

EFFECT OF LOCATION ON FLUORID ION LEVELS ON WELL WATER AND WATER SUPPLY COMPANY WITH COLORIMETRY METHOD

Dang Soni, Riska Prasetiawati, Dian Novita Sari

Fakultas MIPA Universitas Garut, Jl. Jati no 42B, Tarogong Kaler, Garut

Korespondensi: Dang Soni (dang@uniga.ac.id)

ARTICLE HISTORY

| Received: 14 November 2018

| Revised: 8 Desember 2018

| Accepted: 14 Januari 2019

Abstract

Water is a source of basic needs that are important for the lives of humans and other creatures, one of which is used as drinking water. Drinking water is water that goes through a treatment process or without a treatment process that meets health requirements and can be drunk directly. Water that is usually used as drinking water by the community includes groundwater or well water and the Water Supply Company. Water used as a source of drinking water must meet good water quality standards in accordance with the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No.492 / Menkes / PER / IV / 2010. Drinking water that is safe for health is one of them if it meets the chemical requirements. Chemical parameters of drinking water one of which can be seen from the Florida ion content. Fluoride ion levels in sea water around 1.2-1.5 mg / L. Generally springs and well water contain higher concentrations of fluoride ions than surface water such as lakes and rivers. Where Fluoride ion levels in well water around 0.4-1.4 mg / L. And the levels of Fluoride ions in fresh water around 0.01-0.3 mg / L. Increased levels of fluoride ions can be caused by human activities such as fluoridation in water, waste disposal and industrial activities. According to the World Health Organization (WHO) in 2010 the Florida ion had a beneficial effect on health by strengthening teeth and bones if the levels were around 0.7 mg / L, while according to the Minister of Health Regulation of the Republic of Indonesia No.492 / Menkes / PER / IV / 2010 Florida ions are very dangerous if the levels are more than 1.5 mg / L. Increased levels of fluoride ions exceeding the limits set on water sources used as drinking water by the community can cause health problems including fluorosis of bones and teeth.

Keywords: Fluoride ion, drinking water, wells water, Water Supply Company, bone fluorosis, dental fluorosis.

PENGARUH LOKASI TERHADAP KADAR ION FLUORIDA PADA AIR SUMUR DAN AIR PAM DENGAN METODE KOLORIMETRI

Abstrak

Fluor (fluorine) merupakan unsur paling reaktif, oksidator paling kuat serta memiliki elektronegatifitas paling tinggi. Dalam air fluor biasanya terbentuk sebagai ion

fluorida. Air merupakan salah satu sumber asupan fluorida yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan dan membandingkan kadar ion fluorida pada air sumur dan air PAM yang digunakan masyarakat sebagai sumber air minum. Analisis kualitatif dilakukan dengan pereaksi SPADNS-Asam Zirkonil berwarna merah, hasil positif ditandai dengan adanya penurunan intensitas warna pada larutan menjadi lebih pudar atau lebih jingga. Analisis kuantitatif menggunakan metode kolorimetri dengan penambahan pereaksi SPADNS-Asam Zirkonil dan selanjutnya diukur pada panjang gelombang 582 nm. Data yang diperoleh dilakukan uji statistik menggunakan SPSS 16 dengan *One way* anova. Hasil penelitian kadar ion fluorida di sekitar pantai berbeda secara signifikan dari sampel air sumur dekat pantai sampai jauh dari pantai. Sedangkan kadar ion fluorida pada sampel air PAM berbeda secara signifikan dari sampel yang bersumber dari sumur dalam, mata air perpompaan, mata air gravitasi, dan sungai. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jarak dan sumber air mempengaruhi kadar ion fluorida pada air.

Kata Kunci : Ion fluorida, air sumur, air PAM, fluorosis tulang dan fluorosis gigi.

Pendahuluan

Air merupakan sumber kebutuhan dasar yang penting bagi kehidupan manusia dan makhluk lainnya, salah satunya digunakan sebagai air minum. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air yang biasanya digunakan sebagai air minum oleh masyarakat di antaranya yaitu air tanah atau air sumur dan air PAM. Air yang digunakan sebagai sumber air minum harus memenuhi standar kualitas air yang baik sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/PER/IV/2010. Air minum yang aman bagi kesehatan salah satunya yaitu jika memenuhi persyaratan kimiawi. Parameter kimia air minum salah satunya dapat dilihat dari kandungan ion Fluorida.

Kadar ion Fluorida pada air laut sekitar 1,2-1,5 mg/L. Pada umumnya mata air dan air sumur mengandung konsentrasi ion Fluorida lebih tinggi dibandingkan air permukaan seperti danau dan sungai. Dimana kadar ion Fluorida pada air sumur sekitar 0,4-1,4mg/L. Dan kadar ion Fluorida pada air tawar sekitar 0,01-0,3 mg/L. Meningkatnya kadar ion Fluorida dapat disebabkan oleh adanya kegiatan manusia seperti fluoridasi pada air, pembuangan limbah dan kegiatan industri.

Menurut World Health Organization (WHO) pada tahun 2010 ion Fluorida memiliki efek yang menguntungkan bagi kesehatan yaitu memperkuat gigi dan tulang apabila kadarnya sekitar 0,7 mg/L, Sedangkan menurut sesuai Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/Menkes/PER/IV/2010 ion Fluorida sangat berbahaya bila kadarnya lebih dari 1,5 mg/L. Meningkatnya kadar ion Fluorida melebihi batasan yang telah ditetapkan pada sumber air yang digunakan sebagai air minum oleh masyarakat dapat menyebabkan gangguan kesehatan di antaranya yaitu fluorosis pada tulang dan gigi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lokasi terhadap kadar ion Fluorida pada air sumur di sekitar Pantai Karang Paranje dan air PAM yang digunakan oleh masyarakat sebagai air minum di beberapa cabang PDAM di Kota Garut dan memenuhi standar Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia

No.492/MENKES/PER/IV/2010 atau tidak.

