# Identifikasi Kandungan Kalsium (Ca) pada Air di Kecamatan Simpang Jernih, Kabupaten Aceh Timur Berdasarkan Analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF)

Samsudin[1], T. Andi Fadlly[2], Rahmawati[3], Ayu Syahputri[4], Afrahun Naziah[5], Nirmala Sari[6*]
[1,2,3,4,5,6] Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra
(Received: Agustus 2026 / Revised: September 2026 / Accepted: September 2026)
*Email: nirmalasari@unsam.ac.id

**Abstrak**

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan, namun kandungan mineral yang tinggi, khususnya kalsium (Ca), dapat mempengaruhi kualitas air dan pemanfaatannya. Kecamatan Simpang Jernih, Kabupaten Aceh Timur, merupakan salah satu daerah yang diduga memiliki sumber air dengan kandungan mineral kapur yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral pada sampel air dari Kecamatan Simpang Jernih menggunakan metode evaporasi dan analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF)**.** Sampel air sebanyak 5000 mL dipanaskan pada suhu sekitar 100 °C hingga seluruh air menguap dan menghasilkan residu padatan. Residu yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses evaporasi menghasilkan residu padatan sebanyak 5 gram. Analisis XRF menunjukkan bahwa residu didominasi oleh unsur kalsium (Ca) dengan konsentrasi sebesar 95,200%, serta sejumlah unsur lainnya dalam konsentrasi rendah seperti silikon (Si) sebesar 1,604%, besi (Fe) sebesar 1,184%, dan aluminium (Al) sebesar 0,823%,. Tingginya kandungan kalsium mengindikasikan bahwa air di Kecamatan Simpang Jernih mengandung mineral karbonat yang tinggi, yang diduga berasal dari proses pelarutan batuan dolomit di kawasan pegunungan sekitar lokasi penelitian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi geologi daerah memberikan pengaruh terhadap karakteristik kimia air di Kecamatan Simpang Jernih dan dapat menjadi dasar dalam evaluasi kualitas air serta pengelolaan sumber daya air di wilayah tersebut.
***Keywords:*** *air, dolomit, evaporasi, kalsium, X-Ray Fluorescence* (XRF)

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Bagi manusia, air tidak hanya berfungsi sebagai kebutuhan dasar untuk dikonsumsi, tetapi juga berperan dalam berbagai aktivitas sehari-hari, seperti sanitasi, pertanian, industri, dan pelayanan kesehatan. Oleh karena itu, ketersediaan air bersih yang memenuhi standar kualitas menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Air yang dikonsumsi harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi agar aman bagi kesehatan manusia [1].

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, air bersih harus memenuhi persyaratan fisik, kimia, dan mikrobiologi agar layak digunakan dan aman bagi kesehatan. Secara fisik, air yang memenuhi syarat harus tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, jernih, serta memiliki suhu yang mendekati suhu lingkungan. Dari aspek kimia, air tidak boleh mengandung zat kimia maupun mineral dengan kadar yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Sementara itu, dari aspek mikrobiologi, air harus bebas dari mikroorganisme patogen yang berpotensi menyebabkan penyakit [2]. Air yang tidak memenuhi persyaratan kualitas tersebut dapat menjadi media penyebaran berbagai penyakit maupun menimbulkan gangguan kesehatan akibat kandungan zat kimia atau mineral yang melebihi batas yang diperbolehkan. Oleh sebab itu, pengelolaan kualitas air mulai dari sumber, proses pengolahan, distribusi, hingga titik konsumsi perlu dilakukan secara berkesinambungan untuk menjamin keamanan air minum bagi masyarakat [3].

