

PERBEDAAN KADAR FLUOR PADA AIR SUMUR GALI SEBELUM DAN SESUDAH PROSES KOAGULASI FLOKULASI KAPUR DAN TAWAS

Moh. Soerahman¹

Rusmiati²

H. Djoko Windu P. Irawan³

Prodi Kesling Kampus Magetan - Jurusan Kesehatan Lingkungan
Poltekkes Kemenkes Surabaya

ABSTRACT

Levels of Fluorine (F) greater than 1.5 mg/l can cause stomach ailments, bone loss and brown enamel, fluorosis, liver damage, kidney damage and bone fragility (osteoporosis).

This study aimed to perform the processing of fluorine with the coagulation, flocculation, and adsorption systems, so as to minimize the levels of fluoride in the water.

The methods of coagulation and flocculation made use of lime (5%) and alum (5%), with rapid stirring variation 5, 10, 15 minutes and slow stirring 3 minutes at a pH adjusted to 8 and looping treatments (replication) of each 6 times for every 500 ml of water processed.

Dug well water in Bantal Village, District of Asembagus, Situbondo, East Java, has a value of pH = 6.6 with a high fluorine concentration = 1.93 mg/l. Fluorine processing technology with the coagulation and flocculation systems for lime and alum is strongly influenced by the dose of pH and alum. Precipitation using alum achieves maximum results at pH = 8.1 with a dose of 5% lime and alum dose of approximately 5 ml of 5% in the ratio 1 : 4 and the deposition time = 60 minutes. In these conditions about 1.63 mg/l (83.93%) fluorine content of dug well water decreases from initial value of 1.93 mg fluoride / l to 0.31 mg/l.

There are varying levels of fluorine (F) dug well water samples before and after coagulation and flocculation processes of lime and alum. Rapid stirring = 5 minutes can reduce the average fluorine content of 1.39 mg/l (72.53%), rapid stirring = 10 minutes can reduce the average fluorine content of 1.57 mg/l (80.82%) and rapid stirring = 15 minutes can reduce the average fluorine content of 1.63 mg/l (83.93%).

Further research needs to be done by varying the addition of alum to reduce the dose volume of fluorine up to the limit allowed by the Minister Regulation. 416/Menkes/Per/IX/1990 of these Terms and monitoring of water quality = 1.5 mg/l.

Key words : Fluorine (F), dug well water, coagulation flocculation and adsorption.

A. Latar Belakang Masalah.

Pembangunan kesehatan bertujuan untuk meningkatkan kesadaran, kemauan, dan kemampuan hidup sehat bagi setiap orang agar terwujud derajat kesehatan masyarakat yang optimal. Untuk mewujudkannya, diselenggarakan

upaya peningkatan kesehatan (*promotive*), pencegahan penyakit (*preventive*), penyembuhan penyakit (*curative*), dan pemulihan kesehatan (*rehabilitative*) yang dilaksanakan secara menyeluruh, terpadu, dan berkesinambungan.

Salah satu kegiatan yang dilakukan untuk mewujudkan kesehatan yang optimal bagi masyarakat adalah dengan adanya penyediaan air bersih bagi masyarakat. Penyediaan air bersih yang dilakukan harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan baik secara kuantitas maupun kualitas. Secara kuantitas setiap manusia Indonesia minimal membutuhkan 1,5 sampai 2,5 liter sehari. Secara kualitas penyediaan air bersih khususnya air minum harus sesuai dengan standar Permenkes RI. No.416/Menkes/Per/IX/1990 tentang pengawasan kualitas air bersih.

