

## Perbedaan Kadar Fluor pada Air Sumur Gali Setelah Pemberian Kapur (CaO) dan Tawas ( $Al_2(SO_4)_3$ ) (Studi di Desa Gudang Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo)

### *The Difference Fluor Level in Dug Well After Giving Lime (CaO) and Alum ( $Al_2(SO_4)_3$ ) (Study in Gudang Village Asembagus Sub-district Situbondo District)*

Herdian Riskianto<sup>1</sup>, Prehatin Trirahayu Ningrum<sup>2</sup>, Ellyke<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember

Jalan Kalimantan 37, Jember 68121

E-mail: herdianriskianto@gmail.com

#### **Abstract**

*A total of 96 families in the Asembagus Sub-district exposed to high levels of fluoride in drinking water, that causing dental fluorosis. Contaminated water of fluorine also cause a decreased IQ in children. This study to analyze decreased levels of fluoride in water using lime and alum. The research method is true experimental design with CRD. The first stage make a solution of lime and alum. There are four groups, with each group consisting of 6 replication. Control group is group without treatment, first group is giving a solution of lime and alum concentration of 2% ( $X_1$ ), second group is giving a solution of lime and alum concentration of 5% ( $X_2$ ), and third group is giving a solution of lime and alum concentration of 10% ( $X_3$ ). After that, Fast stirring time is 15 minutes with stirring speed of 140 rpm. Slow stirring time is 3 minutes with stirring speed of 40 rpm, and then do the sedimentation for 60 minutes. Study results of normality test in each treatment group then tested the one-way ANOVA. The fourth treatment normality test showed normal distribution. The test results one way ANOVA with  $\alpha = 0.05$  indicates that the significance level of 0.000, meaning that the entire treatment group had an average of different populations, both in the control,  $X_1$ ,  $X_2$ , and  $X_3$  group..*

**Keywords:** Dental fluorosis, Lime, Alum, Fluor

Sebanyak 96 KK di Kecamatan Asembagus terpapar fluor dengan kadar tinggi pada air minum menyebabkan fluorosis gigi. Air mengandung fluor juga dapat menyebabkan penurunan IQ pada anak-anak. Penelitian ini bertujuan menganalisis penurunan kadar fluor pada air menggunakan kapur dan tawas. Metode penelitian adalah *true eksperimental* dengan desain RAL. Tahap pertama adalah membuat larutan kapur dan tawas. Terdapat empat kelompok, dimana masing-masing kelompok terdiri dari 6 replikasi. Kelompok kontrol adalah kelompok tanpa perlakuan, kelompok pertama yaitu pemberian larutan kapur dan tawas konsentrasi 2% ( $X_1$ ), kelompok kedua pemberian larutan kapur dan tawas konsentrasi 5% ( $X_2$ ), dan kelompok ketiga yaitu pemberian larutan kapur dan tawas konsentrasi 10% ( $X_3$ ). Waktu pengadukan cepat 15 menit dengan kecepatan pengadukan 140 rpm. Waktu pengadukan lambat 3 menit dengan kecepatan pengadukan 40 rpm, kemudian dilakukan pengendapan selama 60 menit. Hasil penelitian dilakukan uji normalitas pada setiap kelompok perlakuan kemudian dilakukan uji one way anova. Uji normalitas keempat perlakuan menunjukkan berdistribusi normal. Hasil uji *one way anova* dengan  $\alpha = 0,05$  menunjukkan bahwa tingkat signifikansi sebesar 0,000, artinya seluruh kelompok perlakuan memiliki rata-rata populasi yang berbeda, baik pada kelompok kontrol, kelompok  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$ .

**Kata kunci:** Fluorosis gigi, Kapur, Tawas, Fluor

#### **Pendahuluan**

Pada saat ini, mendapatkan air bersih yang tidak tercemar sangat sulit ditemukan bahkan pada

sungai-sungai di lereng pegunungan. Pencemaran air di Indonesia sebagian besar diakibatkan oleh aktivitas manusia yang meninggalkan limbah pemukiman, limbah pertanian, dan limbah industri termasuk

pertambangan [1]. Penyebab terjadinya pencemaran air meliputi penyebab alami, sampah organik, limbah pabrik yang tidak disaring, dan penggunaan bahan peledak [2].

