Uji Kesadahan Pada Air Sumur Dekat Laut Kesek Kecamatan Labang Kabupaten Bangkalan

Moh Nuzil Wildani*[1]
Universitas Trunojoyo [1]
*e-mail: muh.nuzilwildani03@gmail.com

ABSTRAK
Kesadahan air merupakan kandungan mineral tertentu yang terkandung di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca2+) dan magnesium (Mg2+) yang berbentuk garam karbonat. Kesadahan pada air menjadi salah satu indikator kimia terhadap kualitas air. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk menguji tingkat kesadahan air serta menghitung konsentrasi ion kalsium (Ca2+) dan magnesium (Mg2+) yang terkandung pada air sumur dekat laut Kesek. Metode pengujian ion kalsium dan magnesium menggunakan titrasi kompleksomteri dengan larutan EDTA serta indikator EBT untuk pengujian Mg2+ dan Murexide untuk pengujian Ca2+. Air sumur dekat laut Kesek melalui proses filtrasi, titrasi dan analisis sehingga diperoleh rata-rata volume EDTA pada setiap percobaan. Rata-rata yang diperoleh dari percobaan ion kalsium dan magnesium adalah 3,3 mL untuk Ca2+ dan 3,36 mL untuk Mg2+. Total kesadahan air sumur dekat laut Kesek sebesar 182 mg/L, yang artinya air masih berada di bawah batas maksimum air minum yaitu 500 mg/L. Hasil tersebut menunjukkan bahwa air sumur dekat Laut kesek termasuk dalam tingkat kesadahan tinggi tetapi masih aman untuk dikonsumsi ataupun dimanfaatkan untuk aktivitas sehari-hari. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan membuktikan bahwa metode titrasi kompleksomteri efektif dalam menentukan tingkat kesadahan air. Percobaan selanjutnya sebaiknya menggunakan lebih banyak sampel air dari berbagai tempat agar data yang diperoleh bervariasi.

Kata kunci : *Kesadahan Air; Kalsium; Magnesium; EDTA.*

ABSTRACT
Water hardness is the content of certain minerals contained in water, generally calcium (Ca2+) and magnesium (Mg2+) ions in the form of carbonate salts. Water hardness is one of the chemical indicators of water quality. The study was conducted with the aim of testing the level of water hardness and calculating the concentration of calcium (Ca2+) and magnesium (Mg2+) ions contained in well water near the Kesek sea. The method of testing calcium and magnesium ions uses complexometric titration with EDTA solution and EBT indicators for testing Mg2+ and Murexide for testing Ca2+. Well water near the Kesek sea goes through a filtration, titration and analysis process to obtain the average EDTA volume in each experiment. The average obtained from the calcium and magnesium ion experiment is 3.3 mL for Ca2+ and 3.36 mL for Mg2+. The total hardness of well water near the Kesek sea is 182 mg/L, which means the water is still below the maximum limit for drinking water, which is 500 mg/L. These results indicate that the well water near the Kesek Sea is considered to have a high level of hardness but is still safe for consumption and daily use. The experiments conducted have proven that the complexometric titration method is effective in determining water hardness. Future experiments should use more water samples from various locations to obtain more varied data.

Keywords **:** *Water Hardness; Calcium; Magnesium; EDTA*

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang memiliki peran sangat penting bagi kehidupan semua makhluk hidup. Fungsi air tidak dapat digantikan oleh zat lain karena peran vitalnya dalam berbagai bidang di kehidupan seperti, industri, pertanian, dan kebutuhan rumah tangga. Air menjadi elemen penting dalam berbagai bahan pangan, karena memengaruhi tampilan, tekstur, dan rasa makanan. Bahkan makanan kering seperti buah kering, tepung, dan biji-bijian tetap mengandung air meskipun dalam kadar yang sangat kecil (Tarigan, 2019). Pentingnya peranan air dalam kehidupan, mengharuskan untuk memiliki sumber air yang dapat menyediakan air dengan kualitas yang baik. Sumber air di Indonesia umumnya berasal dari air permukaan, air tanah, dan air hujan. Penggunaan air sumur bor menjadi salah satu alternatif yang dilakukan

manusia guna memenuhi kebutuhan akan air baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun kebutuhan industri karena murah serta mudah untuk mendapatkannya (Siahaan, Sipayung and Zebua, 2024).

Air bersih merupakan air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Air bersih diperoleh dari berbagai macam sumber air, namun tidak semua air dapat memenuhi kebutuhan, karena banyak terjadi pencemaran yang disebabkan oleh manusia dan alam (Riski, Purnaini and Kadaria, 2023). Air yang digunakan untuk berbagai keperluan harus memenuhi sejumlah persyaratan agar aman. Kualitas air yang layak tidak boleh mengandung unsur yang berisiko membahayakan tubuh, untuk memastikan kelayakan tersebut, kualitas air dapat ditinjau melalui tiga aspek utama, yaitu aspek fisik, kimia, dan biologi. Ketiga aspek tersebut menjadi acuan penting dalam menentukan apakah air layak digunakan atau tidak (Nurisnaini and Purnamasari, 2022).