Untuk memenuhi standar, air bersih yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat fisik, kimia, bakteriologis, dan radio aktif. Zat kimia yang terdapat di dalam air salah satunya adalah Fluor (F). Fluor di dalam tubuh dibutuhkan oleh sel untuk proses metabolisme. Bila kadar Fluor (F) lebih besar dari 2,5 mg/l dapat mengakibatkan penyakit perut, tulang keropos, dan email gigi berwarna coklat. Fluor yang dibutuhkan tubuh dalam dosis aman adalah 0,05 mg/kg berat badan/hari. Jika berat badan anak 15 kg, maka Fluor yang dibutuhkan sekitar 0,75 mg/hari. Sedangkan untuk orang dewasa dengan berat badan 50 kg, diperlukan Fluor sebanyak 2,5 mg/hari. Dosis berbahaya adalah 2-5 mg atau 8 mg/kg berat badan/hari.

Kekurangan Fluor dapat menyebabkan kerusakan gigi, gigi menjadi rapuh, mudah terserang karies atau gigi gigis (*caries dentis*), perubahan warna pada gigi anak, dan dapat terjadi penipisan tulang.

Kelebihan Fluor dapat mengakibatkan kelainan tulang dan gigi. Fluor dalam tubuh separuhnya akan disimpan dalam tulang dan terus bertambah sesuai umur, akibatnya tulang menjadi mudah patah karena terjadi *Fluorosis* pada tulang.

Tebut, (1979) mengatakan bahwa tawas yang ditambahkan dalam dosis yang tepat menyebabkan terjadinya flokulasi koagulasi yang dapat menyerap Fluor (F) terlarut dan menjaring partikel padat dari air badan air/air baku, serta dapat mengendap dalam bentuk lumpur yang berwarna putih. Diduga fenomena itulah yang menyebabkan terendapkannya Fluor (F) dalam percobaan ini, sehingga nilai Fluor (F) menurun setelah koagulasi flokulasi kapur dan tawas.

Berdasarkan hasil survey awal dan pemeriksaan terhadap fisik serta kimia air minum kadar Fluor air bersih adalah 1,68 mg/l, dengan demikian dinyatakan tidak memenuhi persyaratan karena melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang ditetapkan pada Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990. Dampak dari air minum masyarakat Desa Bantal, Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

dari 4.784 jiwa penduduk 98 % mempunyai gigi dengan noda coklat atau bintik-bintik kuning yang menyebar di permukaan gigi akibat pembentukan email gigi yang tidak sempurna. Email gigi yang tidak sempurna menyebabkan gigi menjadi mudah berlubang, timbul bercak putih dan coklat di gigi. Berdasarkan hasil wawancara terhadap 25 responden penduduk setempat dinyatakan bahwa gangguan pada kesehatan gigi tersebut merupakan hal yang biasa.

B. Perumusan masalah

Apakah ada perbedaan kadar Fluor (F) pada air sumur gali dengan proses koagulasi flokulasi kapur dan tawas?

C. Tujuan penelitian

Mengalisa kadar Fluor (F) air sumur gali sebelum dan sesudah dengan proses koagulasi flokulasi kapur dan tawas dengan waktu pengadukan cepat 5, 10, 15 menit.

D. Hipotesis Penelitian

Hipotesis alternatif (H_a) ada perbedaan kadar Fluor (F) sebelum dan sesudah proses koagulasi flokulasi kapur dan tawas dengan waktu pengadukan cepat 5, 10, 15 menit.

E. Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini bisa menjadi informasi baru dalam bidang kesehatan masyarakat tentang kapur dan tawas dalam menanggulangi permasalahan masyarakat Desa Bantal, Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur dan juga bisa diterapkan di daerah-daerah lain.