Salah satu parameter kimia yang menentukan kualitas air adalah tingkat kesadahan (*hardness*). Kesadahan air umumnya disebabkan oleh tingginya kandungan ion kalsium ($Ca^{2+}$) dan magnesium ($Mg^{2+}$) yang berasal dari pelarutan batuan karbonat, terutama batu kapur (*limestone*) dan dolomit [4]. Daerah yang memiliki kondisi geologi berupa batuan karbonat cenderung menghasilkan air tanah dengan tingkat kesadahan yang tinggi. Sebaliknya, daerah yang didominasi oleh batuan silikat umumnya menghasilkan air dengan tingkat kesadahan yang lebih rendah. Selain keadaan geologinya, kesadahan air dipengaruhi oleh faktor alam melalui proses siklus hidrologi dimana air mengalami proses infiltrasi ke dalam tanah dan kemudian mengalir sebagai air tanah mengikuti arah alirannya. Selama proses tersebut, air berinteraksi dengan berbagai jenis batuan dan mineral yang dilaluinya. Kontak antara air dan batuan menyebabkan terjadinya pelarutan mineral, seperti kalsium dan magnesium, sehingga dapat meningkatkan tingkat kesadahan air tanah [5].

Air sadah tidak secara langsung menimbulkan dampak akut terhadap kesehatan, namun konsumsi air dengan tingkat kesadahan tinggi dalam jangka panjang berpotensi meningkatkan risiko pembentukan batu ginjal pada individu yang rentan [6]. Selain itu, kesadahan air juga menimbulkan berbagai permasalahan dalam kehidupan sehari-hari, seperti terbentuknya kerak pada peralatan rumah tangga dan instalasi perpipaan, menurunkan efisiensi pemanasan air, serta mengurangi

kemampuan sabun membentuk busa karena bereaksi dengan ion kalsium dan magnesium membentuk endapan yang tidak larut [7]

Kandungan kalsium (Ca) dalam air minum perlu memenuhi batas standar yang telah ditetapkan untuk menjamin keamanan dan kualitas air bagi kesehatan masyarakat. Salah satu acuan yang digunakan adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-0220-1987 tentang air minum, yang menetapkan kadar maksimum kalsium sebesar 10 mg/L (10 ppm). Meskipun demikian, publikasi mengenai standar kandungan kalsium dalam air minum masih relatif terbatas [8].

Kecamatan Simpang Jernih, Kabupaten Aceh Timur, merupakan salah satu wilayah yang sebagian besar masyarakatnya masih memanfaatkan sumber mata air alami sebagai sumber air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Kondisi geologi berupa batuan karbonat dan dolomit di wilayah tersebut diduga mempengaruhi kandungan mineral pada air yang berpotensi menyebabkan tingginya tingkat kesadahan. Namun demikian, informasi ilmiah mengenai karakteristik fisik dan kandungan mineral air dari wilayah tersebut masih sangat terbatas sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui kualitas air yang digunakan oleh masyarakat.

Karakterisasi kualitas air dapat dilakukan melalui pengamatan sifat fisik, pengujian tingkat kesadahan [9], serta analisis komposisi unsur menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF). Teknik XRF merupakan metode analisis non-destruktif yang mampu mengidentifikasi dan menentukan komposisi unsur penyusun suatu material secara cepat dengan tingkat akurasi yang tinggi [10]. Melalui kombinasi pengujian karakteristik fisik, proses penguapan untuk memperoleh residu mineral, dan analisis XRF, kandungan unsur penyusun endapan hasil penguapan air dapat diidentifikasi sehingga keberadaan senyawa penyebab kesadahan dapat diketahui.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik sifat fisik air, mengidentifikasi kandungan mineral hasil penguapan, serta menentukan komposisi unsur penyusun endapan menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada sumber mata air di Kecamatan Simpang Jernih, Kabupaten Aceh Timur. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kualitas air yang dimanfaatkan masyarakat serta menjadi dasar dalam upaya pengelolaan sumber daya air yang lebih baik.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pengambilan Sampel Air

Penelitian diawali dengan pengambilan sampel air dari sumber air yang digunakan oleh masyarakat di Kecamatan Simpang Jernih, Kabupaten Aceh Timur, pada koordinat 4°21’11,7” LU dan 97°45’54,3” BT. Lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1. Sampel air diambil menggunakan botol sampel yang telah dibersihkan untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kontaminasi. Sampel kemudian ditutup rapat dan disimpan dalam wadah yang sesuai hingga dilakukan preparasi.