Salah satu pencemaran air secara alami terjadi di Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo. Polutan pada daerah Kecamatan Asembagus berasal dari danau asam tinggi Kawah Ijen. Daerah irigasi Asembagus merupakan kasus pertama dimana sebuah danau kawah yang bersifat asam telah diidentifikasi sebagai sumber polutan alami. Sebagian besar lahan pertanian sebesar  $\pm 36$  km<sup>2</sup> menggunakan air yang diambil dari Sungai Banyuputih yang terkontaminasi dengan limbah dari danau Kawah Ijen yang berasam tinggi sebagai sumber irigasinya. Akibat dari aliran air sungai Banyuputih yang tercemar danau Kawah Ijen menyebabkan tingginya kadar fluor pada air tanah daerah sekitar Kecamatan Asembagus. [3]. Masyarakat di Kecamatan Asembagus mayoritas mengkonsumsi air minum yang berasal dari sumur [4]. Konsumsi fluor dalam air minum mempengaruhi enamel gigi apabila dalam jumlah yang sedikit dapat menghambat proses demineralisasi (pembentukan karies gigi) sedangkan dalam jumlah besar menimbulkan fluorosis gigi [5].

Studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti pada salah satu sumur warga tanggal 27 April 2016 di Desa Gudang, didapatkan hasil bahwa air sumur tersebut mempunyai kadar fluor sebesar 2,45 mg/l. Jumlah tersebut tidak memenuhi persyaratan pada PERMENKES RI No.416/MENKES/PER/IX/1990, dimana batas maksimal kadar fluor pada air bersih adalah 1,5 mg/l. Dampak dari air bersih yang digunakan oleh masyarakat Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, sebanyak 96 KK mempunyai gigi dengan warna gigi dengan noda kecoklat-coklatan tak teratur dan lekukan kecil. Hasil tersebut berdasarkan perhitungan CFI (*Community Fluorosis Index*) [6]. Efek negatif dari fluor juga dapat mempengaruhi hippocampus di otak, dimana hippocampus adalah sebagai belajar dan mengingat. Sehingga bila seseorang berlebihan mengkonsumsi air yang mengandung fluor dapat menurunkan daya ingat dan belajar seseorang tersebut [7].

Apabila aluminium sulfat atau tawas dan kalsium oksida atau kapur di larutkan pada air yang mengandung Fluor dalam jumlah yang tepat dapat menyebabkan flokulasi dan koagulasi. Pada keadaan tersebut, dapat menyerap fluor terlarut dan partikel padat dari air baku menjadi tersaring, hasil akhir pada proses tersebut berupa lumpur yang berwarna putih [8][9]. Peneliti menggunakan variasi campuran kapur konsentrasi 2% sebanyak 5 ml dan Tawas konsentrasi 2% sebanyak 20 ml untuk perlakuan pertama, campuran kapur konsentrasi 5% sebanyak 5 ml dan

tawas konsentrasi 5% sebanyak 20 ml untuk perlakuan kedua, campuran kapur konsentrasi 10% sebanyak 5 ml dan tawas konsentrasi 10% sebanyak 20 ml untuk perlakuan ketiga. Setelah di campur, ketiga perlakuan tersebut dilakukan pengadukan cepat selama 15 menit [10] dengan kecepatan 140 rpm [11], pengadukan lambat selama 3 menit dengan kecepatan 40 rpm [11], kemudian dilakukan pengendapan selama 60 menit [10].

Melihat efek buruk dari fluor terhadap kesehatan yaitu terjadinya fluorosis gigi serta dapat menurunkan perkembangan IQ pada anak-anak, maka diharapkan variasi pencampuran kapur dan tawas akan mampu menurunkan kadar fluor sampai pada titik di bawah nilai Baku Mutu Lingkungan yaitu dibawah 1,5 mg/l.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perbedaan kadar fluor pada air sumur gali yang diberi perlakuan pemberian kapur (CaO) dan tawas (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>).