Air bagi tubuh manusia berperan dalam proses pencernaan, metabolisme, pengangkutan zat-zat makanan dalam tubuh, mengatur keseimbangan tubuh dan menjaga tubuh dari kekeringan. Konsumsi air yang dianjurkan oleh WHO adalah air yang kaya mineral sehingga dapat menunjang Kesehatan tubuh. Air minum yang dikonsumsi umumnya terkandung beberapa mineral seperti kalsium (Ca), natrium (Na), selenium (Se) dan Magnesium (Mg) (Yazid *et al.*, 2023). Ketidakstabilan kandungan mineral atau persentase mineral yang tidak stabil dapat mempengaruhi kualitas air. Kandungan mineral seperti kalsium dan magnesium dalam kadar yang tinggi juga menjadi penyebab utama kesadahan air. Kesadahan air yang disebabkan oleh tingginya kadar mineral seperti kalsium dan magnesium tidak hanya memengaruhi kualitas fisik air, tetapi juga memiliki dampak bagi kesehatan manusia. Jumlah mineral yang seimbang berperan penting dalam fungsi fisiologis, seperti pembentukan tulang, kerja otot, serta metabolisme energi. Namun, jika dikonsumsi secara berlebihan melalui air minum yang sangat sadah, dapat menimbulkan efek negatif seperti peningkatan risiko pembentukan batu ginjal akibat akumulasi kalsium di saluran kemih, gangguan saluran pencernaan, dan potensi risiko kardiovaskular. Keseimbangan kandungan mineral dalam air perlu sangat penting agar manfaatnya tetap optimal terhadap tubuh dan jika kadar kesadahan terlalu tinggi, sebaiknya air mengalami proses pengolahan terlebih dahulu agar dapar mencegah dampak buruk bagi kesehatan (Sa'adah *et al.*, 2021) .

Air yang dikonsumsi memenuhi beberapa persyaratan diantaranya yaitu tidak berwarna, temperatur normal, rasanya tawar, tidak berbau, jernih atau tidak keruh serta tidak mengandung zat padatan. Faktor yang sering dihadapi dalam pengelolaan air tanah adalah kesadahan. Hal ini bisa terjadi dikarenakan dalam proses pengambilannya dari dalam tanah melewati berbagai lapisan tanah diantaranya adalah tanah kapur yang mengandung Ca dan Mg, sehingga air tersebut menjadi sadah. Air sadah banyak dijumpai pada daerah yang lapisan tanah atas tebal dan ada pembentukan batu kapur (Husaini, Yenni and Wuni, 2020). Air tanah memiliki beberapa kekurangan dibandingrkan dengan sumber air lainnya karena sering mengandung mineral dalam kadar tinggi, seperti magnesium, kalsium, dan besi yang dapat menyebabkan air menjadi sadah. Penggunaan air yang tidak memenuhi standar dapat memicu masalah kesehatan. Tingkat kesehatan masyarakat sering dijadikan indikator kemajuan suatu komunitas, yang dipengaruhi oleh berbagai aspek seperti tingkat pendidikan, kondisi lingkungan, dan pola hidup. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, lingkungan memiliki peran yang signifikan dalam menentukan kesejahteraan masyarakat (Meiliza *et al.*, 2025).

World Health Organization (WHO) mengatakan bahwa air dengan kadar kapur (kesadahan) yang tinggi bisa berdampak buruk bagi kesehatan. Kandungan kapur yang berlebihan dalam air dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti penyumbatan pembuluh darah di jantung (penyakit kardiovaskular) dan batu ginjal. Selain itu, air sadah juga menimbulkan masalah di berbagai aspek kehidupan. Dari segi kesehatan, bisa memicu gangguan ginjal, dari sisi ekonomi, menyebabkan pemborosan karena sabun tidak berbusa maksimal, dan dari segi teknis, dapat menyebabkan timbunan kerak pada peralatan yang menggunakan air seperti mesin cuci atau pemanas air. Oleh karena itu, untuk mencegah munculnya berbagai masalah tersebut dan demi menjaga kualitas kesehatan, lingkungan, serta kehidupan masyarakat secara umum, sangat penting dilakukan upaya pengolahan air bersih. Pengolahan air adalah proses teknis yang dilakukan terhadap air mentah agar menjadi air yang layak digunakan dan memenuhi standar kualitas tertentu. Proses ini biasanya melibatkan beberapa tahapan atau metode untuk menurunkan kadar zat-zat yang tidak diinginkan, termasuk tingkat kesadahan air (Mardhani, Tosepu and Irma, 2025).

Titrasi kompleksometri merupakan proses pembentukan ion kompleks atau molekul netral yang terdisosiasi dalam larutan. Terbentuknya kompleks ini dipengaruhi oleh tingkat kelarutan yang tinggi. Ligan adalah gugus yang melekat pada ion pusat dalam larutan berair. Selektivitas pembentukan kompleks dapat dikendalikan melalui pengaturan pH; misalnya, logam seperti kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dapat dititrasi menggunakan EDTA pada pH sekitar 11. Dalam titrasi kompleksometri, indikator juga digunakan sebagai agen pengompleks, di mana setiap perubahan warna mencerminkan perbedaan jenis ikatan yang terbentuk (Nurisnaini and Purnamasari, 2022).

Salah satu parameter kimia dalam persyaratan kualitas air adalah kesadahan air. Kadar kesadahan air yang tinggi dapat dikenali melalui munculnya kerak pada ketel atau peralatan memasak saat digunakan untuk merebus air, serta berkurangnya busa saat sabun digunakan untuk mencuci (Asril, Rivai and Rasman, 2024). Kesadahan air disebabkan oleh tingginya kandungan ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) yang umumnya muncul secara alami berasal dari pelarutan batuan karbonat, seperti batu gamping dan dolomit, yang sering dijumpai pada daerah dengan tanah berkapur. Tingginya kesadahan air dapat dipengaruhi oleh karakteristik geologi setempat, di mana air tanah bersentuhan langsung dengan batuan kapur, sehingga kandungan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} meningkat secara signifikan. Akibatnya, air yang digunakan masyarakat, baik dari sumur maupun jaringan PAM, memiliki tingkat kesadahan yang tinggi. Kondisi tersebut tidak hanya berdampak pada penurunan kualitas air rumah tangga, tetapi juga menimbulkan tantangan dalam penyediaan air bersih yang layak konsumsi serta dapat meningkatkan beban ekonomi masyarakat jika tidak dikelola dengan baik (Sarifudin, 2022).