Metode

Alat. Spektrofotometer *uv-visible* (Genesys 10S Uv-Vis[®]), kuvet disposable, timbangan analitik (FUJITSU FS-AR210[®]), kertas perkamen, gelas kimia 1000 mL (Pyrex), gelas kimia 100 mL (Pyrex), gelas ukur 10 mL (Pyrex), gelas ukur 50 mL (Pyrex), gelas ukur 100 mL (Pyrex), gelas ukur 500 mL (Pyrex), pipet tetes, labu ukur 500 ml (Pyrex), labu ukur 100 ml (Pyrex), labu ukur 50 ml (Pyrex), spatula, batang pengaduk, botol semprot, dan mikro pipet (Socorex).

Bahan. Air sumur dan air PAM, standar Kalium Fluorida (KF) (Merck), Sodium 2-parasulfofenilazon 1,8-dihidroksi-3,6-naftalen disulfonat (SPADNS) (Merck), Zirkonil Klorida Oktahidrat (ZrOCl₂.8H₂O) (Merck), Natrium arsenit (NaAs.O₂) (Merck), Asam Klorida pekat (HCl) (Brataco) dan air suling (Brataco).

Pengumpulan Sampel Uji. Sampel uji yang digunakan pada penelitian ini yaitu air sumur dan air PAM. Air sumur yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari sekitar Pantai Karang Paranje di Kampung Karyasari Kecamatan Cibalong Kabupaten Garut yaitu air sumur dengan jarak 0,128 km dari pantai karang paranje (AS1), air sumur dengan jarak 0,299 km dari pantai karang paranje (AS2), air sumur dengan jarak 0,877 km dari pantai karang paranje (AS3), dan air sumur dengan jarak 2,182 km dari pantai karang paranje (AS4). Air PAM yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel air yang berasal dari pusat air PAM Tirta Intan yang dialirkan ke masyarakat sebagai sumber air minum berasal dari cabang Samarang, Tarogong kaler, Cempaka 1, Tarogong Kidul, Cisurupan, Wanaraja, Cempaka, Karangpawitan, Banyuresmi, Pameungpeuk, Cibalong, dan Cibatuh di Kota Garut.

Penyiapan Bahan dan Pembuatan Larutan Baku. Pereaksi yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu larutan SPADNS, larutan Asam Zirkonil, larutan SPADNS-Asam Zirkonil, larutan blanko, dan larutan Natrium Arsenit.²

Pembuatan Larutan SPADNS. Larutan SPADNS dibuat dengan cara 479 mg SPADNS dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan dilarutkan dengan air suling, kemudian cukupkan volumenya sampai garis tanda batas.²

Pembuatan Larutan Asam Zirkonil. Larutan Asam Zirkonil dibuat dengan cara 66,5 mg Zirkonil Klorida Oktahidrat (ZrOCl₂.8H₂O) dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan dilarutkan dengan air suling 13 mL, kemudian ditambahkan 175 mL Asam Klorida pekat dan dicukupkan volumenya sampai garis tanda batas dengan air suling.²

Pembuatan Larutan SPADNS-Asam Zirkonil. Larutan SPADNS-Asam Zirkonil dibuat dengan cara 250 mL larutan SPADNS dicampurkan dengan 250 mL larutan Asam Zirkonil (1:1) dan diaduk hingga homogen, kemudian dimasukkan ke dalam botol kaca tertutup.²

Pembuatan Larutan Blanko. Larutan blanko dibuat dengan cara 10 mL larutan SPADNS ditambahkan ke dalam 100 mL air suling, kemudian dicampurkan dengan 10 mL air suling yang mengandung 7 mL Asam Klorida pekat dan diaduk hingga homogen.²

Pembuatan Larutan Natrium Arsenit. Larutan Natrium Arsenit dibuat dengan cara 1,25 gr Natrium Arsenit dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL dan dicukupkan volumenya sampai garis tanda batas dengan air suling.

Uji Kualitatif Ion Fluorida. Larutan SPADNS-Asam Zirkonil sebanyak 2 mL membentuk larutan berwarna merah, kemudian ditambahkan 10 mL larutan sampel dan ditambahkan 1 tetes Natrium Arsenit. Semakin tinggi kadar ion fluorida pada larutan sampel maka warna yang dihasilkan akan semakin memudar.²

Pembuatan Larutan Induk Baku Fluorida. Ditimbang sebanyak 100 mg Kalium Fluorida dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan dilarutkan dalam air suling, kemudian dicukupkan volumenya sampai garis tanda batas ($C = 1000 \text{ mg/L}$) (LIB).²

Pembuatan Larutan Standar Baku Fluorida. Dipipet 10 mL larutan induk baku fluorida (LIB) dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan dilarutkan dalam air suling, kemudian dicukupkan volumenya sampai garis tanda batas.²

Optimasi Ion Fluorida

Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Fluorida. Dipipet sebanyak 10 mL dari LSB dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian dicukupkan volumenya dengan air suling sampai garis tanda batas (LP1) $C = 10 \text{ mg/L}$. Dipipet 4 mL dari LP1 dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu dicukupkan volumenya dengan air suling sampai garis tanda batas (LP2) $C = 0,8 \text{ mg/L}$. Selanjutnya dari LP2 dipipet 10 mL dan dimasukkan ke dalam vial, kemudian ditambahkan 2 mL larutan SPADNS-Asam Zirkonil dan dikocok sampai homogen. Larutan dalam vial kemudian diukur serapan pada rentang panjang gelombang 500-600 nm.²