## Metode Penelitian

Desain penelitian ini adalah *True Eksperimental Design* dengan bentuk *Posttest Only Control Design* dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Tempat penelitian dilakukan di PDAM Jember dan waktu penelitian dilaksanakan yakni Januari-November 2016. Penelitian dilakukan menggunakan RAL non faktorial yang terdiri dari 4 perlakuan dengan 6 kali pengulangan untuk masing-masing perlakuan. Kelompok kontrol yaitu tanpa perlakuan. Kelompok pertama (X<sub>1</sub>) adalah pemberian campuran kapur konsentrasi 2% sebanyak 5 ml dan Tawas konsentrasi 2% sebanyak 20 ml. Setelah di masukkan pada air sampel, dilakukan pengadukan cepat selama 15 menit dengan kecepatan 140 rpm, kemudian dilakukan pengadukan lambat selama 3 menit dengan kecepatan 40 rpm, lalu dilakukan pengendapan selama 60 menit. Kelompok kedua (X<sub>2</sub>) adalah pemberian campuran kapur konsentrasi 5% sebanyak 5 ml dan tawas konsentrasi 5% sebanyak 20 ml. Setelah di masukkan pada air sampel, dilakukan pengadukan cepat selama 15 menit dengan kecepatan 140 rpm, kemudian dilakukan pengadukan lambat selama 3 menit dengan kecepatan 40 rpm, lalu dilakukan pengendapan selama 60 menit. Kelompok ketiga (X<sub>3</sub>) adalah pemberian campuran kapur konsentrasi 10% sebanyak 5 ml dan tawas konsentrasi 10% sebanyak 20 ml. Setelah di masukkan pada air sampel, dilakukan pengadukan cepat selama 15 menit dengan kecepatan 140 rpm, kemudian dilakukan pengadukan lambat selama 3 menit dengan kecepatan 40 rpm, lalu dilakukan pengendapan selama 60 menit. Sampel air yang mengandung fluor didapat dari air sumur gali milik

salah satu warga yang berlokasi di Desa Gudang Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker, gelas ukur, pipet ukur, bulb, spatula, jartest, timbangan digital, spektrofotometri, jerigen, sendok penyus, stopwatch. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sumur gali yang memiliki kadar fluor tinggi, aquadest, kapur, tawas.

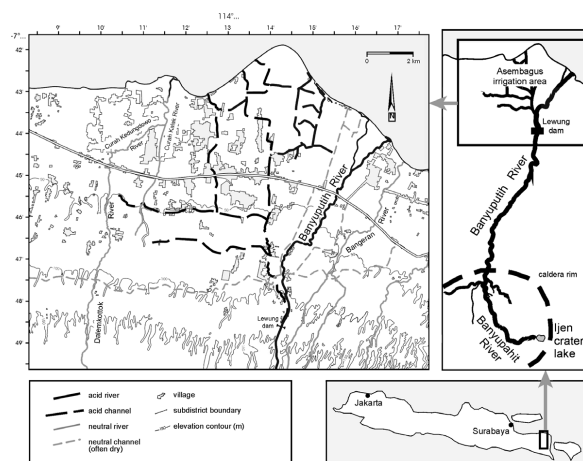
Tahapan pada penelitian meliputi pengambilan sampel air sumur gali, membuat larutan kapur dan tawas, pemberian campuran larutan kapur dan tawas, pengamatan parameter, dan analisis data dan hasil penelitian.

Teknik analisis data penelitian menggunakan analisis deskriptif dan analitik. Uji statistik yang pertama adalah menguji normalitas dan homogenitas kemudian uji *one way anova*. Selanjutnya dilihat pada uji *posthoc* manakah kelompok yang memiliki perbedaan paling signifikan

## Hasil Penelitian

### Gambaran Keadaan Geografis Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo

Kecamatan Asembagus terdapat pada lereng dan dataran lebih rendah menuju ke utara dari kawah Gunung Ijen. Kawah Gunung Ijen merupakan suatu danau dengan aliran keluar ke arah utara. Aliran keluar ini merupakan sumber dari Kali Banyuputih, yang mengalir lurus hampir tepat ke utara sepanjang kira-kira 40 Km dengan hanya sedikit anak sungai kecil dari daerah sekelilingnya sampai mencapai suatu DAM terletak di perbatasan sebelah selatan Kecamatan Asembagus [3].



Gambar 1. Sumber Air dan Aliran Kawah Ijen [3]

Akibat dari sungai Banyuputih yang tercemar oleh kawah Ijen, menyebabkan daerah sekitar sungai

Banyuputih memiliki kadar fluor pada air sumur gali yang melebihi Baku Mutu Lingkungan.