F. Kajian Pustaka

1. Keberadaan Fluor di Alam

Fluor tersedia melimpah di dalam kerak bumi. Melalui proses yang alami, karena cuaca serta pencucian batuan dasar atau lapisan tanah yang keras (*bedrock*) yang

tinggi kandungan Fluornya, Fluor memasuki air tanah. Karena itu, air sumur bisa merupakan sumber Fluor yang cukup tinggi. Fluor penting untuk kesehatan gigi terutama pada anak-anak, karena jumlah asupan (*intake*) yang tepat dapat mendukung pembentukan enamel gigi yang lebih tahan terhadap kerusakan akibat asam-asam yang dihasilkan mulut. Fluor juga menghambat metabolisme pembentukan asam dari bakteri penyebab gigi busuk (*Streptococcus mutan*) (Titian Putri, 2009)

Fluor dapat digunakan dengan dua cara yaitu: (1) Cara lokal dengan berkumur memakai larutan fluor 0,25 %, memakai pasta gigi yang mengandung Fluor, dan mengaplikasikan Fluor langsung pada gigi. (2) Cara sistemik dilakukan dengan meminum air/susu atau memakan garam, tablet/obat tetes yang mengandung Fluor.

2. Pengaruh Fluor dalam Air bagi Kehidupan Manusia (Titian Putri, 2009)

a. Kekurangan Fluor

Kekurangan Fluor dapat menyebabkan kerusakan gigi menjadi rapuh, mudah terserang karies atau gigit (*caries dentis*), terjadi perubahan warna pada gigi anak dan dapat terjadi penipisan tulang.

b. Kelebihan Fluor

Tingginya kandungan Fluor pada air minum mengakibatkan kerusakan pada gigi dan tulang. Fluor dalam tubuh separuhnya akan disimpan dalam tulang dan terus bertambah sesuai umur, akibatnya tulang menjadi mudah patah karena terjadi fluorosis pada tulang.

1) Fluorosis

Perubahan yang tampak pada gigi akibat konsumsi Fluor yang berlebihan pada awal masa anak-anak ketika giginya sedang tumbuh. Fluorosis gigi ditandai dengan noda coklat atau bintik-bintik kuning yang menyebar dipermukaan gigi akibat pembentukan email gigi yang tidak sempurna. Email gigi yang tidak sempurna menyebabkan gigi menjadi mudah berlubang, timbul bercak putih dan cokelat pada gigi. Walau berdampak ringan dan tidak menimbulkan rasa nyeri pada gigi, namun bisa mengurangi penampilan akibat gigi yang tidak sedap dipandang mata. Gigi bisa berlubang yang akhirnya hancur atau tanggal (Titian Putri, 2009).

2) Kerapuhan tulang (osteoporosis)

Tidak hanya gigi yang dibuat rapuh/rusak, tapi juga seluruh tulang akan terancam rapuh. Akibat lebih lanjut, tumbuh-kembang menjadi terhambat sementara pengobatannya amat sulit. Kelebihan Fluor merusak tulang, mengakibatkan rasa sakit yang hebat pada tulang dan akibat yang paling fatal dapat mengakibatkan

kelumpuhan. Hal ini juga dapat menyebabkan anemia, email gigi terlihat ada bercak-bercak putih yang dinamakan *Mottled enamel*. *Mottled enamel* (spot putih) akibat kelebihan Fluor karena pengaruh air minum mengganggu impuls syaraf, serta pertumbuhan tulang di luar tulang belakang (Titian Putri, 2009).

Kronis tinggi terpapar Fluor dapat mengakibatkan kerangka fluorosis yaitu akumulasi Fluor dalam tulang progresif selama bertahun-tahun. Gejala awal kerangka fluorosis, termasuk rasa sakit dan kekakuan pada sendi. Dalam kasus yang parah, dapat mengubah struktur tulang dan ligaments mengapur, dengan hasil dari pelemahan otot dan sakit (Titian Putri, 2009).