Kesadahan air merupakan kandungan mineral tertentu yang terkandung di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca2+) dan magnesium (Mg2+) yang berbentuk garam karbonat. Kesadahan air tidak hanya mengandung ion kalsium dan magnesium, tetapi juga dapat disebabkan oleh ion logam lain serta garam bikarbonat dan sulfat (Alisya, Alwi and Idris, 2021). Kesadahan pada air disebabkan oleh ion-ion bervalensi +2, terutama ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}), yang merupakan komponen utama dalam menentukan tingkat kesadahan air. Ion-ion tersebut biasanya berasal dari pelarutan batuan alam seperti batu kapur (kalsit), dolomit, serta berbagai mineral lainnya yang mengandung senyawa karbonat, sulfat, dan klorida. Ketika air hujan meresap ke dalam tanah, air akan melewati lapisan-lapisan batuan tersebut dan melarutkan sebagian ion-ion yang terkandung di dalamnya. Proses ini menyebabkan konsentrasi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air tanah atau sumber air permukaan meningkat. Aktivitas manusia juga dapat mempengaruhi tingkat kesadahan seperti pertambangan, pertanian, dan penggunaan pupuk kimia juga dapat mempercepat laju pelarutan mineral dan berkontribusi terhadap meningkatnya kadar kesadahan (Tarigan, Sihombing and Siregar, 2022).

Air sadah terbagi menjadi dua macam, yaitu air sadah sementara dan air sadah tetap. Air sadah sementara mengandung garam bikarbonat seperti kalsium bikarbonat [$Ca(HCO_3)_2$] serta magnesium bikarbonat [$Mg(HCO_3)_2$]. Kesadahan tersebut bersifat sementara karena dapat dihilangkan melalui pemanasan atau dengan proses penambahan kapur ($Ca(OH)_2$), yang mengendapkan ion-ion tersebut sebagai kalsium karbonat atau magnesium karbonat. Air sadah tetap disebabkan oleh adanya garam yang sulit mengendap seperti sulfat ($CaSO_4$, $MgSO_4$) dan klorida ($CaCl_2$, $MgCl_2$). Air jenis sadah tetap tidak dapat diatasi hanya dengan pemanasan, melainkan memerlukan perlakuan kimia khusus. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan menambahkan soda (Na_2CO_3) yang akan bereaksi dengan ion kalsium atau magnesium membentuk endapan karbonat yang tidak larut. Metode lain yang sering digunakan adalah dengan penukaran ion menggunakan zeolit, di mana ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} ditukar dengan ion Na^{+}, atau melalui metode titrasi EDTA yang mengikat ion logam dalam bentuk kompleks larut (Tarigan, 2019).

Titrasi kompleksometri merupakan salah satu metode dalam kimia yang digunakan untuk menentukan kadar ion logam dalam suatu larutan. Metode tersebut memanfaatkan senyawa pembentuk kompleks, seperti EDTA, yang bereaksi dengan ion logam pada pH tertentu yang dijaga dengan larutan buffer. Teknik tersebut sangat efektif untuk menganalisis ion logam seperti seng (Zn^{2+}), kalsium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg^{2+}), yang berperan penting dalam menentukan tingkat kesadahan air. Pada pengukuran kesadahan air, titrasi kompleksometri digunakan untuk menentukan konsentrasi ion kalsium dan magnesium, penyebab utama kesadahan. Proses titrasi dilakukan dengan menambahkan EDTA hingga membentuk kompleks stabil dengan ion logam dan mencapai titik ekivalen, dari mana konsentrasi logam dapat dihitung. Untuk penentuan kalsium dan magnesium, digunakan indikator seperti Eriochrome Black T (EBT) atau Calmagit.

Magnesium membentuk kompleks lebih stabil dengan indikator dibandingkan kalsium, sehingga menghasilkan perubahan warna yang lebih jelas. Penambahan buffer amonia pada pH 10 memastikan reaksi EDTA dengan ion logam berlangsung optimal. Jika terdapat kelebihan EDTA, dilakukan titrasi balik menggunakan larutan $MgCl_2$, dan perubahan warna dari biru ke merah muda menandakan bahwa seluruh EDTA telah bereaksi. Prosedur ini memastikan pengukuran kadar kalsium dan magnesium yang akurat (Ahda, Susanti and Salamah, 2023).

Kesadahan dalam air memiliki batas maksimum agar aman saat dikonsumsi. Konsumsi jangka panjang air dengan kesadahan tinggi dapat berdampak pada kesehatan manusia, seperti meningkatkan risiko terbentuknya batu ginjal (urolitiasis) dan gangguan kardiovaskular akibat akumulasi mineral dalam tubuh. Berdasarkan klasifikasi tingkat kesadahan, air dibagi menjadi empat kategori, yaitu lunak (0–75 mg/L $CaCO_3$), sedang (75–150 mg/L $CaCO_3$), tinggi (150–300 mg/L $CaCO_3$), dan sangat tinggi (>300 mg/L $CaCO_3$). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 menetapkan bahwa batas maksimum kesadahan total dalam air minum yang layak konsumsi adalah 500 mg/L $CaCO_3$. Melebihi batas tersebut, air perlu melalui proses pengolahan seperti penukaran ion atau penggunaan biofilter untuk mengurangi kadar kapurnya sebelum dikonsumsi oleh masyarakat (Sahidin *et al.*, 2024). Proses mengurangi kesadahan dalam air dapat dilakukan melalui beberapa metode, antara lain penggunaan bahan kimia, penukar ion, serta pemanfaatan bahan alami sebagai media adsorben seperti zeolit aktif dan arang sekam padi. Arang sekam padi yang telah melalui proses aktivasi dapat menurunkan kesadahan air secara signifikan (Asril, Rivai and Rasman, 2024). Zeolit aktif juga terbukti efektif menyerap ion Ca^{2+} dalam air melalui mekanisme pertukaran ion, di mana ion Ca^{2+} dalam air digantikan oleh ion Na^{+} yang terdapat dalam struktur zeolit. Adsorpsi optimum zeolit terhadap ion kalsium ditemukan pada berat zeolit 0,1867 gram, mampu menurunkan kadar Ca^{2+} hingga sekitar 40,3 ppm (Tarigan, Sihombing and Siregar, 2022).