Penentuan Waktu Kerja Fluorida. Dipipet sebanyak 10 mL dari LSB dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian dicukupkan volumenya dengan air suling sampai garis tanda batas (LWK 1) $C = 10 \text{ mg/L}$. Dari LWK 1 dipipet 3 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, lalu dicukupkan volumenya dengan air suling sampai dengan garis tanda batas (LWK 2) $C = 0,6 \text{ mg/L}$. Setelah itu dipipet 10 mL dari LWK 2 dan ditambahkan 2 mL larutan SPADNS-Asam Zirkonil, kemudian dikocok sampai homogen. Diukur serapan pada panjang gelombang maksimum 582 nm setiap selang waktu 5 menit selama 30 menit.²

Penentuan Kurva Kalibrasi. Dipipet sebanyak 10 mL dari LSB dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian dicukupkan volumenya dengan air suling sampai garis tanda batas (LK1) $C = 10 \text{ mg/L}$. Dipipet sebanyak 0,5; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; dan 4 mL, masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Kemudian setiap larutan ditambahkan air suling sampai dengan garis tanda batas ($C = 0,1; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; \text{ dan } 0,8 \text{ mg/L}$). Diambil sebanyak 10 mL dari masing-masing larutan kemudian ditambahkan 2 mL larutan SPADNS-Asam Zirkonil dan dikocok sampai homogen. Setelah itu larutan diukur serapan pada panjang gelombang maksimum 582 nm.²

Penetapan Kadar Ion Fluorida. Sampel diambil sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam vial lalu ditambahkan 1 tetes larutan Natrium Arsenit dikocok dan ditambahkan 2 mL larutan SPADNS-Asam Zirkonil, kemudian dikocok sampai larutan homogen. Setelah itu larutan diukur serapannya pada panjang gelombang 582 nm. Kadar ion fluorida dalam sampel dapat dihitung dengan persamaan regresi $y = bx + a$.²

Verifikasi Metode Analisis

Uji Linearitas. Linearitas merupakan kemampuan suatu metode analisis untuk memperoleh hasil-hasil uji yang secara langsung atau setelah diolah secara matematis sebanding dengan konsentrasi analit yang ada dalam sampel dalam batas rentang konsentrasi tertentu. Linearitas dapat diukur dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda-beda. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisien korelasi r pada analisis regresi linier $y = bx + a$.² **Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ).** Batas deteksi merupakan jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberikan respon yang signifikan dibandingkan dengan blanko. Sedangkan batas kuantitasi merupakan parameter pada analisis relik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama.^{2,19}

$$\text{Batas Deteksi} = \frac{3 \cdot S_{y/x}}{\text{Slope}}$$
$$\text{Batas Kuantitasi} = \frac{10 \cdot S_{y/x}}{\text{Slope}}$$

Keterangan : $S_{y/x}$ = Simpangan baku residual
Slope = b pada persamaan garis $y = bx + a$

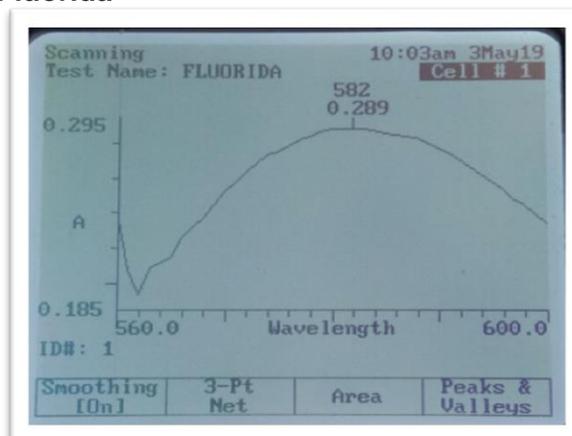
Batas deteksi dan kuantitasi dihitung secara statistik melalui garis regresi linier dari kurva kalibrasi.²

Uji Presisi. Uji presisi dilakukan dengan cara membuat 6 buah larutan standar dengan konsentrasi 0,6 mg/L. Lalu diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum 582 nm.²

Uji Akurasi. Untuk uji akurasi ion fluorida larutan uji dibagi menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama dipipet sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam vial dan ditambahkan 500 μL LK1 ($C = 0,1$ mg/L). Kelompok kedua dipipet sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam vial dan ditambahkan 2500 μL LK1 ($C = 0,5$ mg/L). Kelompok ketiga dipipet sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam vial dan ditambahkan 4000 μL LK1 ($C = 800$ mg/L). Lalu pada masing-masing kelompok ditambahkan 2 mL pereaksi SPADNS-Asam Zirkonil, kemudian dikocok sampai larutan homogen dan untuk setiap kelompok dibuat tiga buah larutan yang akan diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum 582 nm.²