3. Metode Penurunan Kadar Fluor (F)

Menurut teknologi pengolahan oleh Japerson (1987), setiap 1 mg/l Fluor membutuhkan 50 mg/l larutan kapur, bahkan tepatnya secara stokiometri setiap 8 mg/l Fluor membutuhkan 34 mg/l kalsium. Pengaruh penambahan kapur Ca(OH)_2 akan bereaksi dengan bikarbonat yang ada dalam air, yang akan diolah membentuk endapan CaCO_3 dan MgCO_3 . Bila kapur yang ditambahkan cukup banyak sehingga pH melebihi $\text{pH} = 7$, maka terbentuk endapan Mg(OH)_2 . Kelebihan ion Ca^{++} pada pH tinggi tersebut dapat diendapkan dengan penambahan soda abu. Pada air yang mengandung fluor akan terbentuk kalsium fluoride. Setiap mg/l fluoride membutuhkan 4,25 mg/l kalsium. Beberapa faktor yang mempengaruhi terbentuknya flok pada proses koagulasi flokulasi : dosis, pH, alkalinitas, kekeruhan air baku, *Type Suspended Solid*, dan pengadukan.

F. Cara Penelitian

1. Lokasi Penelitian

- a. Sampel air sumur gali diambil di Desa Bantal, Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur.
- b. Pemeriksaan sampel air sumur gali di Laboratorium Kimia Poltekkes Kemenkes Surabaya, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Prodi Kesling Kampus Magetan.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan bulan Juli 2011.

3. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah Pra Eksperimen, peneliti memberikan perlakuan terhadap sampel air yang berkadar Fluor (F) tinggi.

4. Desain Penelitian

Desain penelitian, adalah *One Group Pre Test – Post Test*, sebagai berikut:

Table 1. Desain Penelitian

Pre test	Perlakuan	Post test
T1	X	T2

Keterangan :

- T1 = Kadar Fluor (F) sebelum melalui proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas berasal dari air bersih sumur gali.
 X = Proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas dengan menggunakan variasi lama waktu pengadukan.
 T2 = Kadar Fluor (F) sesudah melalui reaktor koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas berasal dari air bersih sumur gali.

5. Klasifikasi Variabel Penelitian

- Variabel bebas, yaitu kadar Fluor (F) dalam air sumur.
- Variabel terikat, yaitu hasil proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas terhadap penurunan kadar Fluor (F).
- Variabel pengganggu adalah : dosis, pH, lama waktu pengadukan, kecepatan pengadukan, alkalinitas, kekeruhan air baku, dan *Total Suspended Solid*.

6. Populasi dan Sampel

Air bersih dari sumur gali yang digunakan oleh warga Desa Bantal Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Kriteria yang digunakan:

- Sumur yang paling banyak digunakan oleh masyarakat setempat.
- Usia sumur sudah berumur di atas 50 tahun.

7. Metode pengambilan sampel

Metode pengambilan sampel adalah *Grab Sampling* (sampel sesaat). Metode grab sampling ini merupakan teknik sampling dengan cara mengambil bagian (*fragmen*) yang berukuran besar dari suatu material (baik di alam maupun dari suatu tumpukan) yang mengandung mineralisasi secara acak (tanpa seleksi yang khusus).

Cara pengambilan sampel sesuai dengan parameter yaitu metode Fisika-Kimia, sebagai berikut :

- Botol yang digunakan untuk mengambil sampel tidak harus steril tetapi botol harus bersih, tidak boleh terjadi aerasi.
- Cara Pengambilan sampel air. Alat dan bahan : (1) sampel air yang mengandung Fluor (F), (2) jerigen air, (3) label, (4) ember, (5) kertas tulis, (6). alat tulis.

- c. Prosedur kerja: (1) sampel air diambil dengan jerigen sampai penuh, hingga tidak ada gelembung udara dalam jerigen, (2) jerigen diberi label tertulis: (a) nama pengambil, (b) waktu pengambilan, (c) tempat pengambilan, (d) tujuan pengambilan, (e) jenis air (diolah/belum), (f) lokasi pengambilan, (g) diperiksa di laboratorium, (h) tanggal.

8. Pengolahan dan Analisa data

- a. Data dari hasil pemeriksaan laboratorium diolah, disajikan secara manual, dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.
- b. Data yang telah disajikan, dianalisis secara diskriptif untuk menggambarkan hasil pengukuran kadar Fluor (F), pH air sampel. Karena jumlah kelompok sampel lebih dari 2 kelompok maka untuk uji hipotesis menggunakan uji Anova (*One Way Anova*).