METODE PENELITIAN

Praktikum ini dilaksanakan pada tanggal 29 April 2025 di Laboratorium Kimia Rumah Tangga, Universitas Trunojoyo Madura. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesadahan air pada sampel yang diambil, sekaligus menghitung konsentrasi ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) yang terkandung di dalamnya. Kesadahan air merupakan sifat dari air yang dipengaruhi oleh keberadaan mineral-mineral tertentu, terutama kalsium dan magnesium, yang jika kadarnya tinggi dapat menimbulkan berbagai efek seperti mengurangi efektivitas sabun, menyebabkan kerak pada alat rumah tangga, hingga mengganggu proses industri yang memerlukan air bersih. Untuk menguji kadar kesadahan ini, digunakan metode titrasi kompleksometri. Metode ini merupakan salah satu teknik dalam kimia analitik yang memanfaatkan larutan EDTA (Etilen Diamin Tetra Asetat) sebagai titran. EDTA memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan kompleks yang stabil dengan ion logam, termasuk kalsium dan magnesium. Dalam proses titrasi, larutan EDTA akan diteteskan ke dalam sampel air yang sebelumnya sudah ditambahkan indikator tertentu. Indikator tersebut akan menunjukkan perubahan warna jika semua ion logam dalam sampel telah berikatan dengan EDTA, yang menandakan titik akhir titrasi.

Melalui kegiatan ini, mahasiswa tidak hanya dilatih untuk memahami konsep dasar dari titrasi kompleksometri secara teori, tetapi juga diharapkan untuk mempraktikkan langsung teknik titrasi di laboratorium. Selain itu, mahasiswa juga diharapkan dapat memahami bagaimana analisis kesadahan air yang berkaitan erat dengan kualitas air yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Metode yang digunakan yaitu metode kuantitatif karena tujuannya untuk mengukur secara tepat kadar ion kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) dalam sampel air. Melalui titrasi dengan EDTA, volume larutan titran yang digunakan sampai terjadi perubahan warna indikator dapat dihitung secara numerik, sehingga menghasilkan data kuantitatif mengenai kesadahan air. Hal ini menunjukkan bahwa metode ini memungkinkan penentuan konsentrasi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} secara akurat dan terukur, bukan hanya sekedar informasi kualitatif tentang ada atau tidaknya ion tersebut.

Alat dan bahan yang digunakan pada percobaan air sadah yang menguji kesadahan ion Ca^{2+} dan magnesium Mg^{2+} Alat-alat yang digunakan yaitu antara lain seperti gelas kimia yang berfungsi sebagai tempat mencampur atau menampung larutan, sementara pipet gondok digunakan untuk mengambil volume larutan sampel secara presisi, dibantu oleh pro pipet untuk menyedot larutan dengan aman. Erlenmeyer menjadi wadah utama selama titrasi berlangsung, karena bentuknya yang meruncing ke atas dapat mencegah

tumpahan saat diaduk. Gelas ukur dipakai untuk mengukur volume larutan dengan ketelitian sedang. Buret, yang dipasang pada statif dan dijepit dengan klem digunakan untuk meneteskan larutan EDTA secara bertahap ke dalam larutan sampel, sehingga jumlah titran dapat dikontrol secara presisi. Selain itu, neraca digunakan untuk menimbang bahan kimia padat bila diperlukan, pipet biasa untuk mengambil larutan dalam jumlah kecil, labu ukur untuk membuat larutan standar hingga volume tertentu, dan botol kosong sebagai tempat penyimpanan larutan sementara. Bahan kimia yang digunakan antara lain yaitu, larutan EDTA 0,01 M berperan sebagai titran yang akan mengikat ion kalsium (Ca^{2+}) atau magnesium (Mg^{2+}) dalam sampel. Indikator EBT (Eriochrome Black T) digunakan untuk menunjukkan titik akhir titrasi melalui perubahan warna saat seluruh ion logam telah bereaksi dengan EDTA. Larutan buffer pH 10 ditambahkan agar pH larutan tetap basa, kondisi yang optimal bagi reaksi EDTA dengan ion logam. Larutan NaOH 0,1 M juga digunakan untuk menjaga pH larutan. Aquades digunakan sebagai pelarut. Selain itu, indikator Murexid dapat digunakan secara khusus untuk mengidentifikasi ion Ca^{2+} secara terpisah dari Mg^{2+}. Sampel air sumur merupakan objek yang dianalisis, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kesadahan air berdasarkan kandungan ion Ca^{2+} di dalamnya.

Adapun prosedur percobaan pada uji kesadahan ion atau Ca^{2+} yakni menggunakan sampel air sumur dekat laut kesek. Menyiapkan alat penyaringan kemudian meletakkan kertas saring ke dalam corong gelas, setelah itu menyaring sampel ke dalam gelas kimia hingga volume 100 ml dan pastikan sampel dalam keadaan jernih dan bening. Setelah itu, dari hasil filtratnya tersebut menyiapkan tiga labu erlenmeyer 100 ml, lalu mengambil air sampel sebanyak 25 ml menggunakan pipet gondok. Memasukkan sampel pada masing-masing labu erlenmeyer kemudian menambahkan larutan NaOH 0,1 M sebanyak 1 ml pada setiap labu erlenmeyer yang berisi sampel dan menambahkan sedikit serbuk indikator murexide sehingga berwarna merah muda. Menuangkan larutan EDTA 0,01 M ke dalam buret menggunakan corong dan menyiapkan posisi buret sesuai dengan perolehan lalu dicatat skala kecil awal volume buret. Setelah itu, melakukan titrasi terhadap larutan dengan menggunakan larutan EDTA dan dicatat skala awal pada buret sebelum proses titrasi dimulai. Menghentikan titrasi sampai berwarna ungu kemudian dicatat skala akhir setelah titrasi, mengulangi sebanyak 3 kali dengan dihitung rata-rata kesadahan Ca^{2+}.

Prosedur percobaan pada uji kesadahan magnesium Mg^{2+} yakni menggunakan sampel air sumur dekat laut kesek. Menyiapkan alat penyaringan kemudian meletakkan kertas saring ke dalam corong gelas, setelah itu menyaring sampel ke dalam gelas kimia hingga volume 100 ml dan pastikan sampel dalam keadaan jernih dan bening. Setelah itu, dari hasil filtratnya tersebut menyiapkan tiga labu erlenmeyer 100 ml, lalu mengambil air sampel sebanyak 25 ml menggunakan pipet gondok. Memasukkan sampel pada masing-masing labu erlenmeyer 100 ml kemudian menambahkan aquades sampai tanda pada labu ukur 100 ml dan mengambil 25 ml larutan filtrat encer dengan menggunakan pipet gondok, kemudian memasukkan ke setiap labu erlenmeyer dan ditambahkan 1 ml larutan penyangga PH 10 dan ditambahkan 1 tetes indikator EBT. Menuangkan larutan EDTA 0,01 M kedalam buret menggunakan corong, lalu menyiapkan sampai posisi bulan sesuai dengan perolehan dan dicatat skala kecil awal volume buret. Melakukan titrasi terhadap larutan dengan menggunakan larutan EDTA dan dicatat skala awal pada buret sebelum proses titrasi. Setelah itu, menghentikan titrasi sampai larutan berwarna biru, kemudian dicatat skala akhir setelah titrasi dihentikan. Mengulangi sebanyak 3 kali dengan dihitung rata-rata kesadahan Mg^{2+}.

Rumus yang digunakan untuk menghitung konsentrasi ion kalsium (Ca^{2+}) dalam satuan mg/L didasarkan pada prinsip titrasi kompleksometri menggunakan larutan EDTA. Rumusnya adalah:

$$[Ca^{2+}](mg/L) = \frac{V_{EDTA} \cdot [EDTA] \cdot Ar_{Ca} \cdot 1000}{V_{sampel}}$$

Keterangan:

$[Mg^{2+}]$: Konsentrasi magnesium (mg/L)
V EDTA: Volume EDTA yang digunakan saat titrasi (mL)
[EDTA]: Konsentrasi EDTA (M)
Ar Mg: Massa atom relatif magnesium (24.305 g/mol)
V sampel: Volume sampel yang dianalisis (mL)

Rumus ini menjelaskan bahwa untuk memperoleh konsentrasi ion Ca^{2+}, diperlukan volume EDTA yang digunakan dalam titrasi, dikalikan dengan konsentrasi molar EDTA dan massa atom relatif (Ar) dari kalsium, yaitu 40. Hasil perkalian ini kemudian dikalikan 1000 untuk mengubah satuan dari gram per liter menjadi miligram per liter (mg/L). Selanjutnya, hasil tersebut dibagi dengan volume sampel air 25 ml untuk mendapatkan konsentrasi Ca^{2+} dalam sampel air. Tujuan dari rumus ini adalah untuk mengetahui jumlah ion Ca^{2+} dalam mg/L dari volume EDTA yang dibutuhkan untuk menyelesaikan titrasi. Setelah diperoleh hasil dari masing-masing pengulangan (percobaan 1, 2, dan 3), dilakukan perhitungan rata-rata dari ketiga hasil tersebut untuk mendapatkan nilai konsentrasi yang lebih akurat.

Sementara itu, perhitungan konsentrasi ion magnesium (Mg^{2+}) juga menggunakan rumus yang serupa namun terdapat perbedaan sedikit, yaitu:

$$[Mg^{2+}](mg/L) = \frac{V_{EDTA} \cdot [EDTA] \cdot Ar_{Mg} \cdot 1000}{V_{sampel}} \times 4$$

Keterangan:
$[Mg^{2+}]$: Konsentrasi magnesium (mg/L)
V EDTA: Volume EDTA yang digunakan saat titrasi (mL)
[EDTA]: Konsentrasi EDTA (M)
Ar Mg: Massa atom relatif magnesium (24.305 g/mol)
V sampel: Volume sampel yang dianalisis (mL)

Pada rumus ini, massa atom relatif yang digunakan adalah milik magnesium (Ar = 24), dan di kalikan dengan 4 di akhir rumus karna terdapat pengenceran, yang mana dalam hal ini perlu Mg^{2+} diencerkan karna untuk menstabilkan indikator EBT yang akan dititrasi sehingga mendapatkan warna yang lebih jelas dan akurat. Apabila Mg^{2+} tidak diencerkan maka ketika ditambahkan EBT sampel air yang sudah di titrasi warnanya tidak stabil atau tidak akurat. Tujuan dari rumus ini adalah untuk mengetahui jumlah ion Mg^{2+} dalam mg/L dari volume EDTA yang dibutuhkan untuk menyelesaikan titrasi. Setelah diperoleh hasil dari masing-masing pengulangan (percobaan 1, 2, dan 3), dilakukan perhitungan rata-rata dari ketiga hasil tersebut untuk mendapatkan nilai konsentrasi yang lebih akurat. Terakhir, total kesadahan air dihitung dengan menjumlahkan rata-rata konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+}. Nilai total kesadahan ini menggambarkan seberapa banyak ion calsium dan ion magnesium penyebab kesadahan yang terdapat dalam air, yang biasanya dinyatakan dalam satuan mg/L.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Uji Ca^{2+}

No	Sampel	Perubahan Warna		Volume
		Awal	Akhir	
1	Air sumur dekat laut kesek	Merah	Ungu	3,9 ml
2	Air sumur dekat laut kesek	Merah	Ungu	3,3 ml
3	Air sumur dekat laut kesek	Merah	Ungu	2,7 ml
Rata - Rata				3,3 ml

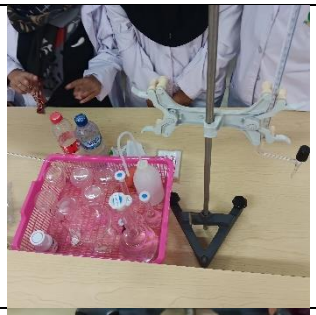
Pengujian kadar kalsium (Ca^{2+}) dalam air sumur dekat laut dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH dan indikator murexide. Awalnya, larutan tampak bening keruh dan setelah ditambahkan murexide berubah menjadi merah, menandakan adanya kalsium. Setelah dilakukan titrasi dengan EDTA, larutan berubah dari warna merah menjadi ungu. Dari tiga kali percobaan titrasi, diperoleh hasil berturut-turut 62,4 mg/L, 52,8 mg/L, dan 45,2 mg/L, dengan volume EDTA yang digunakan masing-masing 3,9 ml, 3,3 ml, dan 2,7 ml. Rata-rata kadar kalsium yang diperoleh adalah 52,8 mg/L.

Tabel 2. Hasil Uji Mg^{2+}

No	Sampel	Perubahan Warna		Volume
		Awal	Akhir	
1	Air sumur dekat laut kesek	Ungu	Biru	3,4 ml
2	Air sumur dekat laut kesek	Ungu	Biru	3,4 ml
3	Air sumur dekat laut kesek	Ungu	Biru	3,3 ml
Rata - Rata				3,36 ml

Menguji kadar magnesium (Mg^{2+}), larutan air sumur ditambahkan larutan buffer pH, yang tidak menyebabkan perubahan warna. Namun, setelah ditambahkan indikator EBT, larutan berubah menjadi warna ungu, menandakan adanya magnesium. Ketika dititrasi dengan EDTA, warna awal biru berubah menjadi ungu. Hasil dari tiga kali titrasi menunjukkan kadar magnesium sebesar 130,56 mg/L, 130,56 mg/L, dan 126,72 mg/L. Rata-rata kadar magnesium yang diperoleh adalah 129,28 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut, total kesadahan air sumur tersebut adalah sebesar 182,08 mg/L, yang berarti air tersebut termasuk dalam kategori air dengan tingkat kesadahan sedang.

Tabel 3. Dokumentasi Hasil Percobaan

Dokumentasi	Keterangan
	Alat dan bahan sebelum praktikum
	CA^{2+} sebelum praktikum
	CA^{2+} sesudah praktikum
	Mg^{2+} sebelum praktikum
	Mg^{2+} sesudah praktikum

PEMBAHASAN

Hasil praktikum menunjukkan bahwa air sumur dekat laut Kesek memiliki kadar ion kalsium (Ca^{2+}) sebesar 52,8 mg/L dan magnesium (Mg^{2+}) sebesar 129,28 mg/L, dengan total kesadahan mencapai 182,02 mg/L. Berdasarkan klasifikasi kesadahan, nilai tersebut tergolong sebagai air keras karena berada pada kisaran 120–180 mg/L. Meskipun demikian, air dengan tingkat kesadahan seperti ini masih tergolong aman untuk dikonsumsi. Air keras tidak menimbulkan dampak negatif langsung terhadap kesehatan manusia, bahkan kandungan kalsium dan magnesium dalam jumlah wajar dapat memberikan manfaat bagi tubuh.

Kesadahan air umumnya disebabkan oleh keberadaan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang berasal dari pelarutan mineral seperti batu kapur ($CaCO_3$) dan dolomit ($CaMg(CO_3)_2$) yang terdapat di dalam tanah dan batuan. Kasus air sumur dekat laut, kemungkinan infiltrasi air laut yang kaya mineral juga turut menyumbang terhadap tingginya konsentrasi ion-ion tersebut. Walaupun air keras dapat menimbulkan endapan pada alat rumah tangga dan memengaruhi efisiensi sabun, dari segi konsumsi, air sumur dekat laut Kesek tetap dapat digunakan karena tidak melebihi batas ambang yang ditetapkan oleh PERMENKES RI.

Kesadahan air yang tinggi dapat ditunjukkan dari efeknya yang ditunjukkan pada barang-barang tertentu, seperti menyebabkan kerak pada peralatan rumah tangga dan mengurangi efektivitas sabun, tetapi juga memiliki implikasi kesehatan. Masyarakat yang mengonsumsi air dengan kesadahan tinggi memiliki kadar kalsium urin yang lebih tinggi dan melaporkan lebih banyak keluhan kesehatan, termasuk risiko pembentukan batu ginjal. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi air dengan kesadahan tinggi secara terus-menerus dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia (Sa'adah *et al.*, 2021).

Berdasarkan ketentuan dari PERMENKES RI No. 492 Tahun 2010 dan PERMENKES RI No. 32 Tahun 2017, batas maksimum kadar kesadahan yang diperbolehkan untuk air minum serta air bersih yang digunakan dalam keperluan higiene dan sanitasi adalah sebesar 500 mg/L $CaCO_3$. Jika mengacu pada standar tersebut, maka seluruh sampel air sumur tanah yang dianalisis dalam penelitian ini tidak memenuhi syarat kelayakan untuk dikonsumsi, karena kadar kesadahan totalnya secara signifikan melampaui nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa air tanah di wilayah permukiman yang menjadi objek penelitian telah tercemar oleh mineral penyebab kesadahan, sehingga penggunaannya sebagai air konsumsi berisiko terhadap kesehatan masyarakat (Herdini, Hadi and Trianisa, 2023).

Dari hasil pengukuran yang dilakukan, diketahui bahwa wilayah Pluit di Jakarta Utara menunjukkan kadar kesadahan total tertinggi dibandingkan wilayah lain. Faktor geografis diduga menjadi penyebab utama kondisi tersebut, mengingat Pluit merupakan daerah yang berdekatan langsung dengan kawasan perairan laut. Selain itu, keberadaan Waduk Pluit yang menjadi tempat penampungan dan sumber aliran air bagi sumur-sumur warga turut berkontribusi terhadap tingginya kandungan mineral keras di dalam air (Herdini, Hadi and Trianisa, 2023).

Lebih lanjut, berdasarkan PERMENKES RI No. 01/Birhukmas/1975, telah ditetapkan pula batas maksimum untuk kandungan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) dalam air minum, masing-masing yaitu 200 mg/L untuk kalsium dan 150 mg/L untuk magnesium. Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi kedua ion tersebut dalam sampel air sumur juga melebihi nilai yang dianjurkan, sehingga semakin memperkuat kesimpulan bahwa air tersebut tidak layak untuk dikonsumsi (Herdini, Hadi and Trianisa, 2023).

Tingginya kadar kalsium dan magnesium dalam air minum perlu menjadi perhatian serius, karena dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan manusia. Asupan kedua mineral ini dalam jumlah berlebihan dapat meningkatkan risiko berbagai penyakit, seperti batu ginjal, hiperkalsemia (kelebihan kalsium dalam darah), dan hipermagnesemia (kelebihan magnesium dalam darah). Penelitian yang dilakukan oleh Taylor et al. mengungkapkan bahwa sekitar 80% kasus penyakit batu ginjal disebabkan oleh tingginya asupan kalsium yang dikonsumsi secara terus-menerus. Bukti kimiawi lebih lanjut menunjukkan bahwa urine penderita batu ginjal mengandung kalsium dalam konsentrasi tinggi, yaitu ≥ 200 mg/L, yang menjadi salah satu indikator utama gangguan tersebut.(Herdini, Hadi, & Trianisa Novalina, 2023).

Kesadahan air pada suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh aktivitas alam melalui siklus hidrologi dan juga dipengaruhi oleh kondisi geologi. Dalam siklus hidrologi air akan mengalami infiltrasi dan masuk ke dalam aliran air tanah dan akan mengalir sesuai arah alirannya. Air yang mengalir di dalam tanah akan mengalami kontak dengan daerah yang dilaluinya seperti batuan yang ada di daerah sekitarnya. Hal ini dapat mempengaruhi kesadahan air di dalam tanah (Solo, Mogi and Juanda, 2025).

Kualitas air sadah berbeda antara musim penghujan dan kemarau karena pengaruh curah hujan dan kondisi hidrologi. Pada musim penghujan, air cenderung mengalami pengenceran akibat tingginya volume air hujan yang meresap ke dalam tanah, sehingga konsentrasi mineral penyebab kesadahan, seperti kalsium dan magnesium, biasanya menurun. Sebaliknya, pada musim kemarau, debit air berkurang dan air menjadi lebih jernih tetapi dengan konsentrasi mineral yang lebih tinggi, sehingga kesadahan air cenderung meningkat. Perbedaan ini juga memengaruhi parameter kualitas air lainnya, seperti oksigen terlarut, BOD, dan kandungan nutrien, yang umumnya menunjukkan kualitas air yang lebih baik saat musim penghujan dan menurun saat kemarau karena berkurangnya pengenceran dan peningkatan pencemar organik. Dengan demikian, musim memengaruhi karakteristik fisik dan kimia air sadah yang berdampak pada penggunaannya (Nugroho et al., 2024).

Cara mengatasi masalah kesadahan air, beberapa metode telah dikembangkan. Salah satunya adalah penggunaan zeolit sebagai adsorben untuk menurunkan kadar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam air. Penggunaan zeolit dapat menurunkan kadar kesadahan total hingga 58,18%, menjadikannya metode yang efektif dan ekonomis untuk pengolahan air sumur yang keras (Herdini, Hadi and Novalina, 2023).

SIMPULAN

Adapun kesimpulan pada praktikum uji kesadahan pada air sumur dekat laut kesek yaitu peneliti berhasil melakukan uji kesadahan air menggunakan metode titrasi dengan tepat. Dalam proses ini, mereka mengamati perubahan warna indikator untuk menentukan titik akhir reaksi antara ion logam dengan larutan penitrasi. Dari hasil titrasi tersebut, diperoleh informasi yang jelas mengenai kualitas air, khususnya terkait kadar ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Mahasiswa juga mampu menghitung jumlah kedua ion tersebut berdasarkan volume larutan EDTA yang digunakan. Dengan metode ini, mereka bisa menilai tingkat kesadahan air dari berbagai sumber dan menentukan apakah air tersebut layak dikonsumsi sesuai standar yang berlaku.

Berdasarkan hasil uji, diketahui bahwa total kesadahan air mencapai 182,08 mg/L. Angka ini masih berada di bawah batas maksimal kesadahan air minum, yaitu 500 mg/L, sehingga air tersebut tergolong aman untuk keperluan sehari-hari seperti minum, memasak, mandi, maupun mencuci. Selain itu, air ini tidak berisiko menimbulkan kerak pada peralatan rumah tangga dan tetap efektif saat digunakan dengan sabun atau deterjen. Secara keseluruhan, air yang diuji memiliki kualitas yang baik dan layak digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

Ahda, M., Susanti, H. and Salamah, N. (2023) 'KIMIA ANALISIS II', in. Yogyakarta: Pustaka Belajar.

Alisya, N. N., Alwi, M. K. and Idris, F. P. (2021) 'Studi Kadar Kesadahan Total Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Merek Lokal di Kota Makassar', *Window of Public Health Journal*, 2(4), pp. 570–580.

Asril, M., Rivai, A. and Rasman (2024) 'Efektivitas Arang Sekam Padi Dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur Gali', *Jurnal Sulolipu : Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 24(1), pp. 854–624.

Herdini, Hadi, V. and Novalina, T. (2023) 'Analisis kesadahan total (CaCO3), kalsium (Ca2+), magnesium (Mg2+) pada air sumur tanah di Jakarta Utara', *TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, 10(1), pp. 1–11. doi: 10.37373/tekno.v10i1.192.

Herdini, Hadi, V. and Trianisa, N. (2023) 'Analisis kesadahan total (CaCO3), kalsium (Ca2+), magnesium (Mg2+) pada air sumur tanah di Jakarta Utara', *TEKNOSAINS : Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika*, 10(1), pp. 1–11. doi: 10.37373/tekno.v10i1.192.

Husaini, A., Yenni, M. and Wuni, C. (2020) 'Efektivitas Metode Filtrasi dan Adsorpsi dalam Menurunkan Kesadahan Air Sumur di Kecamatan Kota Baru Kota Jambi', *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) KesMas Respati* , 5(2), pp. 91–102. Available at: http://formilkesmas.respati.ac.id.

Mardhani, N. R., Tosepu, R. and Irma (2025) 'Analisis Kandungan Zat Kapur ($Caco_3$) Pada Air Minum Di Kelurahan Bataraguru Kecamatan Wolio Kota Baubau', *Jurnal Kesehatan Lingkungan Univ. Halu Oleo*, 5(4).

Meiliza, P. R. *et al.* (2025) 'Analisis Kualitas Sumber Mata Air Desa Seraya Marannu Berdasarkan Parameter Fisika, Kimia, dan Biologi', *LANCAH: Jurnal Inovasi dan Tren*, 1(1), pp. 42–50. doi: 10.35870/ljit.v3i1.3418.

Nugroho, V. B. W., Elfonda, J. V. and Rachmanto, T. A. (2024) 'Analisis Pengaruh Musim Penghujan Dan Musim Kemarau Terhadap Kualitas Wilayah Sungai Brantas', *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik* , 2(3), pp. 270–279. doi: 10.61132/venus.v2i3.360.

Nurisnaini, R. and Purnamasari, A. P. (2022a) 'Indonesian Chemistry And Application Journal Uji Kadar Kesadahan Total Air Danau Universitas Negeri Surabaya Ketintang Secara Titrimetri', *INDONESIAN CHEMISTRY AND APPLICATION JOURNAL*, 5(2), pp. 46–54.

Nurisnaini, R. and Purnamasari, A. P. (2022b) 'Uji Kadar Kesadahan Total Air Danau Universitas Negeri Surabaya Ketintang Secara Titrimetri', *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 5(2), pp. 46–54.

Riski, A., Purnaini, R. and Kadaria, U. (2023) 'Teknologi Tepat Guna Pengolahan Air Sungai Menjadi Air Bersih', *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), pp. 442–449.

Sa'adah, U. L. *et al.* (2021) 'Kesadahan Air Minum dengan Kadar Kalsium Urin dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat Samaran Barat, Desa Samaran, Sampang', *Media Gizi Kesmas*, 10(2), pp. 246–253.

Sahidin, L. O. *et al.* (2024) 'Analisis Kandungan Kapur (CaCO3) Pada Sumber Air Bersih Di Kelurahan Tampo Kecamatan Napabalano, Kabupaten Muna', *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 6(01), pp. 51–61. doi: 10.56099/jrgi.v6i01.69.

Sarifudin, K. (2022) 'Penggunaan Arang Aktif Kayu Kesambi (Schleichera oleosa MERR) dalam Pengolahan Air Sadah', *Haumeni Journal of Education*, 2(1), pp. 197–207.

Siahaan, M. A., Sipayung, A. D. and Zebua, W. I. (2024) 'Analisa Kesadahan Total (CaCO3) Pada Air Sumur Bor Di Lingkungan Dusun II Desa Sei Rotan Gg Pasar Baru Kecamatan Percut Sei Tuan Dengan Metode Kompleksometri', *Jurnal Teknologi, Kesehatan dan Ilmu Sosial*, 6(1), pp. 01–05.

Solo, A. A. M., Mogi, A. and Juanda, M. O. (2025) 'Analisis dan Distribusi Spasial Kesadahan Air Tanah di Kelurahan Kota Uneng Kabupaten Sikka', *Magnetic: Research Journal Of Physics and It's Application*, 5(1), pp. 431–438.

Tarigan, I. L. (2019) 'Dasar-Dasar Kimia Air, Makanan dan Minuman', in. Malang: Media Nusa Creative. Available at: https://www.researchgate.net/publication/344149786.

Tarigan, K., Sihombing, J. and Siregar, E. S. (2022) 'Optimum Adsorbtion of Activated Zeolite for decreasing calcium Ion', *Jurnal Rekayasa, Teknologi Proses dan Sains Kimia*, 1(2), pp. 1–9.

Yazid, E. A. *et al.* (2023) 'Perbandingan Kadar Magnesium pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) menggunakan Metode Spektrofotometri dan Kompleksometri', *Chimica et Natura Acta*, 11(3), pp. 115–124. doi: 10.24198/cna.v11.n3.48122.