**Gambar 1**. Lokasi Pengambilan Sampel

**2.2 Preparasi Sampel Air**

Tahap preparasi sampel dilakukan dengan mengambil sebanyak 5.000 mL sampel air. Apabila sampel mengandung partikel atau sedimen berukuran relatif besar, sampel terlebih dahulu disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan material tersuspensi sehingga diperoleh sampel air yang lebih jernih dan mengandung mineral terlarut. Sampel yang telah disaring selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan porselen atau wadah tahan panas, kemudian dipanaskan pada suhu sekitar 100 ℃ hingga seluruh air menguap. Proses evaporasi ini bertujuan untuk menghilangkan pelarut (air) sehingga diperoleh residu padatan yang berasal dari mineral-mineral terlarut dalam sampel. Residu yang terbentuk kemudian didinginkan pada suhu ruang hingga mencapai kondisi stabil dan selanjutnya ditimbang menggunakan neraca analitik untuk mengetahui massa endapan yang dihasilkan.

**2.3 Karakterisasi Sampel Air Menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF)**

Residu hasil evaporasi selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRF untuk menentukan komposisi unsur penyusunnya secara kualitatif dan kuantitatif. Hasil karakterisasi XRF digunakan untuk mengidentifikasi kandungan unsur kalsium (Ca) serta menentukan komposisi unsur-unsur lain yang terkandung di dalamnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan analisis komposisi unsur menggunakan XRF**,** sampel air dari Kecamatan Simpang Jernih terlebih dahulu diamati karakteristik fisiknya. Pengamatan sifat fisik bertujuan untuk memberikan gambaran awal mengenai kualitas air berdasarkan parameter organoleptik, seperti warna, bau, rasa, kejernihan, serta keberadaan endapan [11]. Parameter-parameter tersebut merupakan indikator awal yang umum digunakan dalam penilaian kualitas air dan dapat memberikan informasi mengenai kemungkinan adanya kontaminan maupun kandungan mineral terlarut. Hasil pengamatan sifat fisik sampel air disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1**. Hasil pengamatan sifat fisik sampel air dari Kecamatan Simpang Jernih

| Parameter | Hasil Pengamatan | Keterangan |
|---|---|---|
| Warna | Tidak berwarna | Memenuhi persyaratan fisik air bersih |
| Bau | Tidak berbau | Tidak terdeteksi bau yang mengganggu |
| Rasa | Tidak berasa | Layak berdasarkan parameter organoleptik |
| Kekeruhan | Jernih | Menunjukkan kandungan partikel tersuspensi yang rendah |
| Endapan sebelum evaporasi | Tidak tampak | Mineral masih berada dalam bentuk terlarut |
| Endapan setelah evaporasi | Terbentuk residu putih | Mengindikasikan adanya mineral terlarut, terutama senyawa karbonat |

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 1, sampel air dari Kecamatan Simpang Jernih memiliki karakteristik fisik yang tergolong baik. Air tampak jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak memiliki rasa yang menyimpang. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa secara organoleptik air memenuhi persyaratan dasar kualitas air bersih sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan [12]. Kondisi fisik tersebut juga mengindikasikan bahwa air tidak mengandung partikel tersuspensi maupun bahan organik dalam jumlah yang cukup besar sehingga menyebabkan perubahan warna, bau, ataupun rasa.

Meskipun demikian, hasil pengamatan fisik saja belum dapat menggambarkan kandungan mineral yang terdapat di dalam air. Banyak ion mineral berada dalam bentuk terlarut sehingga tidak memengaruhi penampakan fisik air. Hal ini dibuktikan pada proses evaporasi, di mana setelah seluruh pelarut menguap terbentuk residu berwarna putih yang menunjukkan adanya padatan terlarut *(total dissolved solids)* yang sebelumnya tidak terlihat secara visual. Residu tersebut selanjutnya dianalisis menggunakan XRF untuk mengidentifikasi komposisi unsur penyusunnya. Berdasarkan hasil pengujian XRF diperoleh data komposisi unsur dan oksida pada Tabel 2 berikut:

**Tabel 2** Pengujian Pemanasan atau Penguapan pada Sampel Air

| ***Element*** | | |
|---|---|---|
| *Compound* | *Conc.* | *Unit* |
| **Ca** | 95,200 | % |
| **Si** | 1,604 | % |
| **Fe** | 1,184 | % |
| **Al** | 0,823 | % |
| **K** | 0,524 | % |

Secara keseluruhan, hasil analisis XRF menunjukkan bahwa residu hasil evaporasi sampel air dari Kecamatan Simpang Jernih didominasi oleh unsur kalsium (Ca) dengan kandungan mencapai 95,200%, disertai sejumlah kecil unsur lain seperti silikon (Si) memiliki konsentrasi sebesar 1,604%, besi (Fe) sebesar 1,184%, aluminium (Al) sebesar 0,823% dan Kalium (K) sebesar 0,524%. Keberadaan unsur kalsium yang tinggi kemungkinan berasal dari batuan karbonat. Kondisi ini dimungkinkan karena wilayah Kecamatan Simpang Jernih dan sekitarnya memiliki kawasan pegunungan yang tersusun oleh batuan karbonat [13]. Air hujan yang meresap ke dalam tanah kemudian mengalir melalui pori-pori maupun rekahan batuan dapat mengalami kontak dengan mineral penyusun batuan. Proses pelapukan dan pelarutan mineral tersebut memungkinkan unsur kalsium masuk ke dalam air tanah maupun mata air yang dimanfaatkan oleh masyarakat [14].

Meskipun secara fisik air terlihat jernih dan memenuhi persyaratan organoleptik, analisis kimia menunjukkan bahwa air memiliki kandungan mineral yang cukup tinggi, terutama unsur kalsium. Temuan ini menunjukkan bahwa karakteristik fisik yang baik tidak selalu mencerminkan rendahnya kandungan mineral terlarut, sehingga analisis kimia tetap diperlukan untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai kualitas air.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, proses evaporasi terhadap 5000 mL sampel air yang berasal dari Kecamatan Simpang Jernih, Kabupaten Aceh Timur, menghasilkan residu padatan sebanyak 5 gram, residu tersebut menunjukkan adanya material terlarut dalam sampel air yang tertinggal setelah air sebagai pelarut diuapkan. Dengan demikian, massa residu sebesar 5 gram menunjukkan jumlah total padatan yang diperoleh dari sampel air . Hasil karakterisasi menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) menunjukkan bahwa residu tersebut didominasi oleh unsur kalsium (Ca) dengan konsentrasi sebesar 95,200%, disertai unsur lain seperti silikon (Si), besi (Fe), aluminium (Al), serta beberapa unsur jejak dalam konsentrasi yang relatif rendah.

Dominasi unsur kalsium (Ca) pada residu hasil evaporasi menunjukkan bahwa kalsium merupakan unsur utama yang terdeteksi dalam sampel air yang dianalisis. Keberadaan Ca dalam jumlah tinggi kemungkinan berkaitan dengan proses interaksi air dengan batuan atau mineral yang mengandung kalsium di wilayah Kecamatan Simpang Jernih. Kondisi geologi kawasan pegunungan yang tersusun oleh batuan karbonat dapat menjadi salah satu faktor yang berpotensi memengaruhi karakteristik kimia air melalui proses pelapukan dan pelarutan mineral.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar dilakukan pengujian pada lebih banyak titik pengambilan sampel di Kecamatan Simpang Jernih sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai variasi kandungan mineral pada sumber air di wilayah tersebut. Data yang diperoleh dari berbagai lokasi tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk menyusun pemetaan spasial sebaran kandungan mineral air, sehingga distribusi daerah dengan kandungan mineral tinggi maupun rendah dapat diidentifikasi secara lebih akurat. Pemetaan tersebut diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan sumber daya air, pemantauan kualitas air, serta penyusunan kebijakan pemanfaatan sumber air oleh pemerintah daerah.