Tabel 1. Jumlah Rumahtangga Menurut Sumber Air Minum [12]

Desa	Sumur	Pompa	PA M	Perpipaan	Jumlah
Mojosari	504	426	-	393	1.323
Kertosari	532	402	36	642	1.612
Kedunglo	465	614	-	326	1.405
Bantal	528	638	-	586	1.752
Awar-awar	790	-	35	456	1.281
Perante	746	471	64	132	1.413
Trigonco	643	308	355	396	1.702
Asembagus	1.204	572	160	286	2.042
Gudang	895	427	69	69	1.460
Wringinon	681	754	35	401	1.871
Jumlah	6.808	4.612	754	3.687	15.861

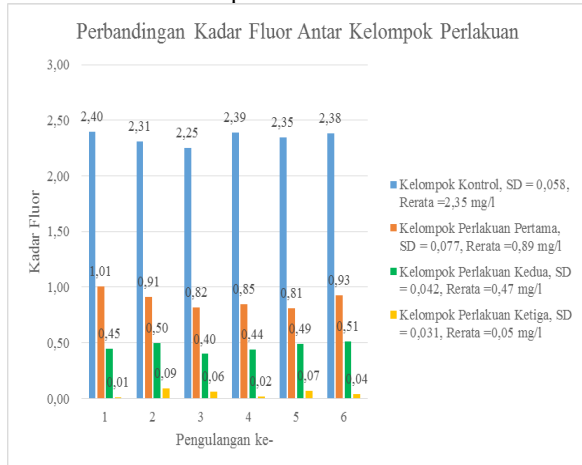
Dapat dilihat pada tabel 1, menunjukkan bahwa masyarakat kecamatan Asembagus lebih banyak mengkonsumsi air minum yang bersumber dari air sumur. Akibat dari konsumsi air mengandung fluor yang tinggi, sebanyak 96 sampel KK yang diperiksa keberadaan fluorosis gigi. Hasil tersebut berdasarkan perhitungan CFI (*Community Fluorosis Index*) [6].

### Kadar Fluor Air Sumur Gali pada Kelompok Kontrol, Kelompok Perlakuan Pertama, Kelompok Perlakuan Kedua, Kelompok Perlakuan Ketiga

Penelitian ini untuk menguji kapur dan tawas terhadap penurunan kadar fluor pada air sumur gali. Pemeriksaan kadar fluor pada air sumur gali dilakukan di laboratorium. Dalam penelitian eksperimen ini memiliki beberapa variabel penelitian. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu kadar fluor pada air sumur gali sedangkan variabel bebasnya yaitu konsentrasi penambahan kapur dan tawas konsentrasi 2% (sebagai kelompok perlakuan pertama), penambahan kapur dan tawas konsentrasi

5% (sebagai kelompok perlakuan kedua), penambahan kapur dan tawas konsentrasi 10% (sebagai kelompok perlakuan ketiga).

Gambar 2. Perbandingan Kadar Fluor Antar Kelompok Perlakuan



Berdasarkan hasil penelitian eksperimen yang telah dilakukan untuk mengukur kadar fluor pada air sumur gali menggunakan metode Spektrofotometri menunjukkan bahwa rerata kadar fluor pada air baku yang tidak diberi perlakuan atau kelompok kontrol yaitu sebesar 2,35 mg/l. Hasil pengukuran memberikan gambaran bahwa kadar fluor dalam air sumur gali melebihi baku mutu yang ditetapkan Permenkes Nomor 416 Tahun 1990 tentang kualitas air bersih yaitu 1,5 mg/l.

Rata-rata kadar fluor dengan penambahan kapur dan tawas dengan konsentrasi 2% (kelompok perlakuan pertama) dari hasil eksperimen ini adalah 0,89 mg/l. Apabila dibandingkan dengan kadar fluor pada air baku sebelum dilakukan perlakuan yang menunjukkan angka 2,35 mg/l, maka kelompok perlakuan dengan penambahan kapur dan tawas dengan konsentrasi 2% rata-rata mampu menurunkan kadar fluor sebesar 1,46 mg/l atau 62%.

Rata-rata kadar fluor dengan penambahan kapur dan tawas dengan konsentrasi 5% (kelompok perlakuan kedua) dari hasil eksperimen ini adalah 0,47 mg/l. Apabila dibandingkan dengan kadar fluor pada air baku sebelum dilakukan perlakuan yang menunjukkan angka 2,35 mg/l, maka kelompok perlakuan dengan penambahan kapur dan tawas dengan konsentrasi 5% rata-rata mampu menurunkan kadar fluor sebesar 1,88 mg/l atau 80%.

Rata-rata kadar fluor dengan penambahan kapur dan tawas dengan konsentrasi 10% (kelompok perlakuan ketiga) dari hasil eksperimen ini adalah 0,05 mg/l. Apabila dibandingkan dengan kadar fluor pada air baku sebelum dilakukan perlakuan yang

menunjukkan angka 2,35 mg/l, maka kelompok perlakuan dengan penambahan kapur dan tawas dengan konsentrasi 10% rata-rata mampu menurunkan kadar fluor sebesar 2,30 mg/l atau 98%.