9. Replikasi

Replikasi adalah pengulangan dari percobaan dasar (Moh. Nasir, 1999), Replikasi dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$(t - 1) (R - 1) > 15 \quad \longrightarrow \quad 4 - 1) (R - 1) > 15 \quad \longrightarrow \quad 18/3 \quad R = 6$$

t : perlakuan

R : replikasi

H. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Gambaran umum Desa Bantal Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur

- | | |
|---|---|
| a. Luas Wilayah | : 17,60 km ² . |
| b. Batas Sebelah Utara | : Desa Awar-Awar, Kecamatan Asembagus. |
| c. Batas Sebelah Timur | : Desa Sumberejo, Kecamatan Banyuputih. |
| d. Batas Sebelah Barat | : Desa Kedunglo, Kecamatan Asembagus. |
| e. Batas Sebelah Selatan | : Hutan. |
| f. Jarak ke ibu kota kecamatan | : 6 km. |
| g. Lama jarak tempuh ke ibu kota kecamatan terdekat | : 0,30 jam. |
| h. Jarak ke Ibu kota Kabupaten / Kota terdekat | : 28 km. |
| i. Penduduk laki-laki : 2.362 orang, dari jumlah total | : 4.784 orang. |
| j. Perempuan : 2.485 orang, dari jumlah total | : 4.784 orang. |
| k. Jumlah usia penduduk didominasi 19 - 56 tahun,sebanyak | : 1.364 orang. |
| l. Pendidikan penduduk terbanyak lulusan SD, sebanyak | : 1.347 orang. |
| m. Struktur mata pencaharian penduduk terbanyak Petani | : 2.452 orang. |

2. Hasil Pemeriksaan

- a. Hasil pemeriksaan pH dan kadar Fluor *sebelum* proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan pH dan kadar Fluor (F) air sumur gali dengan pengadukan cepat 5, 10, 15 menit sebelum perlakuan

Parameter	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4	Ulangan 5	Ulangan 6
pH	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Fluor (mg/l)	1,93	1,92	1,91	1,93	1,93	1,93

Sampel air sumur gali tidak memenuhi baku mutu air bersih yang berlaku. Hasil analisis contoh menunjukkan bahwa pH = 6,6 dan kandungan Fluor 1,93 mg/l.

- b. Hasil Pemeriksaan pH dan kadar Fluor *sesudah* proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan pH pada sampel air sumur gali *sesudah* proses koagulasi flokulasi kapur dan tawas

No	Replikasi Lama Pengadukan	pH			
		5 menit	10 menit	15 menit	Kontrol
1	I	8,1	8,1	8,1	6,6
2	II	8,1	8,1	8,1	6,6
3	III	8,1	8,1	8,1	6,6
4	IV	8,1	8,1	8,1	6,6
5	V	8,1	8,1	8,1	6,6
6	VI	8,1	8,1	8,1	6,6
	Jumlah	48,6	48,6	48,6	39,6
	Rata-rata	8,1	8,1	8,1	6,6

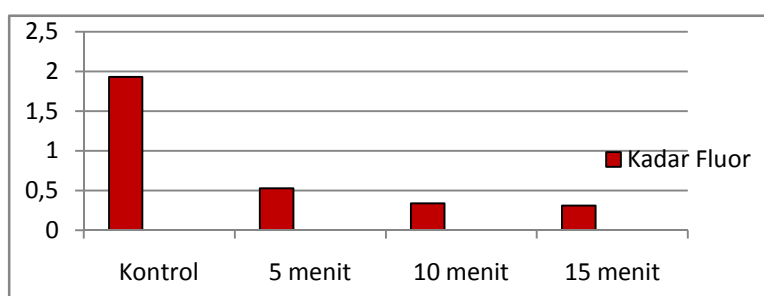
Pada tabel 3 dapat dilihat bahwa rata-rata pH pada kontrol sebesar 6,6 dan sesudah proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas dengan waktu pengadukan cepat 5 menit, 10 menit dan 15 menit dapat menaikkan pH dengan rata - rata 8,1.

