



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA VI**  
"Pemantapan Riset Kimia dan Asesmen Dalam Pembelajaran  
Berbasis Pendekatan Saintifik"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 21 Juni 2014



**MAKALAH  
PENDAMPING**

**KIMIA LINGKUNGAN**

**ISBN : 979363174-0**

## **ANALISIS ION FLUORIDA (F<sup>-</sup>) DALAM AIR MINUM KEMASAN, PAM DAN MATA AIR DI WILAYAH KECAMATAN BULELENG BALI**

**Gede Agus Beni Widana\*, Kadek Putra Astawa, I Komang Pasek  
Supartayana Nida**

Jurusan Analis Kimia, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Indonesia

\*Email : [beniundiksha@gmail.com](mailto:beniundiksha@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penggunaan air tanah sebagai bahan baku air minum banyak dilakukan, selain langsung di gunakan untuk keperluan rumah tangga khususnya sebagai air minum, ada yang dikemas untuk mempermudah distribusinya ke masyarakat. Tingkat konsumsi air minum di daerah tropis sangat tinggi dengan minimal konsumsi sebesar 2,5 (dua koma lima) liter setiap hari. Menurut KepMenKes RI No. 907/2002 dinyatakan bahwa fluorida merupakan bahan kimia anorganik yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan dengan kadar maksimum yang dipersyaratkan adalah 1,5 mg/L. Menurut batasan yang dikeluarkan oleh World Health Organization (WHO) tahun 1985 bahwa ion fluorida memiliki efek menguntungkan untuk memperkuat enamel gigi apabila kadarnya sekitar 0,7 mg/L, tapi sangat berbahaya apabila lebih dari 1,5 mg/L yaitu dapat menyebabkan dental fluorosis, dan skeletal tulang fluorosis. Bila kadar kurang dari 0,7 mg/L dapat menyebabkan karies gigi serta penipisan tulang. Pada penelitian ini dilaksanakan analisis kadar fluorida dalam air mata air dan air dalam kemasan bermerk maupun air isi ulang di wilayah Kecamatan Buleleng-Bali, sehingga akan diperoleh deskripsi tentang kadar fluorida pada air minum yang dikonsumsi masyarakat sekitarnya. Metode yang diterapkan mengacu kepada SNI 01-3554-2006 tentang analisis ion fluorida. Prinsip analisis menggunakan metode spektrofotometri UV Vis dengan reagen SPADNS berdasarkan prinsip pembentukan kompleks tidak berwarna  $[ZrF_6]^{2-}$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar fuorida di air mata air antara 0,222 – 0,460 mg/L, air PAM sebesar 0,101 - 0,383 mg/L, air minum isi ulang kemasan gallon 0,01 – 0,498 mg/L serta dalam air minum dalam kemasan bermerk antara 0,012 – 0,396 mg/L. Kebutuhan minimal fluorida dalam sehari adalah 3 mg per hari. Jika dikomparasi dengan jumlah asupan makanan yang mengandung fluorida juga dengan kebiasaan menggunakan pasta gigi dalam sehari rata-rata sebesar 1,7 mg sehari, maka diasumsikan bahwa ada kekurangan asupan fluorida ke dalam tubuh sehingga perlu asupan fluorida tambahan seperti menggunakan tablet fluorida.

*Kata kunci: fluorida, air minum, mata air.*

## PENDAHULUAN

Fluorida pada umumnya ditemukan di alam sebagai Sellaite ( $MgF_2$ ), Fluorspar ( $CaF_2$ ), Cryolite ( $Na_3AlF_6$ ) dan Fluoroapatit [ $3Ca_3(PO_4)_2Ca(F,Cl_2)$ ]. Keberadaan fluorida dalam air berasal dari degradasi mineral persenyawaan fluorida dan ada dalam air tanah.

Kadar ion fluorida dalam air tanah bergantung pada sifat geologis, kimia dan fisika serta iklim dari suatu area atau daerah. Mohaptra, dkk. 2009 dalam tulisannya menyatakan bahwa di beberapa wilayah di dunia khususnya di daerah tropis ditemukan fluorida dalam konsentrasi tinggi, sampai lebih dari 30 mg/L ada di air tanah [1]. Umumnya, mata air dan air sumur mengandung konsentrasi ion fluorida yang lebih tinggi dibandingkan air permukaan seperti danau dan sungai. Kandungan ion fluorida dalam air dapat meningkat oleh adanya kegiatan manusia seperti fluoridasi pada air, pembuangan limbah, dan pengaruh dari kegiatan industri.