Tabel 2. Rerata Penurunan Kadar Fluor pada Tiap Kelompok Penelitian

Perlakuan	Kadar Fluor Air Baku (mg/l)	Rerata Kadar Fluor Setelah Perlakuan (mg/l)	Presentase Penurunan Kadar Fluor (%)
X <sub>1</sub>	2,35	0,89	62%
X <sub>2</sub>		0,47	80%
X <sub>3</sub>		0,05	98%

Dalam penelitian ini, air baku mengalami 4 perlakuan dengan pemberian konsentrasi kapur dan tawas yang berbeda. Tabel 2 menunjukkan bahwa kelompok-kelompok perlakuan terjadi penurunan kadar fluor yang bervariasi. Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan kadar fluor tertinggi terjadi pada kelompok X<sub>3</sub> dengan presentase penurunan kadar fluor sebesar 98% sedangkan penurunan kadar fluor terendah terjadi pada kelompok X<sub>1</sub> sebesar 62%. Meskipun pada perlakuan pertama (X<sub>1</sub>) presentase penurunan kadar fluor hanya sebesar 62%, namun dengan pemberian kapur dan tawas dengan konsentrasi 2% mampu menurunkan kadar fluor pada air sumur gali sesuai dengan Permenkes No.416 tahun 1990.

#### Uji Statistik Kadar Fluor pada Air Sumur Gali

Uji pertama yang dilakukan adalah mengetahui normalitas dari data-data diatas. Uji normalitas dilakukan untuk memastikan apakah data tersebut dapat dilanjutkan untuk masuk uji anova. Hasil uji normalitas adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Uji Normalitas pada Setiap Kelompok Perlakuan

	Kontrol	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Z hitung	0,536	0,470	0,546	0,382
P	0,936	0,980	0,927	0,999
Distribusi	Normal	Normal	Normal	Normal

Distribusi dari keseluruhan data adalah normal, artinya dapat dilanjut ke uji one way anova. Uji homogenitas untuk data-data tersebut sebesar 0,128. Hasil uji *one way* anova yang didapat adalah sebesar 0,000. Angka yang didapat kurang dari  $\alpha$

sebesar 0,05, artinya seluruh kelompok perlakuan memiliki rata-rata populasi yang berbeda, baik pada kelompok kontrol, kelompok X<sub>1</sub>, kelompok X<sub>2</sub>, maupun kelompok X<sub>3</sub>. Langkah selanjutnya adalah mencari tahu lebih lanjut mengenai perbedaan yang ada antara kelompok-kelompok perlakuan dengan uji *posthoc*. Hasilnya dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4. Uji *Post Hoc* pada Masing-masing Perlakuan

	Kontrol	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>
Kontrol	-	0,000*	0,000*	0,000*
X <sub>1</sub>	-	-	0,000*	0,000*
X <sub>2</sub>	-	-	-	0,000*
X <sub>3</sub>	-	-	-	-

Tanda (\*) menjelaskan bahwa terdapat perbedaan yang nyata atau signifikan. Dapat dilihat di tabel, setiap kelompok perlakuan memiliki tanda (\*), artinya antara kelompok Kontrol dengan kelompok X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, memiliki perbedaan yang signifikan. Kelompok X<sub>1</sub> dengan kelompok Kontrol, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, memiliki perbedaan yang signifikan. Kelompok X<sub>2</sub> dengan kelompok Kontrol, X<sub>1</sub>, X<sub>3</sub>, memiliki perbedaan yang signifikan. Kelompok X<sub>3</sub> dengan kelompok Kontrol, X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, memiliki perbedaan yang signifikan.

## Pembahasan

Pemasukan fluoride tubuh manusia dapat melalui sistem pencernaan, sistem pernapasan maupun kontak langsung dengan kulit, akan tetapi pemasukan fluoride yang terbanyak adalah melalui sistem pencernaan. Setelah sampai di saluran cerna, fluor dalam makanan diserap masuk ke dalam plasma darah dan dari plasma berdifusi keseluruh jaringan tubuh [13].

