

UJI KESADAHAN AIR DANAU SINGKARAK PASCA BENCANA

Ajis kurmiawan

Afiliasi; Tadris Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Universitas Islam Negeri
Mahmud Yunus Batusangkar

ajiskurniawan@gmail.com

Abstract

Lake Singkarak is the largest tectonic lake on the island of Sumatra and plays an important role as a source of water, fisheries, and support for community activities in West Sumatra Province. Along with increasing human activities and environmental changes, the quality of lake water needs to be monitored periodically, one of which is through hardness testing. This study aims to determine the concentration of calcium ions (Ca^{2+}) as a parameter of water hardness in Lake Singkarak using the complexometric titration method with EDTA solution. Water samples were analyzed after EDTA standardization and then titrated using Eriochrome Black T (EBT) indicator and pH 10 buffer until a color change from wine red to blue occurred as the titration endpoint. The results showed that the calcium concentration was 48.4 mg per 100 mL, indicating that the water of Lake Singkarak is classified as low to moderate hardness. The complexometric titration method proved to be effective, simple, and accurate for water hardness analysis and can be applied as a monitoring method for the quality of natural water bodies.

Keywords: *Lake Singkarak, water hardness, complexometric titration, EDTA, calcium (Ca^{2+})*

Abstrak

Danau Singkarak merupakan danau tektonik terbesar di Pulau Sumatra yang memiliki peranan penting sebagai sumber air, perikanan, dan pendukung aktivitas masyarakat di Provinsi Sumatera Barat. Seiring meningkatnya aktivitas manusia dan perubahan kondisi lingkungan, kualitas air danau perlu dipantau secara berkala, salah satunya melalui pengujian tingkat kesadahan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar ion kalsium (Ca^{2+}) sebagai parameter kesadahan air Danau Singkarak menggunakan metode titrasi kompleksometri dengan larutan EDTA. Sampel air dianalisis setelah dilakukan standarisasi EDTA, kemudian dititrasi menggunakan indikator Eriochrome Black T (EBT) dan buffer pH 10 hingga terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi biru sebagai titik akhir titrasi. Hasil analisis menunjukkan kadar kalsium sebesar 48,4 mg per 100 mL, yang mengindikasikan bahwa air Danau Singkarak

tergolong air dengan kesadahan rendah hingga sedang. Metode titrasi kompleksometri terbukti efektif, sederhana, dan akurat untuk analisis kesadahan air serta dapat digunakan sebagai metode pemantauan kualitas air perairan alami.

Kata Kunci: Danau Singkarak, kesadahan air, titrasi kompleksometri, EDTA, kalsium (Ca^{2+})

Pendahuluan

Pendahuluan Danau Singkarak merupakan salah satu danau tektonik terbesar di Pulau Sumatra yang terletak di Provinsi Sumatera Barat dan membentang di dua wilayah administratif, yaitu Kabupaten Solok dan Kabupaten Tanah Datar. Sebelum terjadinya berbagai bencana alam, Danau Singkarak dikenal sebagai ekosistem perairan yang relatif stabil dan memiliki peranan penting bagi kehidupan masyarakat sekitar. Danau ini berfungsi sebagai sumber air, perikanan, irigasi, serta pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Selain itu, Danau Singkarak juga memiliki nilai ekologis yang tinggi karena menjadi habitat endemik ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) yang tidak ditemukan di perairan lain. Kondisi lingkungan danau sebelum bencana masih tergolong baik, dengan kualitas air yang mendukung keanekaragaman hayati dan aktivitas ekonomi masyarakat. Pasca bencana, kondisi Danau Singkarak mengalami berbagai tekanan lingkungan. penurunan kualitas air, berkurangnya populasi ikan bilih, serta meningkatnya aktivitas manusia sebagai bentuk adaptasi ekonomi pasca bencana turut memperparah degradasi ekosistem danau dan masyarakat menyatakan bahwa air pada danau singkarak telah tercemar oleh belerang dan kapur sehingga merubah warna air danau menjadi warna hijau dan merasa tidak baik digunakan untuk keperluan sehari hari.