Hasil

Hasil Optimasi Ion Fluorida

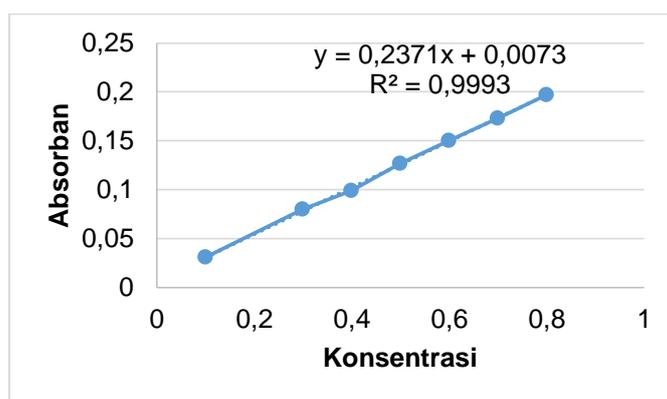


Gambar 1 Kurva panjang gelombang maksimum SPADNS

Tabel 1. Penentuan Waktu Kerja

| Menit | Absorban |
|-------|----------|
| 0 | 0,133 |
| 5 | 0,133 |
| 10 | 0,133 |
| 15 | 0,136 |
| 20 | 0,133 |
| 25 | 0,146 |
| 30 | 0,140 |

Hasil Verifikasi Metode Analisis



Gambar 2. Kurva kalibrasi ion fluorida

Tabel 2. Konsentrasi Kurva Kalibrasi

| Konsentrasi Ion Fluorida (mg/L) | Absorban |
|---------------------------------|----------|
| 0,1 | 0,031 |
| 0,3 | 0,080 |
| 0,4 | 0,099 |
| 0,5 | 0,127 |
| 0,6 | 0,150 |
| 0,7 | 0,173 |
| 0,8 | 0,197 |

Tabel 3. Hasil Uji Akurasi Ion Fluorida

| Konsentrasi Ion Fluorida (mg/L) | Replikasi | Absorbansi | Kadar hasil Ion Fluorida (mg/L) | % Recovery (x) |
|---------------------------------|-----------|------------|---------------------------------|----------------|
| 0,8 | 1 | 0,195 | 0,792 | 99,000% |
| | 2 | 0,194 | 0,787 | 98,375% |
| | 3 | 0,195 | 0,792 | 99,000% |
| Rata-rata | | | | 98,792% |
| 0,5 | 1 | 0,129 | 0,513 | 102,600% |
| | 2 | 0,124 | 0,501 | 98,400% |
| | 3 | 0,126 | 0,492 | 100,200% |

| | | | | |
|------------------|---|-------|-------|-----------------|
| Rata-rata | | | | 100,400% |
| | 1 | 0,029 | 0,092 | 92,000% |
| 0,1 | 2 | 0,028 | 0,087 | 96,000% |
| | 3 | 0,034 | 0,113 | 113,000% |
| Rata-rata | | | | 100,333% |

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Kadar Hasil}}{\text{Kadar Sebenarnya}} \times 100\%$$

Tabel 4. Hasil Uji Presisi

| Konsentrasi (mg/L) | Absorban | Kadar Hasil Ion Fluorida (mg/L) | % Recovery (x) | $x-\bar{x}$ | $(x-\bar{x})^2$ |
|--------------------|----------|---------------------------------|-------------------|-------------|-----------------|
| 0,6 | 0,150 | 0,602 | 100,333% | 0,722 | 0,521 |
| 0,6 | 0,148 | 0,593 | 98,833% | -0,778 | 0,605 |
| 0,6 | 0,150 | 0,602 | 100,333% | 0,722 | 0,521 |
| 0,6 | 0,149 | 0,598 | 99,667% | 0,056 | 0,003 |
| 0,6 | 0,149 | 0,598 | 99,667% | 0,056 | 0,003 |
| 0,6 | 0,148 | 0,593 | 98,833% | -0,778 | 0,605 |
| | | | Σ 597,666% | | Σ 2,258 |
| | | | \bar{x} 99,611% | | |

$$\begin{aligned} \% \text{ RSD} &= \frac{\text{Standar Deviasi (SD)}}{\text{Rata-rata data } (\bar{x})} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1}}}{99,611\%} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,4516}}{99,611\%} \times 100\% \\ &= \frac{0,672}{99,611\%} \times 100\% \\ &= 0,675\% \end{aligned}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Batas Deteksi dan Batas Kuantitasi

| No. | X (mg/L) | Y (Absorban alat) | Yi (Absorban hitungan) | Y-Yi | $(Y-Yi)^2$ |
|-----------|----------|-------------------|------------------------|--------|------------------|
| 1 | 0,1 | 0,031 | 0,031 | 0,000 | 0,000000 |
| 2 | 0,3 | 0,080 | 0,078 | 0,002 | 0,000004 |
| 3 | 0,4 | 0,099 | 0,102 | -0,003 | 0,000009 |
| 4 | 0,5 | 0,127 | 0,126 | 0,001 | 0,000001 |
| 5 | 0,6 | 0,150 | 0,150 | 0,000 | 0,000000 |
| 6 | 0,7 | 0,173 | 0,169 | 0,004 | 0,000016 |
| 7 | 0,8 | 0,197 | 0,197 | 0,000 | 0,000000 |
| Σ | 3,4 | 0,857 | | | Σ 0,00003 |
| \bar{x} | 0,5 | 0,122 | | | |

Persamaan regresi linier $y = 0,2371x + 0,0073$

$$\begin{aligned} \text{Batas simpangan baku residual} &= \sqrt{\frac{\sum (Y-Y_i)^2}{n-2}} \\ &= \sqrt{\frac{0,00003}{5}} \\ &= \sqrt{0,000006} \\ &= 0,0024 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Batas deteksi (LOD)} &= \frac{3 \times \text{SB}}{\text{Slope}} \\ &= \frac{3 \times 0,0024}{0,2371} \\ &= 0,030 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