Enamel yang terpapar fluoride berlebihan memiliki kandungan protein yang lebih banyak sehingga enamel lebih lunak dibandingkan yang tidak terpapar fluorida [14]. Fluorida secara langsung berdampak pada ameloblast dan fluorida secara tidak langsung berdampak pada pembentukan matriks dapat menyebabkan terjadinya fluorosis pada gigi tergantung pada dosis dan paparan fluorida. Efek negatif dari fluor juga dapat mempengaruhi hippocampus di otak, dimana hippocampus adalah sebagai belajar dan mengingat. Sehingga bila seseorang berlebihan mengkonsumsi air yang mengandung fluor dapat menurunkan daya ingat dan belajar seseorang tersebut [7].

Hasil uji statistika one way annova menunjukkan nilai signifikansi antara kelompok kontrol dengan kelompok X<sub>1</sub>, kelompok X<sub>2</sub>, dan kelompok X<sub>3</sub> memiliki nilai signifikansi sebesar

0,000. Apabila  $p < 0,05$  maka variabel yang dibandingkan berbeda secara bermakna pada derajat kemaknaan ( $\alpha$ ) 0,05 [15]. Sehingga dapat di tarik kesimpulan variabel yang dibandingkan berbeda secara bermakna pada derajat kemaknaan ( $\alpha$ ) 0,05. Maka hipotesis penelitian tentang terdapat perbedaan kadar fluor pada air sumur gali di beri perlakuan variasi campuran kapur dan tawas dapat diterima.

Koagulasi merupakan proses yang memanfaatkan ion-ion yang mempunyai muatan berlawanan dengan muatan koloid sehingga meniadakan kestabilan ion. Pengadukan cepat merupakan merupakan bagian integral dari proses koagulasi. Pengadukan cepat yang dilakukan dalam penelitian ini, dilakukan dengan kecepatan 140 RPM selama 15 menit. Flokulasi merupakan kelanjutan dari proses koagulasi, dimana mikroflokk hasil koagulasi mulai menggumpalkan partikel-partikel koloid menjadi flok-flok besar yang dapat diendapkan dan proses ini dibantu dengan pengadukan lambat [16]. Semakin tinggi kecepatan pengadukan, maka harga faktor dekontaminasi yang diperoleh cenderung untuk turun. Kecepatan pengadukan lambat berpengaruh dalam pembentukan flok setelah terjadi proses koagulasi. Formasi flok terbentuk karena partikel-partikel koloid yang sudah tidak stabil saling bergabung satu sama lain yang selanjutnya akan mengendap. Bergabungnya partikel-partikel koloid yang sudah tidak stabil terjadi karena adanya proses pengadukan lambat. Dari keadaan yang demikian maka proses pengadukan lambat sangat berpengaruh dalam proses. Untuk pengadukan yang terlalu cepat, kemungkinan dapat menyebabkan pecahnya partikel koloid yang sudah tidak stabil menjadi partikel koloid stabil atau dengan pengadukan yang terlalu cepat kemungkinan juga dapat menyebabkan pecahnya gabungan antar partikel koloid tidak stabil yang sudah siap untuk mengendap [17]. Pengadukan lambat yang dilakukan dalam penelitian ini, dilakukan dengan kecepatan 40 RPM selama 3 menit.

Pada penelitian ini, bahan koagulan kapur (CaO) dan tawas (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) dilarutkan dalam aquades. Kapur dilarutkan dalam aquades akan menjadi Ca(OH)<sub>2</sub>, serta tawas dilarutkan dalam aquades menjadi Al(OH)<sub>3</sub>. Bahan koagulan kapur dalam bentuk Ca(OH)<sub>2</sub> dan tawas dalam bentuk Al(OH)<sub>3</sub>, dimasukkan dalam air yang mengandung fluor (HF) dengan menggunakan pipet ukur. Setelah itu dilakukan pengadukan pengadukan cepat dan dilakukan pengadukan lambat. Akibat dilakukannya pengadukan cepat, ion Ca(OH)<sub>2</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, HF menjadi tidak stabil di air, ion Ca(OH)<sub>2</sub> akan terurai menjadi ion Ca<sup>2+</sup> dan ion OH<sup>-</sup>, ion Al(OH)<sub>3</sub> akan terurai menjadi ion Al<sup>3+</sup> dan ion OH<sup>-</sup>, dan ion HF akan terurai menjadi ion H<sup>+</sup> dan ion F<sup>-</sup>. Hasil

koagulasi mulai menggumpalkan partikel-partikel koloid menjadi flok-flok besar yang dapat diendapkan, proses ini di bantu dengan pengadukan lambat. Garam ion-ion Calsium pada kapur mengikat fluorida menjadi (CaF<sub>2</sub>) [18] serta ion Aluminium pada tawas mengikat fluorida menjadi (AlF<sub>3</sub>) [19]. Akibat pengikatan ion fluoride oleh kalsium dan alumunium, kadar fluor dapat menurun.