3. Hasil pemeriksaan kadar fluor (F)

Tabel 4. Hasil pemeriksaan kadar Fluor (F) pada sampel air sumur gali *sesudah* proses koagulasi flokulasi kapur dan tawas

No	Replikasi Lama Pengadukan	Kadar Fluor			
		5 menit	10 menit	15 menit	Kontrol
1	I	0,53	0,34	0,31	1,93
2	II	0,57	0,38	0,30	1,92
3	III	0,51	0,35	0,31	1,91
4	IV	0,55	0,38	0,30	1,93
5	V	0,54	0,36	0,30	1,93
6	VI	0,53	0,38	0,31	1,93
	Jumlah	3,23	2,19	1,83	11,55
	Rata-rata	0,54	0,37	0,31	1,93

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar F pada kontrol= 1,93 mg/l. Kadar Fluor pada air sumur sesudah proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas dengan waktu pengadukan cepat 5 menit dapat menurunkan 1,39 (72,53%) dengan rata - rata kadar Fluor 0,54 mg/l, sedangkan dengan waktu pengadukan cepat 10 menit dapat menurunkan 1,57 (80,82%) dengan rata-rata kadar Fluor 0,37 mg/l, sedangkan dengan waktu pengadukan cepat 15 menit dapat menurunkan 1,63 mg/l (83,93 %) dengan rata-rata kadar Fluor 0,31 mg/l. Berdasarkan hasil pemeriksaan dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pengadukan maka semakin kecil kadar Fluornya.



Gambar 1. Hasil pengukuran pH dan kadar Fluor (F) pada sampel air sumur gali *sesudah* proses koagulasi flokulasi kapur dan tawas.

Dari gambar 1. hasil pengamatan penurunan kadar Fluor (F) pada sampel air sumur gali dengan kadar Fluor 1,93 mg/l, sebelum dan sesudah diberi perlakuan

koagulasi dan flokulasi kapur 5% dan tawas 5% sebanyak 5 cc dengan perbandingan 1 : 4, waktu pengadukan cepat dengan variasi waktu selama 5, 10, 15 menit dan pengadukan lambat selama 3 menit dengan pengendapan selama 60 menit adalah dengan waktu pengadukan cepat dengan variasi waktu selama 15 menit dan pengadukan lambat selama 3 menit dengan pengendapan selama 60 menit sebanyak 1,63 mg/l (83,93%) dengan pH meningkat menjadi 8,1 (18,52%).

4. Perbedaan Kadar Fluor

a. Perbedaan kadar Fluor antara Kontrol dengan Perlakuan

Rata-rata kadar Fluor pada kontrol 1,93 mg/l, rata-rata kadar Fluor pada proses koagulasi dengan lama pengadukan 5 menit adalah 0,54 mg/l, 10 menit adalah 0,37 mg/l, dan 15 menit adalah 0,31 mg/l sehingga ada perbedaan kadar Fluor sebelum dan sesudah perlakuan. Berdasarkan uji statistik anova dengan tingkat kepercayaan 0,05 diperoleh nilai signifikan 0,000 sehingga H_0 diterima.

5. Perbedaan Kadar Fluor antar perlakuan

a. Kontrol lama pengadukan 5 menit

Berdasarkan uji *Least Significant Different* dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai signifikan 0,000 sehingga H_0 di terima.

b. Kontrol lama pengadukan 10 menit

Berdasarkan uji *Least Significant Different* dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai signifikan 0,000 sehingga H_0 di terima.

c. Kontrol lama pengadukan 15 menit

Berdasarkan uji *Least Significant Different* dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai signifikan 0,000 sehingga H_0 di terima.

d. Lama pengadukan 5 menit dengan 10 menit

Berdasarkan uji *Least Significant Different* dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai signifikan 0,000, sehingga H_0 diterima.

e. Lama pengadukan 5 menit dengan 15 menit

Berdasarkan uji *Least Significant Different* dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai signifikan 0,000, sehingga H_0 diterima.

f. Lama pengadukan 10 menit dengan 15 menit

Berdasarkan uji *Least Significant Different* dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 0,05$ diperoleh nilai signifikan 0,030 sehingga H_0 diterima.

