

## ANALISIS KESADAHAN TOTAL BERDASARKAN KADAR $\text{CaCO}_3$ PADA AIR PDAM DI WILAYAH WAIOTI, KABUPATEN SIKKA MENGUNAKAN METODE TITRASI KOMPLEKSOMETRI

Agustina Mogi<sup>1</sup>, Thomas Alfrindus Febrianto Hero<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Akademi Farmasi Santo Fransiskus Xaverius

Jalan Hogor Hini, Maumere

e-mail: <sup>1</sup>[Mogiagustina18@gmail.com](mailto:Mogiagustina18@gmail.com), <sup>2</sup>[brianduler08@gmail.com](mailto:brianduler08@gmail.com)

Submitted: 19 Juli 2025 , Revised : 31 Juli 2025, Accepted: 8 Agustus 2025

### ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan dasar yang sangat vital bagi kehidupan manusia. Agar aman digunakan, air harus memenuhi standar kualitas secara fisik, kimia, dan biologi. Salah satu sumber air yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat adalah air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Di antara parameter kimia yang penting dalam menentukan kelayakan air adalah tingkat kesadahan, yaitu jumlah ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan ketentuan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017, kadar kesadahan maksimum yang diperbolehkan dalam air minum adalah 500 mg/L. Apabila kadar kesadahan melebihi ambang batas tersebut, maka konsumsi jangka panjangnya dapat menimbulkan risiko gangguan kesehatan, khususnya pada fungsi ginjal. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kadar kesadahan pada air PDAM yang digunakan oleh masyarakat di Kelurahan Waioti, Kabupaten Sikka. Metode yang digunakan adalah titrasi kompleksometri, dengan pengambilan sampel secara acak sederhana (simple random sampling). Analisis dilakukan di Laboratorium Kimia Akademi Farmasi Santo Fransiskus Xaverius Maumere. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar kesadahan total pada titik sampel A2 sebesar 531,2 mg/L dan A3 sebesar 514,4 mg/L, keduanya melampaui batas maksimum yang diperbolehkan. Dengan demikian, air PDAM pada titik-titik tersebut tidak memenuhi syarat sebagai air minum dan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat jika dikonsumsi secara terus-menerus.

Kata kunci: Air PDAM,  $\text{CaCO}_3$ , Titrasi Kompleksimetri

### ABSTRACT

*Water is a fundamental necessity essential to human life. To be safe for consumption, it must meet established standards in terms of physical, chemical, and biological quality. One commonly used water source in many communities is the supply from the Regional Drinking Water Company (PDAM). Among the important chemical parameters for determining water quality is hardness, which refers to the concentration of calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) and magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ions present in the water. According to the Regulation of the Indonesian Minister of Health No. 32 of 2017, the maximum permissible hardness level in drinking water is 500 mg/L. Exceeding this limit, particularly with long-term consumption, may pose health risks, especially to kidney function. This study aims to determine the hardness levels in PDAM water consumed by residents in Waioti Subdistrict, Sikka Regency. The method used was complexometric titration, with samples collected using simple random sampling. The analysis was conducted in the Chemistry Laboratory of St. Fransiskus Xaverius Pharmacy Academy, Maumere. Results showed that total hardness at sampling points A2 and A3 were 531.2 mg/L and 514.4 mg/L, respectively—both exceeding the allowed limit. Therefore, PDAM water from these points does not meet the criteria for drinking water and could potentially pose health risks if consumed continuously over time.*

**Keywords:** PDAM water,  $\text{CaCO}_3$ , Complexometric Titration

## PENDAHULUAN

Air merupakan elemen esensial dalam kehidupan, tidak hanya bagi manusia tetapi juga bagi seluruh makhluk hidup. Hampir semua kegiatan sehari-hari—mulai dari mandi, mencuci, membersihkan lingkungan, hingga kebutuhan vital seperti makan dan minum—sangat bergantung pada ketersediaan air. Selain itu, air juga memiliki sifat sebagai pelarut universal yang memungkinkan berbagai zat terlarut di dalamnya, menjadikannya sangat penting dalam berbagai proses kehidupan (Wuri Astuti et al., 2016). Namun demikian, tidak semua air dapat langsung digunakan atau dikonsumsi. Air yang aman dan layak digunakan harus memenuhi persyaratan kualitas secara fisik, kimia, dan biologi. Secara fisik, air harus tidak berbau, tidak berwarna mencolok, memiliki tingkat kejernihan, suhu, dan kandungan zat padat terlarut yang sesuai standar. Sementara secara kimia, air dianggap aman apabila nilai pH, kesadahan, dan kandungan zat kimianya berada dalam ambang batas yang ditentukan. Dari sisi biologis, air harus bebas dari mikroorganisme patogen yang dapat membahayakan kesehatan (Rosvita et al., 2019). Apabila salah satu dari ketiga aspek ini tidak terpenuhi, maka air tersebut tidak dianjurkan untuk digunakan, terutama sebagai air konsumsi.

Salah satu parameter kimia yang penting diperhatikan dalam menilai kualitas air adalah kandungan kalsium (Ca), yang menjadi indikator utama tingkat kesadahan. Air yang memiliki kadar kalsium tinggi disebut sebagai air sadah, yang secara umum mengandung kapur dalam jumlah berlebih (Amelia et al., 2023). Air jenis ini dapat menimbulkan sejumlah masalah, baik dari sisi kesehatan maupun fungsional. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010, batas maksimal kadar kesadahan yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 500 mg/L. Jika nilai ini terlampaui, maka air tersebut tidak dianjurkan untuk dikonsumsi karena dapat menimbulkan risiko kesehatan, seperti gangguan ginjal atau batu ginjal. Selain itu, penggunaan air sadah juga dapat menyebabkan endapan kapur pada kran dan peralatan rumah tangga, serta mengurangi efektivitas sabun yang menjadi sulit berbusa (Noor et al., 2019).

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) memiliki peran strategis dalam mendistribusikan air bersih kepada masyarakat di berbagai wilayah. Air yang didistribusikan umumnya melalui jaringan pipa terintegrasi, namun kualitas air yang diterima oleh konsumen tidak selalu sesuai harapan. Dalam beberapa kasus, masyarakat masih menemukan air yang keruh atau mengandung endapan, menandakan adanya masalah dalam sistem distribusi atau pengolahan. Oleh karena itu, penting bagi setiap pengguna untuk memastikan air PDAM yang mereka konsumsi telah melalui proses penjernihan tambahan seperti penyaringan atau perebusan (Amelia et al., 2023).

Di wilayah Kelurahan Waioti, Kecamatan Alok Timur, Kabupaten Sikka, masyarakat masih sangat bergantung pada air PDAM untuk memenuhi kebutuhan harian, termasuk untuk minum dan memasak. Namun, keluhan warga mengenai adanya endapan putih atau kapur yang tampak saat air dimasak atau dibiarkan mengendap dalam wadah, menimbulkan kekhawatiran. Kondisi ini menjadi indikasi bahwa air PDAM di wilayah tersebut mengandung kadar kesadahan yang tinggi. Keberadaan kapur dalam jumlah berlebih ini tidak hanya berdampak terhadap kesehatan dalam jangka panjang, tetapi juga berpotensi merusak peralatan rumah tangga dan menurunkan kenyamanan dalam penggunaannya sehari-hari.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan berbagai alat laboratorium kimia serta bahan-bahan kimia yang mendukung proses analisis kesadahan air. Peralatan yang digunakan mencakup timbangan analitik untuk pengukuran massa secara presisi, buret, klem dan statif untuk titrasi, serta ayakan berukuran 50 mesh. Selain itu, digunakan juga gelas kimia berkapasitas 500 mL, erlenmeyer 250 mL, pipet tetes, tabung reaksi 1000 mL, labu ukur, corong kaca, batang pengaduk, spatula, bunsen, kaki tiga, kawat asbes, mortir, dan stamper. Semua alat ini digunakan sesuai fungsi masing-masing untuk mendukung kelancaran proses analisis di laboratorium.

Sementara itu, bahan-bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel air PDAM sebagai objek utama analisis, air suling (aquadest) sebagai pelarut, larutan buffer pH 10 untuk menjaga kestabilan pH saat titrasi, serta indikator Eriochrome Black T (EBT) yang digunakan untuk mendeteksi titik akhir reaksi. Selain itu, larutan Na<sub>2</sub>EDTA 0,01 M digunakan

sebagai titran, dan larutan amonium hidroksida (NH<sub>4</sub>OH) berperan dalam proses penyesuaian pH. Bahan tambahan lainnya termasuk natrium klorida (NaCl), kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) anhidrat sebagai standar pembanding, larutan asam klorida (HCl), serta indikator metil merah. Seluruh bahan kimia dan alat yang digunakan telah sesuai standar laboratorium dan mendukung validitas hasil analisis kualitas air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel air PDAM yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Kelurahan Waioti, Kabupaten Sikka. Proses pengujian sampel tersebut dilaksanakan di Laboratorium Kimia Farmasi, Akademi Farmasi Santo Fransiskus Xaverius Maumere.

### Standarisasi Larutan Na<sub>2</sub>EDTA 0,01 M

Hasil standarisasi larutan Na<sub>2</sub>EDTA 0,01 yang diperoleh dapat dilihat pada tabel

Tabel 3.1 Hasil Standarisasi Larutan Na<sub>2</sub>EDTA

Titration ke	Volume Awal	Volume Akhir	Volume Rata-Rata	Volume CaCO <sub>3</sub>
1			12 ml	
2	9 ml	21 ml	12 ml	10 ml
3	24 ml	36 ml	12 ml	10 ml

Standarisasi larutan Na<sub>2</sub>EDTA bertujuan untuk memastikan bahwa larutan EDTA yang digunakan memiliki konsentrasi yang akurat, sehingga hasil pengukuran ion logam dalam sampel menjadi lebih tepat.

### Hasil Uji Kuantitatif Terhadap Kesadahan Total (CaCO<sub>3</sub>)

Data hasil analisis kesadahan total air pdam dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Analisis Kesadahan Total

Replikasi	Volume Awal	Volume Akhir	Volume Rata-Rata	Kadar (mg/L)
A1	0 ml	16 ml	16 ml	531,2
A2	16 ml	31,5 ml	15,5 ml	514,6

Kesadahan total merupakan salah satu indikator penting dalam menilai mutu air, terutama berkaitan dengan aspek keamanan dan kelayakannya untuk dikonsumsi maupun digunakan dalam aktivitas sehari-hari. Parameter ini merujuk pada jumlah keseluruhan ion kalsium (Ca<sup>2+</sup>) dan magnesium (Mg<sup>2+</sup>) yang larut dalam air. Kedua ion tersebut secara alami berasal dari pelarutan batuan kapur dan mineral lain yang terdapat di lingkungan, baik di perairan tanah maupun permukaan. Jika kadar ion tersebut dalam air terlalu tinggi, maka akan memengaruhi sifat fisik air—misalnya menimbulkan rasa tertentu, munculnya endapan putih, hingga dampak negatif lain jika digunakan terus-menerus tanpa pengolahan. Dampak tersebut dapat dirasakan baik pada kesehatan tubuh maupun pada peralatan rumah tangga yang digunakan (SNI 06-6989.12-2004).

Dalam tahap analisis kesadahan total pada penelitian ini, sampel air PDAM terlebih dahulu diencerkan menggunakan aquadest. Proses pengenceran ini bertujuan untuk menstabilkan larutan sehingga reaksi kimia dapat berlangsung dengan lebih baik dan hasil pengujian menjadi lebih akurat. Pengenceran juga membantu mengurangi kemungkinan gangguan dari zat-zat lain yang mungkin ada dalam sampel, sehingga reagen dapat bekerja secara lebih efektif. Setelah

proses ini, indikator Eriochrome Black T (EBT) ditambahkan ke dalam larutan. Fungsi indikator ini adalah untuk menunjukkan secara visual terjadinya reaksi antara ion-ion kalsium dan magnesium dengan indikator tersebut. Pada awalnya, larutan tampak tidak berwarna, namun setelah penambahan EBT akan berubah menjadi merah keunguan. Perubahan warna ini menandakan bahwa ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  dalam air telah bereaksi dan membentuk kompleks dengan indikator, sehingga mengonfirmasi keberadaan ion penyebab kesadahan dalam sampel (Nurisnaini & Purnamasari, 2022).

Tahap berikutnya dalam analisis kesadahan total adalah proses titrasi menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{EDTA}$ . EDTA dikenal sebagai agen pengompleks yang sangat efektif karena kemampuannya mengikat ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) secara selektif dan kuat. Selama titrasi berlangsung, ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang semula berikatan dengan indikator Eriochrome Black T (EBT) akan tergantikan oleh EDTA, yang membentuk ikatan kompleks yang lebih stabil. Ketika ikatan ini terbentuk, indikator EBT akan melepaskan diri dan menghasilkan perubahan warna larutan dari merah keunguan menjadi biru. Perubahan warna ini menandai bahwa seluruh ion kalsium dan magnesium dalam larutan telah bereaksi sempurna dengan EDTA, sehingga titik akhir titrasi dapat dinyatakan telah tercapai (Yazid et al., 2023).

Ketentuan mengenai ambang batas kesadahan total dalam air minum telah ditetapkan secara resmi melalui Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Dalam peraturan tersebut disebutkan bahwa kadar kesadahan maksimal yang diperbolehkan adalah 500 mg/L. Apabila kandungan kesadahan melebihi nilai tersebut, maka air tersebut dikategorikan tidak layak untuk dikonsumsi. Konsumsi air dengan tingkat kesadahan tinggi dapat menimbulkan berbagai dampak merugikan, terutama terhadap kesehatan, seperti meningkatkan risiko terbentuknya batu ginjal. Selain itu, penggunaan air dengan kandungan kapur berlebih juga dapat mempercepat kerusakan peralatan rumah tangga akibat terbentuknya endapan mineral yang menumpuk dari waktu ke waktu.

Hasil uji laboratorium dalam penelitian ini menunjukkan bahwa kadar kesadahan total pada sampel air PDAM dari lokasi penelitian telah melampaui batas maksimum yang ditentukan dalam standar mutu air minum. Temuan ini secara jelas menandakan bahwa air PDAM yang digunakan oleh masyarakat di wilayah tersebut belum memenuhi kriteria air minum yang aman dan layak untuk dikonsumsi. Kondisi ini perlu menjadi perhatian serius, mengingat paparan jangka panjang terhadap air dengan tingkat kesadahan tinggi tidak hanya berisiko bagi kesehatan, tetapi juga dapat menimbulkan berbagai gangguan lain, seperti pembentukan kerak pada alat-alat rumah tangga, berkurangnya daya guna sabun, hingga penimbunan kapur dalam saluran pipa. Oleh sebab itu, sangat penting untuk dilakukan langkah-langkah pengolahan atau perbaikan kualitas air agar air PDAM tersebut dapat memenuhi standar yang ditetapkan, demi melindungi kesehatan masyarakat sekaligus memastikan kenyamanan dalam penggunaannya untuk kebutuhan sehari-hari.

## **SIMPULAN**

Hasil analisis terhadap kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam air PDAM menggunakan metode kompleksometri menunjukkan bahwa tingkat kesadahan mencapai 522,9 mg/L. Angka ini telah melampaui batas maksimal yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 dan SNI 01-0220-1987, yaitu sebesar 500 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa air PDAM yang diteliti tidak memenuhi kriteria kualitas air minum yang dipersyaratkan, sehingga tidak disarankan untuk dikonsumsi langsung karena kandungan zat kapurnya berada di atas ambang batas yang diizinkan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Amelia, S. R., Prakoso, E, N, J., Ferdiansah, I., Richo, R. A., & Kuncara, Y, B, 2023, Analisis Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur dan Air PDAM Metode Kompleksometri di Kaliabang Bekasi. *Jurnal Sains Teknologi Dalam Pemberdayaan Masyarakat*, 4(2), 115–120

- Badan Standardisasi Nasional, 2004, *Air Minum*. SNI 01-0220-1987, Jakarta
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979, *Farmakope Indonesia Edisi III*, Jakarta
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017, *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air*
- Kementerian Lembaga Standar Nasional Indonesia, 2004, *SNI 06-6989.12-2004: Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) secara titrimetric*, Jakarta, BSN
- Noor, M. M., Bungawati, A., & Andri, M, 2019, Analisis Kandungan Zat Kapur (CaCO<sub>3</sub>) dan Escherichia Coli Air Minum di Wilayah Pengungsian Desa Lolu Kabupaten Sigi, *Jurnal Kolaboratif Sains*, 2(492), 1–6
- Nurisnaini, R., & Purnamasari, A, P, 2022, Uji kadar kesadahan total air danau Universitas Negeri Surabaya Ketintang secara titrimetric, *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 5(2), 47
- Rosvita, V., Fanani, Z., & Pambudi, I, A, 2019, Analisa Kesadahan Total (Caco<sub>3</sub>) Secara Kompleksometri Dalam Air Sumur Di Desa Clering Kabupaten Jepara, *Indonesia Jurnal Farmasi*, 4(1), 16–20
- Wuri Astuti, D., Fatimah, S., & Anie, S, 2016, Analisis Kadar Kesadahan Total Pada Air Sumur Di Padukuhan Bandung Playen Gunung Kidul Yogyakarta. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 1(01), 71–71
- Yazid, A. E., Wafi, A., Zharoh, R & Azizah, N, 2023, Perbandingan Kadar Magnesium pada Air Minum dalam Kemasan (AMDK) Menggunakan Metode Spektrofotometri dan Kompleksometri. *Jurnal Chemica at Natura Acta*, 11(3), pp. 115-124