Semakin tinggi konsentrasi penstabil maka semakin tinggi total padatan terlarut [20]. Semakin tinggi konsentrasi yang ditambahkan maka faktor dekontaminasi yang diperoleh semakin tinggi [17]. Dalam penelitian ini, konsentrasi kapur dan tawas yang digunakan berbeda pada tiap perlakuan. Kelompok kontrol tidak diberi kapur dan tawas, sedangkan kelompok perlakuan memperoleh penambahan konsentrasi kapur dan tawas, meliputi pada perlakuan pertama pemberian kapur dan tawas dengan konsentrasi 2%, perlakuan kedua pemberian kapur dan tawas konsentrasi 5%, dan perlakuan ketiga pemberian kapur dan tawas konsentrasi 10%. Dari hasil penelitian, terjadi tingkat penurunan kadar fluor yang berbeda pada tiap perlakuan. Tingkat penurunan kadar fluor pada kelompok kontrol, kelompok perlakuan pertama (X<sub>1</sub>), kelompok perlakuan kedua (X<sub>2</sub>), dan kelompok perlakuan ketiga (X<sub>3</sub>) secara berturut-turut adalah 2,35 mg/l, 0,89 mg/l, 0,47 mg/l, 0,05 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi kapur dan tawas pada air baku berpengaruh terhadap kadar fluor. Semakin tinggi konsentrasi kapur dan tawas yang ditambahkan, maka semakin menurun jumlah kadar fluor pada air sumur gali.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil rerata kadar fluor pada kelompok X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, dan X<sub>3</sub> secara berturut-turut adalah 0,89 mg/l, 0,47 mg/l, dan 0,05 mg/l. Nilai akhir kadar fluor ketiga kelompok ini sudah memenuhi standar baku menurut PERMENKES RI No. 416 Tahun 1990 yang menyatakan bahwa batas maksimum kadar fluor yang diperbolehkan bagi air bersih adalah 1,5 mg/l. Kemampuan kelompok perlakuan dalam penelitian ini yang paling efektif dalam menurunkan kadar fluor pada air sumur gali adalah pada kelompok X<sub>3</sub> yaitu dengan penambahan kapur konsentrasi 10% sebanyak 5 ml dan tawas konsentrasi 10% sebanyak 20 ml yang memiliki kemampuan menurunkan kadar fluor sebesar 98%. Perairan yang diperuntukkan bagi air minum sebaiknya memiliki kadar fluoride 0,7-1,2 mg/l [21], sehingga kelompok X<sub>1</sub> yang memiliki nilai kadar fluor sebesar 0,89 mg/l tepat guna bagi air minum.

## Simpulan dan Saran

Kapur dan tawas dengan konsentrasi yang di tentukan terbukti mampu untuk menurunkan kadar fluor pada air sumur gali. Rerata penurunan kelompok kontrol, kelompok perlakuan X<sub>1</sub>, kelompok perlakuan X<sub>2</sub>, kelompok perlakuan X<sub>3</sub> secara berturut-turut adalah 2,35 mg/l ; 0,89 mg/l; 0,47 mg/l ; 0,05 mg/l. Nilai akhir kadar fluor pada kelompok X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, sudah memenuhi standar baku menurut PERMENKES RI No. 416 Tahun 1990 yang menyatakan bahwa batas maksimum kadar fluor yang diperbolehkan bagi air bersih adalah 1,5 mg/l. Kemampuan kelompok perlakuan dalam penelitian ini yang paling efektif dalam menurunkan kadar fluor adalah pada kelompok X<sub>3</sub> yang memiliki kemampuan menurunkan kadar fluor sebesar 98%. Namun, perairan yang diperuntukkan bagi air minum sebaiknya memiliki kadar fluoride 0,7-1,2 mg/l [19], sehingga kelompok X<sub>1</sub> yang memiliki nilai kadar fluor sebesar 0,89 mg/l tepat guna bagi air minum.

Kapur dan tawas dengan konsentrasi yang tepat dapat dijadikan alternatif bagi masyarakat Kecamatan Asembagus untuk menurunkan kadar fluor pada air sumur gali. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai waktu pengendapan yang lebih cepat.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada pihak Laboratorium Kesehatan Daerah Situbondo dan Perusahaan Daerah Air Minum Jember yang telah membantu dalam proses penelitian.