Penggunaan air tanah sebagai bahan baku air minum banyak dilakukan, selain langsung di gunakan untuk keperluan rumah tangga, ada yang dikemas untuk mempermudah distribusinya ke masyarakat. Tingkat konsumsi air minum di daerah tropis sangat tinggi dengan minimal konsumsi sebesar 2,5 (dua koma lima) liter setiap hari. Hal ini berhubungan dengan masalah eksaserbasi atau karena kelembaban tinggi sehingga masyarakat di daerah tropis memerlukan air minum yang sangat tinggi untuk mengatasi rasa haus, sehingga dapat menyebabkan tingkat konsumsi mineral termasuk fluorida sangat tinggi [1].

Masuknya fluorida ke dalam tubuh dapat terjadi secara sistemik dan lokal. Secara sistemik antara lain melalui fluoridasi air minum dan tablet fluorida, garam dapur dan susu yang mengandung fluorida, sedangkan secara lokal melalui topikal aplikasi fluor dan produk kesehatan

pasta gigi, obat kumur fluor dan lain-lain [2]. Fluorida dalam air minum memiliki efek pada gigi dan tulang. Ion fluorida akan menggantikan ion hidroksida pada hidroksiapatit  $Ca_5(PO_4)_3OH$  suatu mineral penting yang menyusun enamel gigi dan tulang. Keberadaan ion fluorida dalam enamel gigi menjadikannya lebih kuat tapi rapuh. Menurut batasan yang dikeluarkan oleh World Health Organization (WHO) tahun 1985 bahwa ion fluorida memiliki efek menguntungkan apabila kadarnya sekitar 0,7 mg/L, tapi sangat berbahaya apabila lebih dari 1,5 mg/L. Pada rentangan kadar fluorida 1-1,5 mg/L akan cukup untuk memperkuat enamel gigi. Pada rentangan 1,5 – 4 mg/L dapat menyebabkan dental fluorosis, dan apabila terpapar fluorida dalam rentang kadar 4-10 mg/mL dalam jangka waktu yang lama selain sebabkan dental fluorosis juga dapat terjadi skeletal atau tulang fluorosis. Kondisi skeletal fluorosis akan menyebabkan tulang penyangga tubuh menjadi rapuh. Efek dari fluorid dalam air minum terhadap pencegahan karies gigi cukup signifikan pada kadar yang diijinkan [3]. Masuknya fluorida ke dalam tubuh melalui hal tersebut secara berlebihan dalam jangka waktu pendek maupun panjang dapat menimbulkan terjadinya toksikasi secara akut dan kronik. Toksikasi kronik lebih sering terjadi daripada toksikasi akut.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air [4], dinyatakan bahwa kadar fluorida sebagai parameter kimia inorganik dalam kelas air kelas I yaitu air yang diperuntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut yang dipertegas kembali dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum [5] dinyatakan bahwa fluorida merupakan

bahan kimia inorganik yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan maksimum yang diperbolehkan atau yang dipersyaratkan adalah 1,5 mg/L.

Telah dilakukan penelitian deskriptif kualitatif dengan menggunakan teknik kuesioner bahwa air minum isi ulang kemasan galon sangat banyak digunakan oleh masyarakat, juga air minum dalam kemasan bermerek tertentu. Diketahui pula bahwa, dari beberapa spot tempat pengisian isi ulang menggunakan air dari sumur gali.

Kondisi demikian sebagaimana dipaparkan di atas, maka dalam penelitian ini akan dilaksanakan pengukuran jumlah fluorida dalam air tanah, seperti air sumur gali yang sudah jamak di gunakan sebagai air baku air minum serta air dari mata air yang telah dikemas maupun air isi ulang kemasan gallon di wilayah Kota Singaraja.

