



## Analisis Karakteristik Geokimia Batugamping Menggunakan Metode X-Ray Diffraction dan X-Ray Fluorescence di Kabupaten Buton Selatan Sulawesi Tenggara

Aqsal Ramadhan Shaddad<sup>1\*</sup>, Hasbi Bakri<sup>2</sup>, Rifal Iskandi Akbari<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari, Kendari Indonesia

<sup>2,3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

### Info Artikel

Diajukan: - 28/4/2023

Diterima: - 09/05/2023

Diterbitkan: 30/06/2023

### Keywords:

Limestone; Carbonate;  
Geochemistry; Minerals;  
Calcite

### Kata Kunci:

Batugamping; Karbonat;  
Geokimia; Mineral; Kalsit



Lisensi: cc-by-sa

### ABSTRACT

Limestone is a sedimentary rock formed from calcium carbonate deposits and has a high content of calcium carbonate. It is used in the cement, fertilizer, glass, and construction industries. Research was conducted in the South Buton Regency, Southeast Sulawesi, using the geochemical methods of X-Ray Diffraction (XRD) and X-Ray Fluorescence (XRF). The aim of this study was to identify the minerals in limestone and analyze their geochemical characteristics. The research results showed the dominance of calcite minerals in the limestone of the area, with a high content of pure calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ). The study also observed the presence of other elements in the limestone. The analysis indicated low levels of elements such as Mg,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{Ru}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ , and SrO. The XRD method was useful for mineral identification in limestone, while XRF analyzed the elemental content quantitatively. This research provides a deeper understanding of the mineral characteristics and composition of limestone in the South Buton Regency. This information is valuable for the development of the cement, fertilizer, glass, and construction industries. Additionally, the study also revealed the potential for other minerals in the limestone of the research area.

### ABSTRAK

Batugamping adalah batuan sedimen yang terbentuk dari endapan kalsium karbonat dan memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi. Digunakan dalam industri semen, pupuk, kaca, dan bahan bangunan. Penelitian dilakukan di Kabupaten Buton Selatan, Sulawesi Tenggara, dengan metode geokimia X-Ray Diffraction (XRD) dan X-Ray Fluorescence (XRF). Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi mineral dalam batugamping dan menganalisis karakteristik geokimia. Hasil penelitian menunjukkan dominasi mineral calcelite dalam batugamping di daerah tersebut, dengan kandungan kalsium karbonat murni ( $\text{CaCO}_3$ ) yang tinggi. Penelitian juga mengamati kandungan unsur-unsur lainnya dalam batugamping. Analisis menunjukkan rendahnya kandungan unsur-unsur seperti Mg,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{Ru}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ , dan SrO. Metode XRD dan XRF berguna untuk analisis mineral dan kandungan unsur. XRD mengidentifikasi mineral dalam batugamping, sementara XRF menganalisis kandungan unsur secara kuantitatif. Penelitian ini memberikan pemahaman lebih dalam tentang karakteristik mineral dan komposisi batugamping di Kabupaten Buton Selatan. Informasi ini berguna dalam pengembangan industri semen, pupuk, kaca, dan bahan bangunan. Selain itu, penelitian ini juga mengungkap potensi mineral lain dalam batugamping di daerah penelitian.

### Corresponding Author:

Aqsal Ramadhan Shaddad

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kendari;

[aqsal@umkendari.ac.id](mailto:aqsal@umkendari.ac.id)

### PENDAHULUAN

Salah satu jenis batuan sedimen yang paling umum adalah batugamping. Batugamping itu sendiri terdiri dari batugamping klastik dan batugamping non-klastik. Batugamping klastik terbentuk karena erosi air, transportasi, sortasi, dan akhirnya sedimentasi. Batugamping non-klastik terdiri dari



koloni binatang laut seperti Coelenterata, Molusca, Protozoa, dan Foraminifera (Nurwaskito, 2015). Salah satu batuan sedimen yang memiliki komposisi  $\text{CaCO}_3$  lebih dari 50% adalah batugamping (Firmansyah & Dewi, 2015). Batugamping adalah jenis bahan galian non-logam yang digunakan untuk membuat semen (Choerunnisa et al., 2019). Sebagai bagian penting dari teknologi beton, semen portland berfungsi sebagai perekat hidrolik untuk mengikat dan menyatukan agregat menjadi masa padat. Berbagai jenis semen portland telah dibuat berdasarkan jenis bangunan dan kondisi lingkungan yang akan digunakan (Alit & Salain, 2016). Seiring dengan populasi yang meningkat, kebutuhan akan infrastruktur terus meningkat. Konstruksi membutuhkan batugamping, yang merupakan bahan untuk membuat semen untuk pondasi (Widiarso et al., 2018).