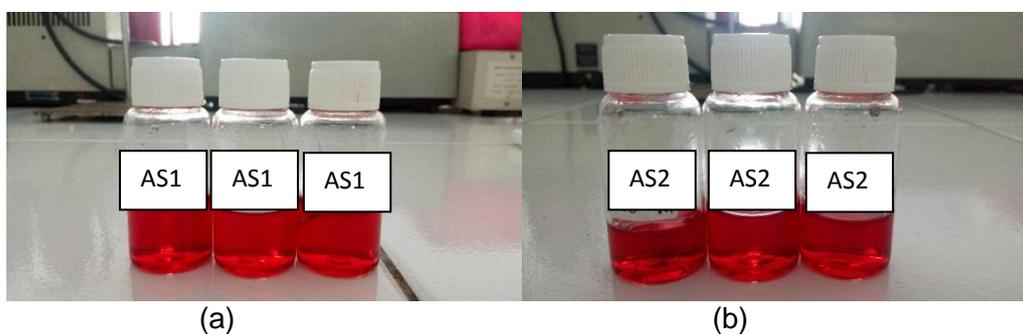
$$\begin{aligned} \text{Batas kuantitasi (LOQ)} &= \frac{10 \times \text{SB}}{\text{Slope}} \\ &= \frac{10 \times 0,0024}{0,2371} \\ &= 0,101 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

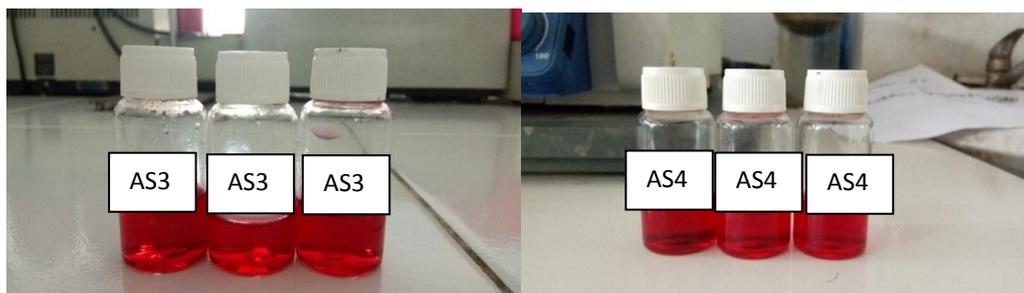
Hasil Uji Kualitatif Ion Fluorida Air Sumur

Tabel 6. Uji Kualitatif Ion Fluorida pada Sampel Air Sumur

| Sampel | Hasil Uji Kualitatif |
|--------|----------------------|
| AS1 | + |
| AS2 | + |
| AS3 | + |
| AS4 | + |

Keterangan (+) = Air sumur mengandung ion fluorida
 (-) = Air sumur tidak mengandung ion fluorida





(c)

(d)

Gambar 3. Hasil uji kualitatif ion fluorida pada sampel air sumur

Hasil Uji Kualitatif Ion Fluorida Air PAM

Tabel 7. Uji Kualitatif Ion Fluorida pada Sampel Air PAM

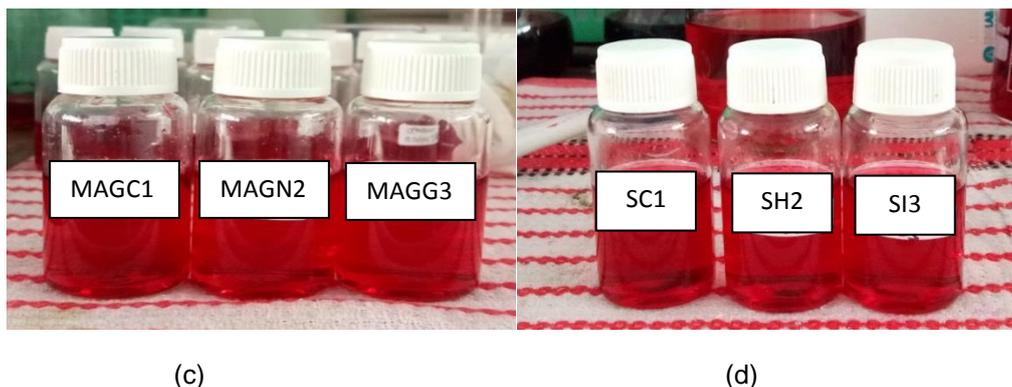
| Sampel | Hasil Uji Kualitatif |
|--------|----------------------|
| SDC1 | + |
| SDA2 | + |
| SDG3 | + |
| MAPC1 | + |
| MAPS2 | + |
| MAPA3 | + |
| MAGC1 | + |
| MAGN2 | + |
| MAGG3 | + |
| SC1 | + |
| SH2 | + |
| SI3 | + |

Keterangan (+) = Air PAM mengandung ion fluorida
 (-) = Air PAM tidak mengandung ion fluorida



(a)

(b)



Gambar 4. Hasil uji kualitatif ion fluorida pada sampel air PAM

Hasil Penentuan Kadar Ion Fluorida Air Sumur

Tabel 8. Kadar Ion Fluorida dalam Sampel Air Sumur

| Sampel | Jarak | Kadar Ion Fluorida (mg/L) | Kedalaman Sumur (m) |
|--------|----------|---------------------------|---------------------|
| AS1 | 0,128 km | 0,728 | 4 |
| AS2 | 0,299 km | 0,581 | 5 |
| AS3 | 0,877 km | 0,353 | 5 |
| AS4 | 2,182 km | 0,330 | 5 |