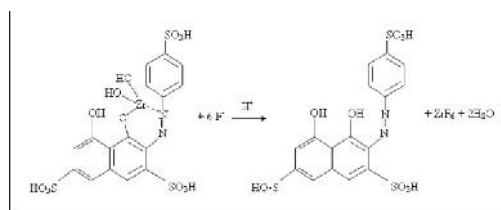
## METODE PENELITIAN

Pengujian kadar fluorida mengacu kepada SNI 01-3554-2006 tentang cara uji air minum dalam kemasan untuk analisis ion fluoride [6]. Prinsip analisis pengujian kadar fluorida yang dilakukan menggunakan metode spektrofotometri SPADNS berdasarkan reaksi fluorida dan penyerapan warna zirkonium yang membentuk anion kompleks yang tidak berwarna  $[ZrF_6]^{2-}$ .

Selanjutnya sampel diukur serapannya dengan menggunakan alat spektrofotometer DR 2800 pada panjang gelombang 570 nm. Cara yang sama dilakukan terhadap blanko yaitu hanya menggunakan akuades sebagai pengganti sampel. Kadar fluorida pada sampel dihitung dengan menggunakan kurva kalibrasi atau persamaan garis regresi linier.

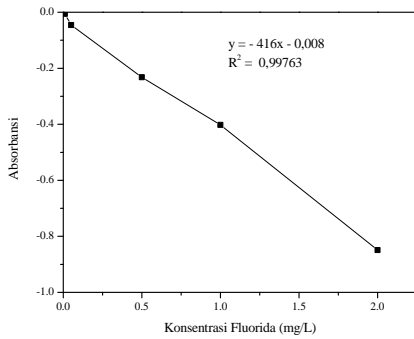
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis fluorida dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri SPADNS yang berdasarkan pada reaksi fluorida dan penyerapan warna zirkonium yang membentuk anion kompleks yang tidak berwarna  $[ZrF_6]^{2-}$ . Model reaksi kimia pembentukan kompleks anion heksafluoro Zirkonat(IV) yang dapat diajukan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



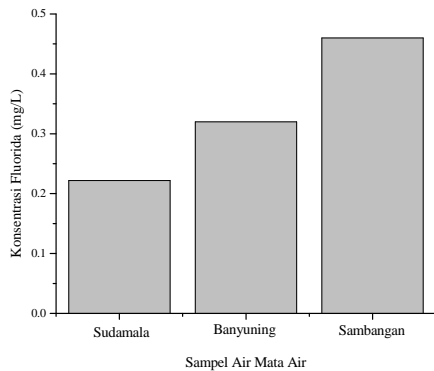
Gambar 1. Reaksi kimia pembentukan anion kompleks  $[ZrF_6]^{2-}$ [7].

Semakin tinggi konsentrasi fluorida dalam larutan maka terjadi pengurangan serapan kompleks pereaksi SPADNS yang menyebabkan nilai serapannya juga menurun. Pereaksi SPADNS yang semula berwarna merah menjadi pudar dan cenderung menjadi jingga seiring dengan peningkatan jumlah ion fluorida yang bereaksi, dengan demikian nilai serapannya pada pengamatan di daerah cahaya tampak juga menurun. Hal ini dipertegas dengan Gambar 2, bahwa dengan semakin meningkatnya kadar ion fluorida, maka besarnya serapan di daerah panjang gelombang maksimum semakin kecil.



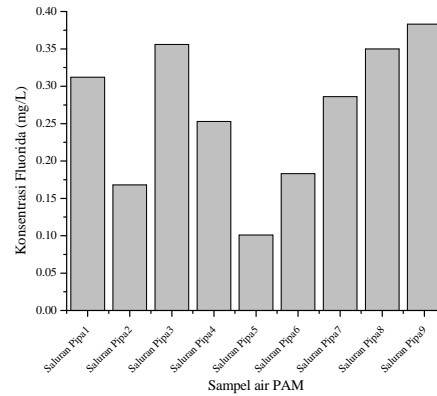
Gambar 2. Kurva linearitas antara konsentrasi baku fluorida dengan absorbansi.

Kadar fluorida yang diidentifikasi dalam air sumur gali di wilayah di wilayah Kota Singaraja seperti ditampilkan pada Gambar 3. Rentang kadar fluorida adalah antara 0,22 – 0,460 mg/L.



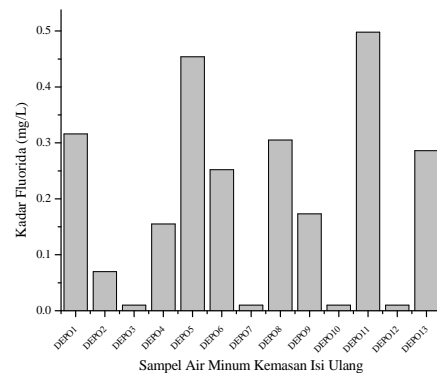
Gambar 3. Kurva konsentrasi fluorida sampel air mata air di wilayah Buleleng, Bali.

Kadar fluorida dalam air PAM di wilayah Kota Singaraja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Rentang kadar fluorida adalah antara 0,101 – 383 mg/L.



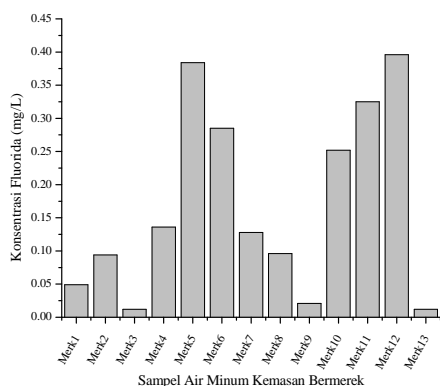
Gambar 4. Kurva konsentrasi fluorida sampel air PAM dekat depo pegisian air isi ulang di wilayah Buleleng, Bali.

Gambaran kadar fluorida dalam air minum dalam kemasan isi ulang di wilayah Kota Singaraja sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 5. Rentang kadar fluorida adalah antara 0,01 – 0,498 mg/L



Gambar 5. Kurva konsentrasi fluorida sampel air minum dalam kemasan isi ulang di wilayah Buleleng, Bali.

Gambaran kadar fluorida dalam air minum dalam kemasan bermerek di wilayah Kota Singaraja sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 6. Rentang kadar fluorida adalah antara 0,012 – 0,396 mg/L.



Gambar 6. Kurva konsentrasi fluorida sampel air minum dalam kemasan bermerek di wilayah Buleleng, Bali.

Rata-rata kadar fluorida dalam sampel air di bawah 1,5 mg/mL dan ini memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang kualitas air minum [8] dan WHO Tahun 2008 tentang pedoman kualitas air minum [9]. Rendahnya kadar fluorida ini kemungkinan disebabkan oleh karakter geologis tanah di wilayah Indonesia. Jenis tanah yang banyak mengandung fluorida adalah tanah Latosol dalam bentuk persenyawaan fluor posfat, fluor silikat, fluor karbonat maupun fluor karbonat [10]. Sementara itu, karakteristik tanah di wilayah Indonesia dengan deretan gunung berapi, termasuk wilayah Provinsi Bali khususnya Singaraja [11] adalah tanah regosol. Tanah regosol adalah jenis tanah muda yang berkembang dari bahan induk lepas yang bukan dari endapan alluvial sehingga mineral-mineral yang ditemukan sangat rendah karena

pelapukan yang terjadi. [12]. Hal tersebut mungkin sebagai salah satu faktor rendahnya kadar fluorida sampel.

Rata-rata asupan fluorida yang berasal dari makanan serta kebiasaan menggunakan pasta gigi yang mengandung fluorida dalam sehari adalah 1,7 mg/hari. Sementara kebutuhan rata-rata fluorida oleh tubuh orang dewasa dengan berat badan 50 kg adalah 3,0 mg perhari [13]. Apabila dihitung berdasarkan asumsi bahwa total asupan perhari adalah 1,7 mg perhari, maka dapat dinyatakan bahwa ada kekurangan asupan minimal fluorida ke dalam tubuh sebesar 1,3 mg perhari. Kebutuhan itu dapat dipenuhi dengan mengkonsumsi air minum yang mengandung fluorida. Berdasarkan hasil analisis kandungan fluorida seperti dalam Tabel 1 ditunjukkan bahwa semua bahan baku maupun air minum dalam kemasan, baik kemasan isi ulang maupun kemasan bermerk masih belum cukup untuk memenuhi kekurangan asupan fluorida ke dalam tubuh.

Tabel 1. Kadar fluorida sampel air dan asumsi kebutuhan fluorida dalam sehari.

No.	Sumber	Kadar Fluorida (mg/L)	Kebutuhan fluorida (mg perhari)*
1	Air PAM	0,101 - 0,383	0,252 - 0,958
2	Air mata air	0,22 - 0,460	0,55 - 1,15
3	Air minum isi ulang	0,01 - 0,498	0,025 - 1,245
4	air minum dalam kemasan bermerk	0,012 - 0,396	0,03 - 0,99

\*asumsi: konsumsi air minimal sebesar 2,5 liter perhari.

Diketahui bahwa, kekurangan asupan kadar fluorida ke dalam tubuh dapat menyebabkan karies pada gigi, perubahan

warna gigi serta dapat mengalami penipisan tulang [13].

Ada solusi yang dapat ditawarkan untuk memenuhi kekurangan asupan tersebut yaitu dengan mengkonsumsi tablet terfluoridasi, dengan pengawasan yang cukup ketat untuk menghindari penggunaannya yang berlebihan.

## KESIMPULAN

Rata-rata kadar fluorida dalam sampel air di bawah 1,5 mg/mL dan ini memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan dalam Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang kualitas air minum dan WHO Tahun 2008 tentang pedoman kualitas air minum.

Kadar fluorida di air mata air antara 0,222 – 0,460 mg/L, air PAM sebesar 0,101 - 0,383 mg/L, air minum isi ulang kemasan gallon 0,01 – 0,498 mg/L serta dalam air minum dalam kemasan bermerk antara 0,012 – 0,396 mg/L.

Kebutuhan minimal fluorida dalam sehari adalah 3 mg per hari. Jika dikomparasi dengan jumlah asupan makanan yang mengandung fluorida juga dengan kebiasaan menggunakan pasta gigi dalam sehari rata-rata sebesar 1,7 mg sehari, maka diasumsikan bahwa ada kekurangan asupan fluorida ke dalam tubuh sehingga perlu asupan fluorida tambahan seperti menggunakan tablet fluorida.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepala Laboratorium Kimia UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Bali atas tempat untuk melaksanakan preparasi sampel dan ijin pemakaian instrumen Spektrofotometer UV-Vis.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Mohaptra, M., Anand, S., Mishra, B.K., Giles, D.E., Singh, P. 2009. Review of Fluoride Removal from Drinking Water, *Journal of Environmental Management*, Volume 91, Halaman 67-77.
- [2] Hutagalung, Darliana. 2003 *Toksikasi Fluorida Secara Kronik dan Akut*. Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Sumatera Utara, Skripsi, tidak dipublikasikan.
- [3] Slade, G.D., Sanders, A.E., Do, L., Roberts-Thomson, K., Spencer, A.J. 2013. Effects of Fluoridated Drinking Water on Dental Caries in Australian Adults. *Journal of Dental Research*. Vol. XX hal. 1-7.
- [4] Anonim. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Jakarta: Departemen Kesehatan
- [5] Anonim. 2002. *Keputusan Menteri Kesehatan Republic Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [6] Anonim. 2006. *SNI 01-3554-2006 tentang Cara Uji Air Minum dalam Kemasan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional
- [7] Astriningrum, Y. 2011. Analisis Kandungan Ion Fluoride pada Sampel Air Tanah dan Air PAM Secara Spektrofotometri. Program Studi

- Farmasi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Skripsi. Tidak dipublikasikan
- [8] Anonim. 2010. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. Jakarta: kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- [9] Anonim. 2008. *Guidelines for Drinking-water Quality-Third Edition Incorporating the First and Second Addenda-Volume 1 "Recommendations"*. Geneva: World Health Organization
- [10] Pramuji dan Bastaman, M. 2009. Teknik Analisis Mineral Tanah untuk Menduga Cadangan Hara. Buletin Teknik Pertanian. Volume 14 nomor 2, halaman 80-82
- [11] Anonim. 2014. *Profil Kota Singaraja Bali*. Pemerintah Kabupaten Buleleng