Penurunan kadar Flour yang terjadi akibat tawas yang mempunyai kaitan dengan kelarutan Al (OH) kecil pada pH sekitar 5,0 – 8,0. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa pengendapan Fluor sampel air sumur gali dengan tawas mencapai nilai Fluor terendah pada dosis tawas 5% = 5 ml dan kapur 5% = 5 ml

dengan pengadukan lambat selama 15 menit dan pengadukan lambat selama 3 menit dengan pengendapan selama 60 menit.

I. Pembahasan

Berdasarkan hasil pemeriksaan sampel air sumur gali di Desa Bantal, Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur mengandung kadar Fluor 1,93 mg/l dengan pH 6,6 hal ini terjadi karena Fluor tersedia melimpah di dalam kerak bumi. Melalui proses yang alami, karena cuaca serta pencucian batuan dasar atau lapisan tanah yang keras (*bedrock*) yang tinggi kandungan Fluornya, Fluor memasuki air tanah. Fluoride terdapat dalam air permukaan maupun air tanah, namun konsentrasi Fluor pada air permukaan biasanya lebih rendah yaitu 0,01 - 0,3 ppm. Dalam air tanah, konsentrasi Fluor alami tergantung pada karakteristik geologi, kimia, dan fisik dari akuifer, porositas, dan keasaman tanah dan bebatuan, suhu, kegiatan unsur kimia lain, dan kedalaman sumur. Kondisi tersebut mengakibatkan konsentrasi Fluor dalam sumur sangat bervariasi, berkisar antara 1 ppm hingga 35 ppm.

Berdasarkan tabel 3. dapat diketahui bahwa pH pada kontrol rata-rata = 6,6 sedangkan sesudah proses koagulasi dan flokulasi kapur dan tawas pH meningkat menjadi 8,1.

Berdasarkan tabel 4. dapat diketahui bahwa kadar Fluor pada kontrol rata-rata = 1,93 mg/l dan kadar Fluor sesudah perlakuan dengan waktu pengadukan cepat 5 menit rata-rata = 0,54 mg/l, sedang dengan pengadukan cepat 10 menit rata-rata = 0,37 mg/l dan pengadukan cepat 15 menit rata-rata = 0,31 mg/l.

Berdasarkan hasil pemeriksaan dapat diketahui bahwa semakin lama waktu pengadukan maka semakin kecil kadar Fluornya. Tebut, (1979) mengatakan bahwa tawas yang ditambahkan dalam dosis yang tepat menyebabkan terjadinya flokulasi koagulasi yang dapat menyerap Fluor (F) terlarut dan menjaring partikel padat dari air badan air/air baku, serta dapat mengendapkan dalam bentuk lumpur yang berwarna putih. Diduga fenomena itulah yang menyebabkan terendapkannya Fluor (F) dalam penelitian ini, sehingga nilai Fluor (F) menurun setelah koagulasi flokulasi kapur dan tawas.

Dari hasil uji statistik dengan uji *One Way Anova* yang menganalisis perbedaan perlakuan koagulasi dan flokulasi kapur 5% dan tawas 5% sebanyak 5 cc dengan perbandingan 1 : 4 dengan waktu pengadukan cepat dengan variasi waktu selama 5, 10, 15 menit dan pengadukan lambat selama 3 menit dengan pengendapan selama 60 menit, nilai F sebesar 17102,258 dengan nilai signifikansi 0,000, karena nilai

signifikansi lebih kecil dari nilai α (0,05) maka H_a diterima yang berarti ada perbedaan penurunan antara waktu pengadukan cepat dengan variasi waktu selama 5, 10, 15 menit terhadap kadar Fluor.

J. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Dengan proses koagulasi flokulasi kapur 5 % dan tawas 5 % sebanyak 5 cc dengan waktu pengadukan cepat dengan variasi waktu 5, 10, 15 menit menurunkan kadar Fluor dari 1,93 mg/l menjadi 0,31 mg/l sehingga sampel air tersebut dapat memenuhi syarat kesehatan sesuai dengan Permenkes No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air yaitu 1,5 mg/l.

- a. Kadar Fluor (F) pada sampel air sumur gali sebelum perlakuan adalah 1,93 mg/l.
- b. Kadar Fluor (F) pada sampel air sumur gali sesudah perlakuan dengan waktu pengadukan cepat 5 menit kadar Fluor rata-rata 1,39 mg/l (72,53 %), sedang dengan waktu pengadukan cepat 10 menit kadar Fluor rata-rata 1,57 mg/l (80,82 %).
- c. Kadar Fluor (F) pada sampel air sumur gali sesudah perlakuan dengan waktu pengadukan cepat 5 menit menurun menjadi 0,54 mg/l, pengadukan cepat 10 menit menurun menjadi 0,37 mg/l, pengadukan cepat 15 menit menurun menjadi 0,31 mg/l.
- d. Ada perbedaan kadar Fluor (F) sampel air sumur gali sebelum dan sesudah perlakuan, karena nilai signifikansi lebih kecil dari nilai α (0,05) maka H_a diterima yang berarti ada perbedaan penurunan antara waktu pengadukan cepat dengan variasi waktu selama 5, 10, 15 menit terhadap kadar Fluor.

2. Saran.

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penurunan Fluor dengan memvariasikan penambahan volume dosis tawas.
- b. Mencari bahan alternatif lain sebagai bahan pembanding yang mampu menambah efisiensi koagulasi flokulasi Fluor.
- c. Mencari alternatif dosis tawas yang tepat dengan memvariasikan kadar tawas untuk menurunkan Fluor sampai menjadi nilai ambang batas yang diperbolehkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Bowo, DM. 1995. *Hidrolika Teknik Penyehatan dan Lingkungan*. Jakarta: Ditjen PPM PLP Depkes.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 1994. *Penyehatan Air dalam Program Penyediaan dan Pengolahan Air Bersih*. Jakarta: Ditjen PPM PLP Depkes.
- Degremont. 1987. *Water Treatment Handbooks*. Mc Graw Hill Books. Co.
- Japerson W.P. 1987. *Waste Water Treatment Technology*. Ann Arbor Science Publisher. Inc.
- Linsley, R.K., Franzini, J.B & Joko Sasongko. 1989. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I, Edisi ke 3, Jakarta: Erlangga.
- Nasir, Moh. 1999. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Notoadmojo. 1993. *Metode Penelitian Kesehatan*, Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang *Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air*. Jakarta: Ditjen PPM PLP Depkes.
- Politeknik Kesehatan Depkes Surabaya. 2007. *Gema Kesehatan Lingkungan* (edisi ke-5), Surabaya: Politeknik Kesehatan.
- Sri Harto. 1993. *Analisa Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Tebut, T.H.Y. 1979. *Principles of Water Quality Control*. Oxford Pergamon Press.
- Titian Putri. 2009. *Flour, Flouridasi Air Minum dan Flourosis*. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
- Tjokrokusumo. 1995. *Pengantar Enjinereng Lingkungan*. Yogyakarta: STTL YLH.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 tahun 1992 tentang *Kesehatan*. Jakarta: Bagian Penelitian Perundang-undangan RI.
- Winarno. 1986. *Air Untuk Industri Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia.

LAMPIRAN :**Photo****PENDERITA FLUORISIS****Warga Desa Bantal, Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur**