

Analisis *Total Dissolved Solid* (TDS), Kesadahan, dan Fluorida pada Sampel Air Bersih di Laboratorium PT. Sucofindo Makassar

Hasrawati Bahar¹, Azmalaeni Rifkah Ansyarif^{2*}, Rahmat Setyawan M³

^{1,2,3} Program Studi Kimia, Universitas Syekh Yusuf Al Makassar Gowa

Email korespondensi*: azmalaenira@usy.ac.id

Abstrak

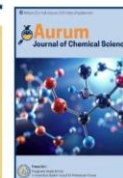
Kualitas air bersih merupakan aspek fundamental dalam menjamin kesehatan masyarakat. Penelitian ini bertujuan menganalisis tiga parameter kualitas air bersih, yaitu Total Dissolved Solid (TDS), kesadahan, dan fluorida pada sampel air bersih nomor laboratorium 195 yang diuji di Laboratorium PT SUCOFINDO Cabang Makassar. Analisis TDS dilakukan menggunakan metode gravimetri sesuai SNI 06-6989.27-2005; analisis kesadahan total (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) menggunakan metode titrimetri kompleksometri dengan larutan standar EDTA 0,02 M pada pH 10 (indikator EBT) dan pH 12–13 (indikator mureksid); serta analisis fluorida menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan reagen SPADNS pada panjang gelombang 570 nm. Hasil analisis menunjukkan kadar TDS sebesar 427 mg/L (rata-rata simplo-duplo: 437 dan 417 mg/L), kadar kesadahan sebesar 241,512 mg/L sebagai CaCO_3 , dan kadar fluorida sebesar 0,1044 mg/L. Seluruh hasil analisis dibandingkan dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 yang menetapkan baku mutu TDS ≤ 500 mg/L, kesadahan ≤ 500 mg/L CaCO_3 , dan fluorida $\leq 1,5$ mg/L. Ketiga parameter berada di bawah ambang batas yang ditetapkan, sehingga sampel air bersih tersebut dinyatakan memenuhi standar kualitas dan aman untuk digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Penelitian ini memberikan kontribusi data empiris terhadap pemantauan kualitas air bersih di wilayah Makassar, Sulawesi Selatan.

Kata kunci: Fluorida, gravimetri, kesadahan air, spektrofotometri UV-Vis, total dissolved solid (TDS)

Abstract

Water quality is a fundamental aspect of ensuring public health. This study aims to analyze three water quality parameters—Total Dissolved Solids (TDS), hardness, and fluoride—in water sample number 195, which was tested at the PT SUCOFINDO Laboratory in Makassar. TDS analysis was performed using the gravimetric method in accordance with SNI 06-6989.27-2005; total hardness analysis (Ca^{2+} and Mg^{2+}) was performed using the complexometric titration method with a 0.02 M EDTA standard solution at pH 10 (EBT indicator) and pH 12–13 (murexide indicator); and fluoride analysis was performed using UV-Vis spectrophotometry with SPADNS reagent at a wavelength of 570 nm. The analysis results showed a TDS level of 427 mg/L (simple-duplicate average: 437 and 417 mg/L), a hardness level of 241.512 mg/L as CaCO_3 , and a fluoride level of 0.1044 mg/L. All analysis results were compared with Indonesian Ministry of Health Regulation No. 492/MENKES/PER/IV/2010, which sets quality standards of TDS ≤ 500 mg/L, hardness ≤ 500 mg/L CaCO_3 , and fluoride ≤ 1.5 mg/L. All three parameters were below the established thresholds, so the drinking water samples were deemed to meet quality standards and safe for daily use. This study provides empirical data to support the monitoring of drinking water quality in the Makassar region, South Sulawesi.

Keywords: Fluoride, gravimetr, total dissolved solids (TDS), UV-Vis spectrophotometry, water hardness.



PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar manusia yang tidak tergantikan. Dalam konteks kesehatan masyarakat, ketersediaan air bersih yang memenuhi standar kualitas merupakan prasyarat utama bagi kehidupan yang sehat dan produktif. World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa lebih dari 2 miliar orang di dunia masih menggunakan sumber air minum yang terkontaminasi, yang berimplikasi langsung pada peningkatan risiko penyakit waterborne seperti diare, kolera, dan tifus (American Public Health Association, 2017). Di Indonesia, jaminan kualitas air bersih diatur secara regulatif melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, yang menetapkan batas aman berbagai parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi.

Di antara berbagai parameter kimia yang diatur, Total Dissolved Solid (TDS), kesadahan (hardness), dan fluorida (F^-) mendapat perhatian khusus karena dampaknya yang signifikan terhadap kesehatan maupun estetika air. TDS yang tinggi tidak hanya memengaruhi rasa air, tetapi juga dapat menjadi indikator kehadiran ion logam berbahaya atau kontaminan organik (Astuti, et al., 2021). Kesadahan air yang berlebihan berdampak pada pembentukan kerak pada peralatan masak dan pipa, serta berpotensi memengaruhi absorpsi kalsium dan magnesium dalam tubuh (Badan Standarisasi Nasional, 2004). Adapun fluorida, meskipun dibutuhkan tubuh dalam konsentrasi rendah untuk menjaga kesehatan gigi dan tulang, dapat menyebabkan fluorosis gigi dan tulang apabila kadarnya melampaui ambang batas (Badan Standarisasi Nasional, 2005).

Pemantauan parameter-parameter ini secara rutin di laboratorium terakreditasi merupakan komponen penting dalam sistem pengawasan kualitas air. PT SUCOFINDO (Superintending Company of Indonesia) sebagai lembaga pengujian dan inspeksi berstandar internasional memiliki laboratorium lingkungan dan kimia yang berperan dalam layanan pengujian kualitas air di berbagai wilayah Indonesia, termasuk Sulawesi Selatan. Namun demikian, data empiris hasil analisis kualitas air bersih dari laboratorium tersebut, khususnya untuk parameter TDS, kesadahan, dan fluorida secara bersamaan, masih terbatas dipublikasikan dalam forum ilmiah.

Kajian terdahulu mengenai kualitas air bersih di wilayah Makassar dan Sulawesi Selatan umumnya berfokus pada parameter mikrobiologi atau parameter tunggal seperti logam berat (Bashir, et al., 2023). Analisis komprehensif yang mencakup TDS, kesadahan, dan fluorida secara bersamaan dengan menggunakan metode berbeda (gravimetri, titrimetri, dan spektrofotometri) dalam satu studi masih jarang dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi celah tersebut dengan menyajikan data analisis ketiga parameter secara simultan menggunakan standar metode yang tervalidasi.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) menentukan kadar TDS, kesadahan, dan fluorida pada sampel air bersih yang dianalisis di Laboratorium PT SUCOFINDO Cabang Makassar; (2) membandingkan hasil analisis dengan baku mutu yang ditetapkan Permenkes No. 492 Tahun 2010; serta (3) mengevaluasi metode analisis yang digunakan dari segi keandalan dan kesesuaiannya dengan standar nasional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Data diperoleh melalui pengukuran langsung di laboratorium. Pengujian dilakukan di Laboratorium Kimia Umum dan Lingkungan PT Sucofindo Cabang Makassar. Penelitian ini menggunakan tiga metode analisis yakni analisis TDS, analisis kesadahan, dan analisis fluorida.

Analisis TDS menggunakan metode gravimetri (SNI 06-6989.27-2005): Sampel disaring, dituang ke dalam cawan yang telah diketahui bobot tetapnya, diuapkan di atas penangas air, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ selama ≥ 1 jam, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang hingga diperoleh bobot konstan. Pengukuran dilakukan secara simplo dan duplo. Perhitungan TDS dihitung menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$\text{TDS} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{\text{Bobot cawan} + \text{residu} - \text{Bobot cawan kosong}}{\text{Volume sampel (mL)}} \quad (1)$$

Analisis kesadahan menggunakan metode titrimetri kompleksometri (SNI 06-6989.12-2004): Untuk kesadahan total (Mg^{2+}), dipipet 50 mL sampel, ditambahkan 5 mL buffer pH 10 dan indikator EBT, lalu dititrasi dengan EDTA 0,02 M hingga warna berubah dari merah anggur menjadi biru. Untuk kesadahan kalsium (Ca^{2+}), digunakan KOH 3 N, TEA 1:1, dan indikator mureksid, dengan titrasi EDTA 0,02 M hingga warna berubah menjadi ungu muda. Perhitungan TDS dihitung menggunakan persamaan (2) sebagai berikut:

$$\text{Kesadahan} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \text{CaCO}_3 = \frac{V \text{ EDTA} \times N \text{ EDTA} \times \text{Mr CaCO}_3 \times 1000}{\text{Volume sampel (mL)}} \quad (2)$$

Analisis fluorida menggunakan metode SPADNS-spektrofotometri UV-Vis (SMEWW 4500-F D): Dibuat larutan deret standar 0,1–0,5 mg/L dari larutan induk 5 ppm. Sampel (50 mL) ditambahkan 5 mL reagen SPADNS dalam labu ukur 50 mL, dihomogenkan, lalu diukur absorbansinya pada panjang gelombang 570 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Seluruh hasil merujuk pada baku mutu Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Analisis deskriptif dilakukan untuk mengevaluasi kepatuhan terhadap standar regulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Total Dissolved Solid (TDS)

Pengukuran TDS dilakukan secara duplo untuk memverifikasi presisi pengukuran. Data hasil analisis disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis TDS pada Sampel Air Bersih

No.	Ulangan	Volume Sampel (mL)	Bobot Kosong (mg)	Bobot + Residu (mg)	TDS (mg/L)
1	Simplo	100	62.433,1	62.476,8	437
2	Duplo	100	62.137,8	62.179,5	417
	Rata-rata				427

Hasil analisis menunjukkan kadar TDS simplo sebesar 437 mg/L dan duplo sebesar 417 mg/L, dengan rata-rata 427 mg/L. Perbedaan antara simplo dan duplo

sebesar 20 mg/L (relative percent difference, RPD = 4,6%) masih berada dalam toleransi yang dapat diterima ($\leq 10\%$ untuk metode gravimetri), mengindikasikan presisi pengukuran yang baik.

Nilai TDS 427 mg/L lebih rendah dibandingkan temuan Astuti et al. (2021) pada air sumur di Kabupaten Gowa (rata-rata 468 mg/L) namun sedikit lebih tinggi dari rata-rata air PDAM Makassar yang dilaporkan Putri dan Wahyuni (2022) sebesar 305 mg/L. Perbedaan ini konsisten dengan ekspektasi bahwa air yang telah melalui pengolahan PDAM memiliki TDS lebih rendah dibandingkan air yang belum atau minim pengolahan. Secara umum, kadar TDS yang teranalisis pada sampel ini masih aman dari dampak negatif terhadap kesehatan.

2. Kesadahan Air

Analisis kesadahan dilakukan menggunakan metode titrimetri kompleksometri EDTA. Standardisasi larutan EDTA dilakukan terlebih dahulu menggunakan bahan baku primer $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, sehingga molaritas aktual EDTA terkoreksi menjadi 0,02082 M (dari nominal 0,02 M). Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Kesadahan pada Sampel Air

No	Kode Sampel	V Sampel (mL)	V EDTA (mL)	M EDTA (mL)	Kadar (mg/L CaCO_3)
1	Lab. 195	50	2,90	0,02082	241,512

Hasil analisis menunjukkan kadar kesadahan sebesar 241,512 mg/L sebagai CaCO_3 . Berdasarkan klasifikasi WHO (2011), hasil analisis menunjukkan sampel air dalam kategori "sadah" (150–300 mg/L CaCO_3). Proses perhitungan menggunakan persamaan (2) jika diketahui N EDTA 0,04164 N dan Mr CaCO_3 100 g/mol :

$$\text{Kesadahan } \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) \text{CaCO}_3 = \frac{2,90 \times 0,04164 \times 100 \times 1000}{50 \text{ mL}}$$

$$= 241,512 \text{ mg/L CaCO}_3$$

Meskipun kesadahan sampel termasuk kategori 'sadah' menurut WHO, nilai ini masih jauh di bawah baku mutu Permenkes (500 mg/L), dengan tingkat pemenuhan 51,7% dari kapasitas baku mutu tersisa. Kesadahan pada level ini umumnya tidak menimbulkan dampak kesehatan yang signifikan pada konsumsi jangka pendek, namun dapat memengaruhi efisiensi penggunaan sabun dan berpotensi meninggalkan deposit mineral pada peralatan masak jika digunakan jangka panjang (Badan Standarisasi Nasional, 2004).

Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang menyebabkan kesadahan pada air ini kemungkinan besar berasal dari pelarutan batuan karbonat (batu gamping/limestone) yang umum ditemukan di formasi geologi Sulawesi Selatan bagian barat, yang juga turut berkontribusi pada nilai TDS yang terukur. Hubungan positif antara TDS dan kesadahan ini konsisten dengan literatur yang melaporkan bahwa kesadahan merupakan komponen dominan TDS di daerah dengan formasi karbonat (Badan Standarisasi Nasional, 2004).

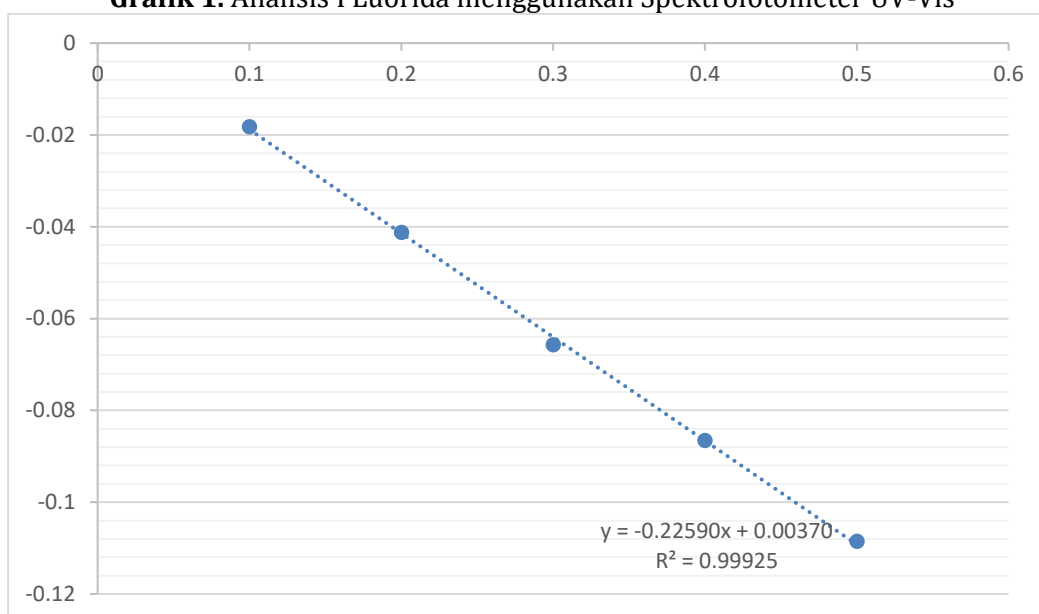
3. Fluorida

Penentuan kadar fluorida menggunakan metode SPADNS diawali dengan

pembangunan kurva kalibrasi dari deret standar 0,1–0,5 mg/L. Persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $y = -0,22590x + 0,00370$ dengan koefisien determinasi (R^2) yang memenuhi kriteria keberterimaan metode. Tanda negatif pada slope mencerminkan hubungan berbanding terbalik antara absorbansi dan konsentrasi fluorida (Syarifuddin dan Wahyudi, 2020). Hasil analisis fluorida dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Analisis Fluorida pada Sampel Air Bersih

No.	Perlakuan	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)	V Sampel (mL)	V Labu (mL)	Kadar F ⁻ (mg/L)
1	Simplo	-0,0178	0,09517	50	55	-
2	Duplo	-0,0177	0,09473	50	55	-
	Rata-Rata		0,09495	50	55	0,1044

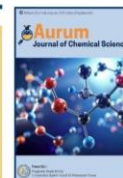
Grafik 1. Analisis FLuorida menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Konsentrasi fluorida pada tabel 3 menunjukkan rata-rata fluorida adalah 0,09495 mg/L dikonversi ke kadar aktual sampel menggunakan faktor volume labu/sampel:

$$\text{Kadar F}^- = 0,09495 \text{ mg/L} \times (55/50) = 0,1044 \text{ mg/L}$$

Kadar fluorida sebesar 0,1044 mg/L tergolong sangat rendah. Nilai ini hanya 7,0% dari batas maksimum yang ditetapkan Permenkes (1,5 mg/L). Dalam perspektif kesehatan, konsentrasi ini berada di bawah rentang optimal fluorida untuk perlindungan gigi (0,5–1,0 mg/L menurut WHO, 2017), sehingga secara teori tidak memberikan efek perlindungan gigi yang signifikan, namun juga sepenuhnya bebas dari risiko fluorosis.

Rendahnya kadar fluorida ini dapat dijelaskan oleh karakteristik geologi wilayah Makassar yang didominasi oleh sedimen aluvial dan batuan vulkanik rendah fluor. Berbeda dengan wilayah dengan batuan granit atau pegmatit yang kaya mineral fluor-bearing seperti fluorit dan topaz, formasi geologi Sulawesi Selatan bagian barat relatif miskin senyawa fluorida (Rice, et al., 2017). Data ini



konsisten dengan temuan Bashir et al. (2023) yang menunjukkan kadar fluorida air pesisir di Sulawesi umumnya $<0,3$ mg/L.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini diperoleh data TDS rata-rata adalah 427 mg/L dan berdasarkan baku mutu Permenkes No. 492/2010 yang menyatakan bahwa nilai TDS yang dipersyaratkan sebesar 500 mg/L, maka sampel air ini memenuhi persyaratan dari segi parameter TDS. Kadar kesadahan air menggunakan metode EDTA adalah 241,512 sebagai CaCO_3 . Hasil ini menunjukkan bahwa sampel air masuk kategori “sudah”. Menurut data baku mutu, sampel air dapat digunakan namun memerlukan perlakuan lebih lanjut untuk penggunaan jangka panjang. Kadar fluorida adalah 0,1044 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa sampel air aman dari fluorosis. Secara keseluruhan, sampel air bersih Lab. 195 yang diuji memenuhi ketiga parameter baku mutu yang ditetapkan Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010, dan dinyatakan layak untuk digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Pemantauan berkala tetap direkomendasikan, terutama untuk parameter TDS yang memiliki nilai relatif paling mendekati baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association. (2017). Method 4500-F D: SPADNS method. In Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). APHA.
- Astuti, R. S., Basri, H., & Hamzah, F. (2021). Kualitas air tanah berdasarkan parameter fisika dan kimia di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. *Jurnal Lingkungan Hidup Indonesia*, 9(1), 45–55.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). SNI 06-6989.12-2004: Air dan air limbah – Bagian 12: Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dengan metode titrimetri. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 06-6989.27-2005: Air dan air limbah – Bagian 27: Cara uji kadar padatan terlarut total secara gravimetri. BSN.
- Bashir, A., Soesilo, T. E. B., & Winata, I. (2023). Konsentrasi fluorida pada air tanah di wilayah pesisir Sulawesi Tengah dan faktor geologis yang mempengaruhinya. *Jurnal Geologi Kelautan*, 21(1), 15–28.
- Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Trussell, R. R. (1989). Standard methods for the examination of water and wastewater (17th ed.). APHA.
- Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., Fewtrell, L., & Magara, Y. (2006). Fluoride in drinking-water. IWA Publishing.
- Hatta, M., & Purnama, A. A. (2021). Analisis kadar timbal (Pb) pada air sumur di sekitar industri di Kota Makassar. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 10(1), 23–31.
- Hem, J. D. (1985). Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water (3rd ed., Water-Supply Paper 2254). US Geological Survey.
- Khopkar, S. M. (2002). Basic concepts of analytical chemistry. New Age International.
- Komite Akreditasi Nasional. (2018). Panduan penilaian laboratorium pengujian ISO/IEC 17025:2017. KAN.
- Mendham, J., Denney, R. C., Barnes, J. D., & Thomas, M. (2000). Vogel's quantitative chemical analysis (6th ed.). Prentice Hall.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2010). Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum. Kemenkes RI.
- Putri, D. R., & Wahyuni, E. (2022). Evaluasi kualitas air PDAM Kota Makassar berdasarkan parameter fisika dan kimia. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 56–67.



- Rice, E. W., Baird, R. B., & Eaton, A. D. (Eds.). (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater (23rd ed.). APHA/AWWA/WEF.
- Sunardi, Mulyani, S. R., & Pratiwi, N. (2019). Karakteristik kimia air Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Jurnal Perairan Indonesia*, 14(2), 112–124.
- Syarifuddin, A., & Wahyudi, A. (2020). Kualitas bakteriologis air sumur gali di Kota Makassar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(2), 87–95.
- World Health Organization. (2006). Fluoride in drinking-water: Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality. WHO.
- World Health Organization. (2011). Hardness in drinking-water: Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality (WHO/SDE/WSH/03.04/6). WHO.
- World Health Organization. (2023). Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2022. WHO/UNICEF.