Hasil Penentuan Kadar Ion Fluorida Air PAM

Tabel 9. Kadar Ion Fluorida Pada Sampel Air PAM

| Sampel | Sumber Air | Cabang | Kadar Ion Fluorida mg/L | Kedalaman sumur (meter) |
|--------|-------------------------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
| SDC1 | Sumur dalam cempaka | Cempaka | 0,378 | 102 |
| SDA2 | Sumur dalam asem | Karangpawitan | 0,311 | 105 |
| SDG3 | Sumur dalam cipicung | Banyuresmi | 0,267 | 94 |
| MAPC1 | Mata air perpompaan cipulus | Tarogong idul | 0,197 | 5 |
| MAPS2 | Mata air pompa ciharemas | Cisurupan | 0,210 | 70 |
| MAPA3 | Mata air pompa cikara | Wanaraja | 0,218 | 4 |
| MAGC1 | Mata air gravitasi Cibitung | Samarang | 0,154 | 3 |
| MAGN2 | Mata air gravitasi cibulakan | Cempaka | 0,117 | 3 |
| MAGG3 | Mata air gravitasi cibolerang | Tarogong kaler | 0,159 | 3 |
| SC1 | Sungai citameng | Cibatu | 0,053 | - |
| SH2 | Sungai cipalebuh | Pameungpeuk | 0,066 | - |
| SI3 | Sungai cisanggiri | Cibalong | 0,096 | - |

Pembahasan

Penentuan kadar ion fluorida dilakukan pada air sumur dan air PAM yang masih dijadikan sebagai sumber air minum oleh masyarakat di sekitar Pantai Karang Paranje Pameungpeuk dan di beberapa cabang PDAM di Kota Garut. Metode yang digunakan untuk pengumpulan sampel berdasarkan metode *purposive sampling* yaitu teknik sampling dengan mengambil sebagian sampling berdasarkan jarak dan sumber air. Jumlah sampel yang didapat sebanyak 4 sampel air sumur dan 12 sampel air PAM.

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah kolorimetri, dengan pereaksi yang digunakan SPADNS-Asam Zirkonil akan membentuk kompleks larutan berwarna merah. Jika ditambahkan sampel dengan konsentrasi ion fluorida tinggi maka warna pada larutan akan menjadi pudar atau berwarna jingga.² Pereaksi SPADNS-Asam Zirkonil merupakan metode pengamatan secara tidak langsung dimana yang diamati adalah pengurangan serapan kompleks pereaksi SPADNS-Asam Zirkonil bukan serapan kompleks pereaksi SPADNS-Asam Zirkonil yang ditambahkan dengan ion fluorida. Pengurangan serapan tersebut sebanding dengan kadar ion fluorida pada larutan uji, kemudian diukur serapan larutan menggunakan spektrofotometer *uv-visible* pada panjang gelombang maksimum 582 nm dengan blanko larutan pembanding.⁹

Penelitian ini diawali dengan optimasi ion fluorida yaitu penetapan panjang gelombang maksimum yang dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari suatu larutan baku pada konsentrasi tertentu. Penentuan kurva serapan ion fluorida dilakukan pada larutan konsentrasi 0,8 mg/L diukur pada panjang gelombang 560-600 nm. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh untuk ion fluorida adalah 582 nm, panjang gelombang maksimum ion fluorida diperoleh dari panjang gelombang maksimum SPADNS. Dimana panjang gelombang maksimum tersebut mendekati panjang gelombang menurut SNI 01-3554-2006 yaitu 570 nm.¹²

Selanjutnya dilakukan penentuan waktu kerja untuk mengetahui waktu pengukuran yang stabil untuk ion fluorida setelah penambahan pereaksi SPADNS-Asam Zirkonil. Hasil uji diperoleh absorbansi yang stabil pada larutan yaitu hingga menit ke-10 setelah penambahan pereaksi.² Dilakukan verifikasi terlebih dahulu sebelum pengukuran kadar sampel, dengan maksud untuk membuktikan bahwa metode dapat digunakan di laboratorium yang dimiliki. Parameter yang diukur diantaranya yaitu uji linearitas, uji presisi, uji akurasi, batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ).² Pada uji linearitas diperoleh persamaan regresi linier $y = 0,2371x + 0,0073$ dengan nilai $r^2 = 0,9993$. Dari hasil data kurva kalibrasi yang dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa uji linearitas memenuhi persyaratan karena kurva kalibrasi dapat dikatakan linier apabila memiliki nilai $r^2 > 0,995$.²⁰

Berdasarkan hasil uji akurasi, diperoleh nilai rata-rata persen perolehan kembali untuk larutan baku ion fluorida konsentrasi 0,1 mg/L sebesar 100,333%, larutan konsentrasi 0,5 mg/L sebesar 100,400%, dan larutan konsentrasi 0,8 mg/L sebesar 98,792%. Dapat disimpulkan bahwa pada setiap konsentrasi memiliki hasil akurasi yang baik pada analisis kadar ion fluorida, karena memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh CDER (*Center for Drug Evaluation and Research*) dimana nilai perolehan kembali (*%Recovery*) yang dianjurkan berada pada rentang 80-120%.²¹

Uji presisi diukur untuk mengetahui nilai RSD (simpangan baku relatif) dengan syarat memerlukan nilai %RSD kurang dari 2%. Hasil %RSD untuk ion fluorida dengan konsentrasi 0,6 mg/L sebesar 0,675%, dapat disimpulkan bahwa uji presisi memenuhi

syarat.²¹ Batas deteksi (LOD) diperoleh dari persamaan regresi linier untuk ion fluorida sebesar 0,030 mg/L dan batas kuantitasi (LOQ) sebesar 0,101 mg/L. Dimana nilai batas deteksi dan batas kuantitasi diperoleh dari nilai standar deviasi (SD). Untuk batas deteksi dari nilai 3 SD dan batas kuantitasi dari nilai 10 SD, sehingga nilai batas deteksi lebih kecil dari batas kuantitasi. Penentuan batas deteksi (LOD) untuk mengetahui jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberikan respon yang signifikan dibandingkan dengan blanko, sedangkan batas kuantitasi (LOQ) merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih memenuhi kriteria cermat dan seksama.²

Setelah dilakukan verifikasi, maka dilakukan pengukuran kadar ion fluorida pada sampel. Sampel uji yang telah ditambahkan pereaksi berwarna diukur pada panjang gelombang 582 nm. Dimana pengukuran absorbansi tiga kali replikasi. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan dari nilai sebenarnya pada pengukuran.