Selain itu, perlu dilakukan pengujian kualitas air berdasarkan parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi sesuai dengan standar air bersih dan air minum yang berlaku untuk menilai kelayakan pemanfaatannya bagi masyarakat. Analisis lanjutan yang mengintegrasikan hasil uji kualitas air dengan kondisi geologi dan hidrogeologi setempat, terutama jenis batuan yang berinteraksi dengan air, kondisi akuifer, arah aliran air tanah, serta proses pelapukan dan pelarutan mineral. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai sumber dan faktor-faktor yang memengaruhi karakteristik kimia air di Kecamatan Simpang Jernih. Dengan demikian, hasil penelitian lanjutan dapat memberikan interpretasi yang lebih kuat mengenai hubungan antara kondisi geologi, hidrogeologi, dan kualitas air di wilayah penelitian.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Hidayat, A. Handoko, N. Ulfah, D. B. Pertiwi, M. Khanifudin, And K. R. Annisa, “Analisis Kualitas Air Yang Mengandung Zat Kapur Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Kesehatan Masyarakat Dusun Gading”.

[2] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan.” 2023.

[3] L. Djafar, Z. A. Arda, And N. Ain, “Differences In The Quality Of Household Drinking Water At Facility Points And Consumption Points In Gorontalo Regency,” Vol. 4, No. 1, 2024.

[4] F. Syukro And B. Oktavia, “Perbandingan Metode Spektrofotometri Dan Icp Dalam Penentuan Kesadahan Air,” *Masaliq*, Vol. 5, No. 6, Pp. 2725–2736, Oct. 2025, Doi: 10.58578/Masaliq.V5i6.7598.

[5] A. A. M. Solo, A. Mogi, And M. O. Juanda, “Analisis Dan Distribusi Spasial Kesadahan Air Tanah Di Kelurahan Kota Uneng Kabupaten Sikka,” Vol. 5, No. 1, 2025.

[6] R. Rafika, R. Rahman, And M. Daud, “Pengujian Kualitas Air Minum Isi Ulang Pada Depot Air Di Wilayah Kelurahan Banta-Bantaeng,” *Bjkl*, Vol. 2, No. 2, Pp. 38–44, Dec. 2022, Doi: 10.33860/Bjkl.V2i2.1342.

[7] M. M. Noor, A. Bungawati, And M. Andri, "Analisis Kandungan Zat Kapur (Caco3) Dan Escherichia Coli Air Minum Di Wilayah Pengungsian Desa Lolu Kabupaten Sigi".
[8] R. S. Rachmat, "Analisis Kandungan Kalsium (Ca) Pada Air Tanah Bansir Darat Pontianak Tenggara," *Qjpia*, Vol. 1, No. 2, Feb. 2022, Doi: 10.46368/Qjpia.V1i2.482.
[9] Y. Sari, "Penentuan Kualitas Fisika (Warna, Suhu, Dan Tds) Dari Sampel Air Sumur Warga Di Kecamatan Dumai Timur," *Jrec*, Vol. 1, No. 2, P. 9, Jul. 2019, Doi: 10.25299/Jrec.2019.Vol1(2).3512.
[10] N. S. Putri, A. Rahim, O. Patiung, And M. M. T. Afasedanja, "Pengujian X-Ray Fluorescence Terhadap Kandungan Mineral Logam Pada Endapan Sedimen Di Sungai Amamapare Kabupaten Mimika, Papua Tengah," *Jurnal Elektronik*, Vol. 4, No. 1, Pp. 6–10, Jun. 2023, Doi: 10.55334/Jtam.V4i1.104.
[11] M. Nanda, A. F. H. Purba, K. Gultom, K. S. Sari, N. Muthmainah, And F. Ramadhan, "Analisis Parameter Fisik (Kekeruhan, Bau, Rasa) Dan Uji Kandungan Besi (Fe) Pada Sumur Gali Dan Sumur Bor Di Kelurahan Bantan, Kecamatan Medan Tembung," Vol. 4, 2023.
[12] Kemenkes, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan*.
[13] N. Sari And I. R. Nila, "Dekomposisi Mineral Dolomit Melalui Proses Kalsinasi," Vol. 1, No. 02, 2019.
[14] Isman Saleh, "Batuan Karbonat Dan Pemanfaatannya Di Dunia Industri," *Globe*, Vol. 3, No. 4, Pp. 146–159, Nov. 2025, Doi: 10.61132/Globe.V3i4.1153.