## Daftar Pustaka

- [1] Almaendah. Pencemaran Air di Indonesia. [internet]. 2010. [Diakses pada 25 Januari 2016]. Available from: <http://alamendah.org/2010/08/01/pencemaran-air-di-indonesia/>.
- [2] Jasmin. Sebab dan Akibat Pencemaran Air serta Cara Mengatasinya. [internet]. 2015. [Diakses pada 25 Januari 2016]. Available from: <http://www.geraiberas.com/sebab-dan-akibat-pencemaran-air-serta-cara-mengatasinya.html>
- [3] Heikens, A., Sumarti, S., Bergen, M. V., Widinarko, B., Fokkert, L., Leeuwen, K. V., dan Seinen. W. The impact of the hyperacid Ijen Crater Lake: risks of excess fluoride to human health. Science Direct. 2004: 56-69.
- [4] Badan Pusat Statistik Situbondo. Kecamatan Asembagus Dalam Angka. Situbondo: Badan Pusat Statistik; 2014.

- [5] Rachmawati, T. Gambaran Karies Gigi Berdasarkan Kadar Fluor Air Sumur Gali pada Masyarakat di Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo. Jember: Skripsi Kedokteran Gigi Universitas Jember; 2011.
- [6] Wijaya, A. S. S. Gambaran Fluorosis Gigi dan Kadar Fluor Air Sumur pada Masyarakat di Kecamatan Asembagus Kabupaten Situbondo. Jember: Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember; 2012.
- [7] Zhang, Xu, Shen, Xu. Effect Of Fluoride Exposure On Synaptic Structure Of Brain Areas Related To Learning-Memory In Mice. *Journal of Hygiene Research*. 1999: 139-143.
- [8] Degremont. *Water Treatment Handbooks*. New York: Mc Graw Hill Books Company; 2007.
- [9] Tebut, T. *Principles of Water Quality Control: Fifth Edition*. Oxford: Pergamon Press; 2002.
- [10] Soerahman, Rusmiati, dan Irawan. Perbedaan Kadar Fluor Pada Air Sumur Gali Sebelum dan Sesudah Proses Koagulasi Flokulasi Kapur dan Tawas. *Widya Warta*. 2012: 361-373.
- [11] Ayu, R. K. Perbandingan Efektivitas Penggunaan Tawas dan Kapur dalam Menjernihkan Air. Jember: Skripsi Bagian Kesehatan Lingkungan dan Keselamatan Kesehatan Kerja FKM UNEJ; 2008.
- [12] Badan Pusat Statistik Situbondo. *Kecamatan Asembagus Dalam Angka*. Situbondo: Badan Pusat Statistik; 2014.
- [13] Mulyono, D dan L. Andajani. Kadar Fluor dalam Asi : Kaitannya dengan Kadar Fluor dalam Air Minum dan Pola Makan (Kajian pada Pasien Ibu, KKIA Utan Kayu. *Majalah Ilmiah KG*. 1993: Edisi Khusus Foril IV Vol. 2.
- [14] Sierant, M. L, dan Bartlett, J. D. Stress Response Pathways in Ameloblast : Implications For Amelogenesis and Dental Fluorosis. *Cells*. 2012: 631-645.
- [15] Budiarto, Eko. *Biostatistika Untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta : EGC; 2002.
- [16] Bangun, Aminah, Hutahaeen, Ritonga. Pengaruh Kadar Air, Dosis, dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2013: 7-13.
- [17] Isman, Endro, Sukosrono. Pengaruh Penambahan Garam Kalsium Karbonat Terhadap Proses Pengendapan Limbah Yang Mengandung Kontaminan Am Fase Air. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah*. 1995: 341-346.
- [18] Meenakshi & Maheshwari, R. C. Flouride In Drinking Water and its removal. *Journal of Hazardous Materials B137*. 2006: 456-463.
- [19] Shimelis, B., Zewge, F., dan Chandravanshi, B. S. Removal Of Excess Fluoride From Water By Alumunium Hydroxide. *Chemical Society Of Ethiopia*. 2006: 17-34.
- [20] Farikha. I. N, Anam. C, Widowati. E. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Penstabil Alami Terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2013: 30-38.
- [21] Effendi, H. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya Air*. Yogyakarta: Kanisius; 2003.