabkan warna air berubah menjadi kuning kechoklatan setelah beberapa saat kontak dengan dara. Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan

air. Keberadaan besi yang terdapat di tanah berbentuk sebagai batuan dan mineral. Besi yang terdapat di dalam tanah kebanyakan berbentuk sebagai batuan dan mineral. Besi yang terdapat didalam tanah kebanyakan berbentuk sebagai ferri oxida ( $Fe_2O_3$ ) dan juga sebagai ferro karbonat ( $FeCO_3$ ). Besi yang masuk ke dalam air melalui proses reduksi, hal ini dimungkinkan oleh keadaan yang anaerob (tanpa oksigen). Besi akan sering dijumpai dalam air yang berasal dari dalam tanah, dimana kondisi anaerob dihasilkan oleh adanya proses biokimia atau perubahan kondisi lingkungan yang mengakibatkan reaksi biologis yaitu proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme.

Uji *One Sample Test* menunjukkan antara kelompok kontrol ( $\alpha=0,000$ ) dan perlakuan ( $\alpha=0,001$ ) ada perbedaan yang bermakna dalam penurunan kadar Fe (< 0,05). Uji ANOVA menghasilkan nilai Sig 0,000 < 0,05 yang berarti diantara tiap perlakuan antara kontrol dengan perlakuan dalam menurunkan kadar Fe air bersih ada perbedaan yang bermakna. Pada penurunan kadar besi kelompok kontrol, terjadi proses aerasi secara tertutup kaca. Proses aerasi demikian dengan air yang disemprotkan nozzle lama kelamaan akan terjadi pengurangan kadar besi tapi dilain pihak terjadi penurunan kadar oksigen yang disebabkan suhu udara yang panas dengan suhu minimum 28°C dan suhu maksimum 29°C. Pada kelompok perlakuan terjadinya sebaliknya, ion cluster adalah ion yang terionisasi ke dalam kelompok atom dan molekul. Ion Plasmacluster terdiri dari ion  $H^+$  dan  $O_2$  yang dikelilingi oleh beberapa molekul air seperti molekul yang dapat ditemukan di alam. Dengan menggunakan tegangan tinggi listrik positif dan negatif ke elektroda

lucutan plasma, ion H<sup>+</sup> dari hidrogen dan ion O<sub>2</sub><sup>-</sup> dari molekul oksigen dihasilkan dengan cara memecah struktur dan mengionisasi molekul air dan oksigen.

Proses yang terjadi dapat dilihat pada persamaan berikut ini (Benefield, 1983),  $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{H}^+$ . Secara stokiometri  $(2 \times 16) / (4 \times 55,8) = 0,14$  mg/l oksigen akan mengoksidasi 1 mg/l besi (II) dan  $(8 \times 1) / (4 \times 55,8) = 0,036$  mg/l ion hidrogen akan dihasilkan untuk setiap 1 mg/l besi (II) yang teroksidasi. Oksidasi besi akan berjalan baik pada pH 7,5 hingga 9,5 dalam waktu 15 menit. Reaksi oksidasi besi akan menghasilkan endapan besi (Fe(OH)<sub>3</sub>). Berdasarkan reaksi oksidasi akan di dapatkan bahwa tiap 1 mg/l Fe<sup>2+</sup> menghasilkan 1,9 mg/l endapan besi (AWWA & ASCA,1990).

#### 4. Simpulan dan Saran

Peneliti menyimpulkan Ion plasmacluster mempunyai kemampuan dalam menurunkan kadar Fe dengan efisiensi terbesar 48,12%. Kadar Fe sebelum proses ionisasi dengan ion plasmacluster dengan satu nozzle rata-rata 0,617 mg/l, dua nozzle rata-rata 0,64 mg/l, tiga nozzle rata-rata 0,639 mg/l dan empat nozzle 0,615 mg/l. Kadar Fe setelah proses ionisasi dengan ion plasmacluster dengan satu nozzle rata-rata 0,571 mg/l, dua nozzle rata-rata 0,581 mg/l, tiga nozzle rata-rata 0,573

mg/l dan empat nozzle rata-rata 0,587 mg/l. One Sample Test menunjukkan ada perbedaan yang bermakna sebelum (0,000) dan setelah (0,001) penggunaan ion plasmacluster dalam penurunan kadar Fe air sumur gali (< 0,05). Saran peneliti perlu dilakukan pengukuran kadar awal oksigen, warna sebelum dan sesudah proses ionisasi.

#### 5. Ucapan Terimakasih

Penyelesaian penyusunan laporan hasil Riset Terapan 2012 ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu peneliti menyampaikan ucapan terimakasih kepada Poltekkes yang telah memberikan dana untuk penelitian.

#### 6. Daftar Pustaka

- AWWA, ASCE, CSSE. 1997. Water Treatment Plant Design, Third Edition. New York: McGraw-Hill Book Company
- Said, N.I. dan Wahyono, H.D. 1999. *Teknologi pengolahan air*. Jakarta : Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair, Direktorat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Ugrasena, D.G.I. 2004. *Hanya transfusi darah untuk memperpanjang umur penderita thalassemia*. Jakarta : Kartini.