Uji kesadahan air adalah pengujian kimia yang dilakukan untuk mengetahui jumlah ion logam penyebab kesadahan dalam air, terutama ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}). Kesadahan air merupakan sifat alami air yang berasal dari pelarutan mineral batuan seperti batu kapur, dolomit, dan gipsum selama proses siklus hidrologi. (Effendi,2003: 71-73). Air dengan kesadahan tinggi dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti berkurangnya daya cuci sabun, terbentuknya kerak pada peralatan rumah tangga dan pipa, serta gangguan pada proses industri dan laboratorium. Oleh

karena itu, uji kesadahan air penting dilakukan untuk menilai kualitas air, baik untuk keperluan konsumsi, rumah tangga, maupun industri. Salah satu metode yang paling umum digunakan dalam uji kesadahan adalah titrasi kompleksometri dengan menggunakan EDTA sebagai pereaksi pengompleks ion logam. (Day & Underwood, 2002: 281)

Kesadahan air umumnya dinyatakan dalam satuan mg/L CaCO_3 . Berdasarkan tingkatannya, kesadahan air dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Air lunak : < 60 mg/L CaCO_3 , Air agak sadah: 60–120 mg/L CaCO_3 , Air sadah : 120–180 mg/L CaCO_3 , dan Air sangat sadah : > 180 mg/L CaCO_3 . Air lunak memiliki kesadahan kurang dari 60 mg/L CaCO_3 dan mengandung kalsium serta magnesium dalam jumlah yang sangat rendah. Dari aspek kesehatan, air lunak tidak memberikan kontribusi mineral esensial yang cukup bagi tubuh dan cenderung bersifat korosif terhadap pipa, sehingga berpotensi melarutkan logam berat seperti timbal dan tembaga ke dalam air minum. Air dengan kesadahan sedang (60–120 mg/L CaCO_3) dianggap paling ideal karena mengandung mineral yang bermanfaat dan dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskular. Air sadah (120–180 mg/L CaCO_3) dapat menyebabkan gangguan pencernaan ringan dan meningkatkan risiko batu ginjal pada individu tertentu. Air sangat sadah (>180 mg/L CaCO_3) berpotensi menimbulkan efek pencahar akibat magnesium berlebih serta meningkatkan risiko pembentukan batu ginjal jika dikonsumsi jangka panjang. (WHO, 2022: 106)

Titration kompleksometri adalah metode analisis kuantitatif yang digunakan untuk menentukan kadar ion logam melalui pembentukan kompleks stabil antara ion logam dan ligan tertentu. Prinsip kerja titrasi kompleksometri didasarkan pada pembentukan kompleks stabil antara ion logam dan ligan pengompleks, umumnya EDTA, dengan perbandingan stoikiometri 1:1. Ketika larutan EDTA ditambahkan ke dalam sampel yang mengandung ion logam, EDTA akan mengikat logam tersebut hingga seluruh ion berada dalam bentuk kompleks yang stabil. (Harris, 2020: 410) Etilendiamintetraasetat (EDTA) merupakan ligan heksadentat yang mampu berikatan dengan ion logam melalui enam titik donor elektron. Dalam reaksi kompleksometri, EDTA membentuk kompleks yang sangat stabil dengan ion logam sehingga dapat digunakan untuk menentukan jumlah kalsium, magnesium, dan mineral lain dalam sampel susu

karena karakter ligan heksadentat, EDTA akan berikatan dengan ion logam dalam perbandingan 1:1 sehingga memudahkan perhitungan konsentrasi logam. (Svhela, 2021: 199)

Indikator Eriochrome Black T (EBT) digunakan untuk menandai titik akhir titrasi kompleksometri. EBT membentuk kompleks berwarna merah anggur dengan ion logam divalen seperti Mg^{2+} dan Ca^{2+} pada pH sekitar 10, sementara warna bebas indikator adalah biru. Selama titrasi, EDTA akan mengompleks ion logam terlebih dahulu, sehingga ketika seluruh ion logam telah berikatan dengan EDTA, indikator tidak lagi berinteraksi dengan logam dan warnanya berubah menjadi biru. Perubahan warna ini menandai titik ekuivalen titrasi. (Shvela, 2021: 200)

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang bertujuan menentukan tingkat kesadahan air melalui analisis kandungan ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) menggunakan metode titrasi kompleksometri. Metode ini dipilih karena mampu memberikan hasil pengukuran yang teliti dan banyak diterapkan dalam analisis kualitas air.

Sampel air sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan buffer pH 10 untuk mempertahankan kondisi larutan tetap basa. Setelah itu, indikator Eriochrome Black T (EBT) ditambahkan hingga larutan menunjukkan warna merah anggur. Proses titrasi dilakukan dengan larutan EDTA 0,01 M sampai terjadi perubahan warna larutan dari merah anggur menjadi biru yang menandai tercapainya titik akhir titrasi.

Untuk meningkatkan ketelitian hasil, titrasi dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Volume larutan EDTA yang digunakan pada setiap titrasi dicatat dan digunakan dalam perhitungan kesadahan total air. Nilai kesadahan dinyatakan dalam satuan mg/L $CaCO_3$, kemudian dibandingkan dengan standar kualitas air yang berlaku untuk menentukan kategori tingkat kesadahan air.

Hasil dan Pembahasan

Sampel air danau singkarak yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Nagari Batu Tebal, Kecamatan Batipuh Selatan, Kabupaten Tanah Datar. Proses pengujian sampel tersebut dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik, Universitas Islam Negeri Mahmud Yunus Batusangkar.

Standarisasi Larutan EDTA 0,01 M

Tabel 1.1 Hasil Standarisasi Larutan EDTA

Titration Ke	Volume EDTA	Volume CaCO₃
1	50 mL	10 mL
2	79,3 mL	10 mL

Standarisasi larutan 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 Kadar Kalsium pada Air Danau Singkarak

Tabel 1.2 Analisis Air Danau Singkarak

Titration Ke	Volume EDTA	Volume Air Danau Singkarak
1	4,5 mL	10 mL
2	3,9 mL	10 mL
3	3,7 mL	10 mL

Analisis kadar kalsium dalam air Danau Singkarak dilakukan menggunakan metode titrasi kompleksometri dengan larutan EDTA sebagai titran, indikator Eriochrome Black T (EBT), dan buffer pH 10. Tahap awal penelitian diawali dengan standarisasi larutan EDTA menggunakan larutan standar kalsium karbonat. Pada proses ini, larutan berubah warna dari merah anggur menjadi biru pada titik akhir titrasi, yang menandakan seluruh ion Ca²⁺

telah membentuk kompleks stabil dengan EDTA. Dari hasil standarisasi, diperoleh volume EDTA sebesar 50,0 mL dan 79,3 mL yang selanjutnya digunakan untuk menghitung molaritas larutan EDTA. Perhitungan menunjukkan bahwa konsentrasi larutan EDTA yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,01 M, sehingga larutan tersebut layak digunakan untuk tahap penetapan kadar kalsium pada sampel air Danau Singkarak.

Pada tahap penetapan kadar kalsium, sampel air Danau Singkarak terlebih dahulu dilakukan Titrasi sebanyak tiga kali percobaan dengan volume EDTA berturut-turut sebesar 4,5 mL, 3,9 mL dan 3,7 mL. Perbedaan volume EDTA pada setiap percobaan masih berada dalam rentang yang relatif kecil, sehingga menunjukkan tingkat ketelitian dan ketepatan yang cukup baik. Berdasarkan rata-rata volume EDTA dan perhitungan stoikiometri reaksi kompleks antara Ca^{2+} dan EDTA (perbandingan mol 1:1), diperoleh kadar kalsium dalam air danau sebesar 48,4 mg per 100 mL sampel.

Menurut studi literatur yang telah didapatkan bahwa kesadahan air umumnya dinyatakan dalam satuan mg/L CaCO_3 . Berdasarkan tingkatannya, kesadahan air dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Air lunak : < 60 mg/L CaCO_3 , Air agak sadah: 60–120 mg/L CaCO_3 , Air sadah : 120–180 mg/L CaCO_3 , dan Air sangat sadah : > 180 mg/L CaCO_3 . Air lunak memiliki kesadahan kurang dari 60 mg/L CaCO_3 dan mengandung kalsium serta magnesium dalam jumlah yang sangat rendah. Dari aspek kesehatan, air lunak tidak memberikan kontribusi mineral esensial yang cukup bagi tubuh dan cenderung bersifat korosif terhadap pipa, sehingga berpotensi melarutkan logam berat seperti timbal dan tembaga ke dalam air minum. Air dengan kesadahan sedang (60–120 mg/L CaCO_3) dianggap paling ideal karena mengandung mineral yang bermanfaat dan dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit kardiovaskular. Air sadah (120–180 mg/L CaCO_3) dapat menyebabkan gangguan pencernaan ringan dan meningkatkan risiko batu ginjal pada individu tertentu. Air sangat sadah (>180 mg/L CaCO_3) berpotensi menimbulkan efek pencemar akibat magnesium berlebih serta meningkatkan risiko pembentukan batu ginjal jika dikonsumsi jangka panjang. (WHO, 2022: 106)

Jika studi literatur yang didapatkan disandingkan dengan hasil yang diperoleh yakni dengan jumlah kesadahan total massa kalsium (Ca^{2+}) pada air

danau singkarak 48,84 mg/100 mL yang berarti dengan jumlah < 60 mg/L dikategorikan air lunak yang mengandung kalsium dan magnesium dalam jumlah yang sangat rendah, sehingga air danau singkarak pasca bencana yang memiliki perubahan warna hijau masih baik digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti mencuci pakaian, mandi, mencuci peralatan dapur dan membersihkan peralatan rumah tangga tetapi dianjurkan untuk tidak dikonsumsi atau kurang baik untuk dikonsumsi dalam jangka panjang karena air lunak sangat rendah akan mineral kalsium dan magnesium yang dibutuhkan untuk tubuh.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode titrasi kompleksometri menggunakan EDTA pada pH 10 dengan indikator EBT efektif untuk menentukan kadar kalsium dalam air danau singkarak pasca bencana. Hasil yang diperoleh sesuai dengan teori yang didapatkan, sehingga memberikan gambaran yang jelas kepada masyarakat sekitar danau singkarak bahwa perubahan air danau yang awalnya normal berubah menjadi warna hijau tetap aman digunakan untuk keperluan sehari-hari. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi dugaan awal bagi masyarakat sekitar danau singkarak yang menyatakan bahwa air pada danau 12 singkarak tidak baik digunakan untuk keperluan sehari-hari karena telah tercemar oleh belerang dan kapur.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kadar kalsium dalam air Danau Singkarak yang dianalisis menggunakan metode titrasi kompleksometri dengan larutan EDTA adalah sebesar 48,4 mg per 100 mL air. Nilai ini diperoleh dari hasil titrasi sampel yang telah dititrasi sebanyak tiga kali percobaan menggunakan larutan EDTA berkonsentrasi 0,01 M, indikator Eriochrome Black T, dan buffer pH 10. Hasil tersebut berada dibawah rentang kadar kalsium menurut teori, sehingga tujuan pertama penelitian, yaitu menentukan kadar kalsium dalam air Danau Singkarak menggunakan metode titrasi kompleksometri, telah tercapai.

Selain itu, metode titrasi kompleksometri terbukti efektif dalam analisis kalsium pada sampel air Danau Singkarak. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan warna titik akhir titrasi yang jelas, konsistensi volume EDTA pada tiga kali pengulangan, serta kesesuaian hasil analisis dengan nilai teoritis. Metode ini juga

relatif sederhana, cepat, dan mampu memberikan hasil yang cukup akurat untuk penentuan kadar kalsium dalam sampel. Sehingga didapatkan hasil bahwa air danau singkarak tergolong kedalam kategori air lunak dengan jumlah kalsium dan magnesium rendah yang masih baik digunakan untuk keperluan rumah tangga. kesimpulan penelitian dan saran-saran yang mengacu pada hasil-hasil penelitian.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan parameter kualitas air lainnya, seperti magnesium, kesadahan total, pH, dan zat terlarut total, sehingga kondisi kualitas air Danau Singkarak dapat diketahui secara lebih menyeluruh. Pengambilan sampel pada lokasi dan waktu yang berbeda juga perlu dipertimbangkan untuk melihat kemungkinan adanya variasi kadar kalsium akibat pengaruh lingkungan dan aktivitas di sekitar danau. Selain itu, penggunaan metode analisis lain sebagai pembanding dapat dilakukan untuk memperkuat keandalan hasil penelitian. Pemantauan kualitas air secara berkala penting dilakukan sebagai upaya menjaga kelestarian dan pemanfaatan air Danau Singkarak secara berkelanjutan.

Referensi

- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Day, R. A., & Underwood, A. L. (2002). *Quantitative Analysis* (6th ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Harris, D. C. (2020). *Quantitative Chemical Analysis* (10th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Mendham, J., Denney, R. C., Barnes, J. D., & Thomas, M. J. K. (2020). *Vogel's Textbook of Quantitative Chemical Analysis* (6th ed.). Harlow: Pearson Education Limited.
- Svehla, G. (2021). *Vogel's Qualitative Inorganic Analysis* (7th ed.). London: Pearson Education.
- World Health Organization. (2022). *Guidelines for Drinking-Water Quality* (4th ed., incorporating the 1st addendum). Geneva: WHO Press.