Selanjutnya data kadar ion fluorida yang diperoleh diolah dengan uji statistik menggunakan aplikasi SPSS 16.0. Pengolahan data bertujuan untuk mengetahui apakah lokasi sumber air berpengaruh terhadap kadar ion fluorida dalam sampel air sumur di sekitar Pantai Karang Paranje Pameungpeuk dan air PAM yang diperoleh dari beberapa cabang di Kota Garut yang diambil berdasarkan sumber air yaitu sumur dalam, mata air perpompaan, mata air gravitasi, dan sungai yang telah dilakukan pengolahan. Uji normalitas dan homogenitas dilakukan sebagai uji pendahuluan untuk mengetahui apakah data tersebut berdistribusi normal dan homogen. Sehingga dapat dilakukan uji *one way* ANOVA dengan taraf kepercayaan 95%.^{18,19}

Setelah dilakukan uji *one way* ANOVA, didapatkan hasil terdapat perbedaan yang signifikan pada kelompok uji sampel. Kemudian dilakukan uji Tukey HSD sebagai uji lanjutan untuk mengetahui pasangan kelompok sampel mana saja yang saling berbeda secara signifikan. Hampir seluruh sampel menunjukkan perbedaan secara signifikan.^{18,19}

Berdasarkan penentuan kadar ion fluorida pada sampel air sumur yang diperoleh di sekitar pantai, dimana pengambilan sampel dilakukan pada 20 April 2019. Diperoleh hasil pengukuran kadar ion fluorida pada sampel air sumur. Tabel 8

Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa sampel (AS1) lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yang lain, karena air sumur di sekitar pantai mendapatkan suplai dari resapan aliran air laut yang mengandung kadar ion fluorida tinggi. Resapan aliran air laut dapat terjadi karena adanya proses intrusi air laut, densitas tanah disekitar laut lebih rendah, dan permeabilitas tinggi, sehingga mineral yang terdapat pada air laut dapat terbawa aliran air dalam jumlah lebih banyak. Tetapi kadar ion fluorida pada sampel air sumur AS1, AS2, AS3, dan AS4 masih memenuhi syarat menurut Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu tidak > 1,5 mg/L.^{4,7}

Kadar ion fluorida pada air PAM bersumber dari sumur dalam, mata air perpompaan, mata air gravitasi, dan sungai. Dimana dari masing-masing sumber air tersebut diambil tiga sampel dari beberapa cabang PDAM Tirta Intan di Kota Garut pada 18 Mei 2019. Berdasarkan hasil penentuan kadar ion Florida pada 12 sampel air PAM, diperoleh data hasil kadar ion Florida. Tabel 9 Berdasarkan sampel air PAM tersebut diperoleh kadar ion fluorida tertinggi bersumber dari sumur dalam yaitu SDC1 sebesar 0,378 mg/L, sampel SDA2 sebesar 0,311, dan sampel SDG3 sebesar 0,267 mg/L. Sedangkan yang bersumber dari mata air perpompaan yaitu MAPC1 sebesar 0,197 mg/L, MAPS2 sebesar 0,210 mg/L, dan MAPA3 sebesar 0,218 mg/L. Yang bersumber

dari mata air gravitasi yaitu MAGC1 sebesar 0,154 mg/L, MAGA2 sebesar 0,117 mg/L, dan MAGG3 sebesar 0,159 mg/L. Serta sampel air PAM yang bersumber dari sungai yaitu SC1 sebesar 0,053 mg/L, SH2 sebesar 0,066 mg/L, dan sampel SI3 sebesar 0,096 mg/L.

Kadar ion fluorida dari sampel air PAM di atas tertinggi bersumber dari air sumur dan mata air dibandingkan dengan air sungai. Hal ini disebabkan karena semakin dalam air ke bawah lapisan tanah maka semakin tinggi kadar ion fluorida dalam air, karena adanya interaksi antara air dan batuan semakin tinggi. Selain itu air PAM yang bersumber dari air sumur dan mata air tidak dilakukan proses pengolahan tetapi langsung dialirkan ke masyarakat sehingga kadar ion fluorida akan lebih tinggi. Sedangkan air sungai dilakukan proses pengolahan sebelum dialirkan ke masyarakat, proses pengolahan yang dilakukan yaitu adsorpsi, koagulasi, flokulasi, klarifikasi, filtrasi dan penghilangan mikroba. Pengolahan tersebut tidak mampu menghilangkan pengotor-pengotor yang memiliki ukuran sangat kecil seperti ion fluorida, sehingga kadar ion fluorida pada air sungai akan tetap ada. Namun kadar ion fluorida pada air sungai lebih rendah dibandingkan air sumur dan mata air karena dilihat dari letak air sungai berada di permukaan, serta memiliki densitas yang tinggi dan permeabilitas yang rendah sehingga kadar ion fluorida rendah.⁷

Dari data yang diperoleh dari sampel air PAM kadar ion fluorida memenuhi persyaratan menurut Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 dan WHO (*World Health Organization*) pada tahun 2010 yaitu tidak > 1,5 mg/L.⁴ Sehingga air yang bersumber dari air sumur dan air PAM aman bagi kesehatan masyarakat di Kota Garut.^{1,4,5,8}

Bila kadar ion fluorida meningkat melebihi batasan yang telah ditetapkan dapat menyebabkan gangguan kesehatan diantaranya yaitu fluorosis gigi dan fluorosis tulang. Fluorosis tulang dan gigi dapat terjadi bila terpapar kadar ion fluorida tinggi dalam jangka waktu yang lama, karena ketika ion fluorida masuk ke dalam tubuh dapat terikat pada tulang dan gigi. Tulang dan gigi mengandung ion hidroksiapatit, dimana ion fluorida dapat menggantikan ion hidroksida pada ion hidroksiapatit sehingga akan membentuk kompleks dengan ion hidroksiapatit menghasilkan fluorida apatit yang dapat memperkuat tulang dan gigi. Bila kadar ion fluorida tinggi akan membuat tulang dan gigi semakin rapuh dan menyebabkan gangguan kesehatan fluorosis tulang dan gigi. Sehingga kadar ion fluorida pada air minum harus diperhatikan.^{1,5,8}

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa lokasi sumber air memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar ion fluorida pada air sumur dan air PAM yang dapat dilihat dari data hasil statistik pada nilai $\alpha < 0,05$. Pada 4 sampel air sumur di sekitar pantai semua mengandung ion Fluorida dengan kadar tertinggi pada sampel AS1. Sedangkan 12 sampel air PAM semua mengandung ion fluorida dimana kadar tertinggi pada sampel sumur SDC1, SDA2, dan SDG 3. Namun kadar ion fluorida pada sampel masih memenuhi kadar maksimal menurut Permenkes No.492/Menkes/Per/IV/2010 yaitu 1,5 mg/L.

Daftar Pustaka

1. Gafur A, Kartini AD. Studi Kualitas Fisik Kimia dan Biologis pada Air Minum Dalam Kemasan Berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar Tahun 2016. *J Kesehatan Lingkungan*. 2016;3:37–46.
2. Astriningrum Y, Suryadi H. Analisis Kandungan Ion Fluorida Pada Sampel Air Tanah dan Air PAM Secara Spektrofotometri. *Skripsi*. 2010;7(3):46–57.
3. Artati. Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Air yang Melalui Saluran Pipa Penyalur Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Makassar. 2018;1:47–55.
4. Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. 2010. p. 1–9.
5. Widana GAB, Astawa KP, Pasek IK, Nida S. Analisis Ion Fluorida (F-) Dalam Air Minum Kemasan , PAM dan Mata Air di Wilayah Kecamatan Buleleng Bali. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidik Kima VI*. 2014;536–42.
6. Kanduti D, Sterbenk P, Artnik B. Fluoride : A Review Of USE and Effects On Health. 2016;28:133–7.
7. Sumiok JB, Pangemanan DHC, Niwayan M. Gambaran Kadar Fluor Air Sumur dengan Karies Gigi Anak di Desa Boyongpante Dua. *Jurnal Ilmiah Farmasi Pharmacon*. 2015;4(4):116–26.
8. World Health Organization (WHO). Inadequate Or Excess Fluoride: A Major Public Health Concern. 2010;1–5.
9. Zulfaida U, Arumsari A, Nugraha R. Analisis Kadar Fluorida Dalam Sampel Seduhan Teh (*Camellia Sinensis*) menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak. 2010;2(2460–642):15–22.
10. Lestari TZ. Kualitas Air Sumur-sumur Penduduk di Kelurahan Jati Pulogadung Jakarta Timur. *Jurnal Petro*. 2017;VI(2):2–8.
11. Kautsar M, Isnanto RR, Widiyanto ED. Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Keekeruhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*. 2015;3(1):79.
12. Badan Standardisasi Nasional. Cara Uji Air Minum dalam Kemasan. 2006. 12-13 p.
13. Universitas Islam Bandung. Analisis Kandungan Fluorida pada Sampel Pasta Gigi yang Diperoleh dari Beberapa Hotel di Kota Bandung Menggunakan Metode Spektrofotometri Sinar Tampak. 2015;2:493–500.
14. Preedy VR. *Chemistry, Analysis, Function and Effects*. 2015. 57-62 p.
15. Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L MY, Fawell J BK. Fluoride in

Drinking Water. 2006. 1-131 p.

16. Lestari S. Pengaruh Paparan Fluorida Oral Dalam Pasta Gigi Dengan Dosis Bertingkat Terhadap Gambaran Mikroskopis Lambung Mencit Balb/C Usia 3-4 Minggu. Artikel Karya Tulis Ilmiah. 2014;9–10.
17. Ganjar, IG RA. Kimia Farmasi Analisis. Yogyakarta: Pustaka Pelajar; 2007. 220-240 p.
18. Utami AR. Verifikasi Metode Pengujian Sulfat Dalam Air dan Air Limbah Sesuai SNI 6989. 20: 2009. Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri. 2017;2(1):19–25.
19. Hermita. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. Majalah Ilmu Kefarmasian. 2004;1(3):117–35.
20. American Public Health Assosiation. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. New York Health Assosiation; 1999.
21. Center for Drug Evaluation and Research US FDA. Review Guidance : Validation of Chromatografic Methods. Food And Drug Adminitration.
22. Noviani, Hardina. Analisis Penggunaan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Kitosan Pada Proses Penjernihan Air di PDAM Tirta Pakuan Bogor. Skripsi. Bogor: Universitas Pakuan. 2