Dalam penelitian sebelumnya, daerah penelitian telah dieksplorasi untuk menunjukkan kualitas batugamping. Penelitian ini, menggunakan analisis geokimia, menunjukkan kualitas dan karakteristik batu gamping (Wakila et al., 2021). Pada Penelitian sebelumnya juga bertujuan untuk mengidentifikasi sebaran batugamping dengan menggunakan Citra Landsat 8 OLI dan menerapkan metode interpretasi seperti komposit band RGB, rasio band, dan analisis spektral. Data Citra Landsat 8 diolah dan dianalisis untuk menghasilkan dua klasifikasi sebaran batu gamping, yaitu kelas potensi tinggi dan kelas potensi rendah (Heriyansyah et al., 2022).

Dengan melakukan analisis karakteristik geokimia batugamping di Kabupaten Buton Selatan menggunakan metode XRD dan XRF, penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang komposisi mineral dan kandungan unsur yang terkandung dalam batugamping di daerah tersebut. Hal ini dapat menjadi landasan penting bagi berbagai bidang, termasuk geologi, lingkungan, dan industri, dalam mengoptimalkan penggunaan dan pemanfaatan sumber daya mineral yang tersedia di wilayah tersebut. Selain itu, penelitian ini juga dapat berkontribusi dalam pengembangan potensi ekonomi lokal, pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, serta pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam konteks eksplorasi dan penambangan batugamping di Kabupaten Buton Selatan.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kombinasi antara data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan adalah sampel batugamping yang dianalisis menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengidentifikasi mineral-mineral yang terkandung dalamnya. Sementara itu, data sekunder yang digunakan meliputi peta lokasi penelitian, peta geologi, dan analisis XRF untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang lokasi penelitian, komposisi kimia, dan konteks geologi batugamping yang diteliti.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Hasil Analisis *X-Ray Diffraction* (XRD)**

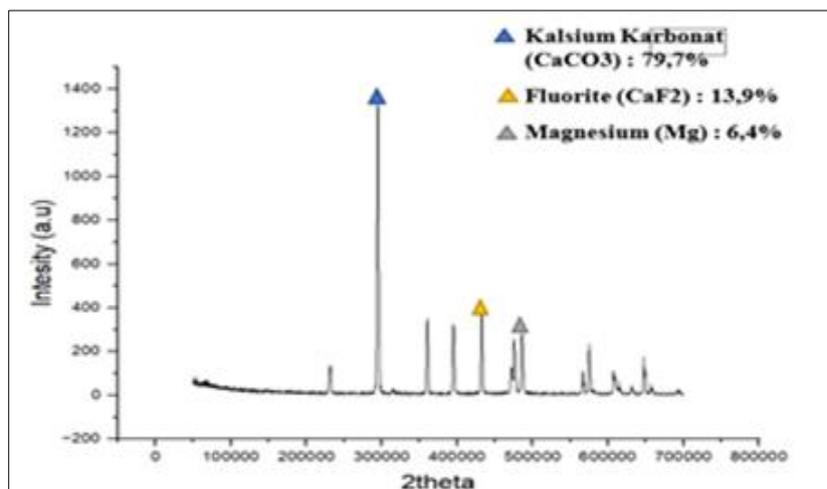
Hasil analisis XRD menggunakan alat Shimadzu XRD-7000 di Stasiun 1, 2 dan 3 menunjukkan teridentifikasi tiga mineral utama sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 1, 2 dan 3. Selain itu, grafik hasil analisis XRD yang menggunakan perangkat lunak Origin juga menunjukkan puncak-puncak karakteristik untuk masing-masing mineral tersebut. Dengan bantuan grafik ini, dapat lebih jelas memvisualisasikan kehadiran mineral-mineral tersebut dalam sampel dan memperoleh informasi tambahan mengenai struktur kristal dan intensitas puncak yang diamati.

Berdasarkan Tabel 1, sampel yang dianalisis mengandung senyawa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan komposisi kuantitatif sebesar 79,7%. Senyawa ini terdiri dari satu atom kalsium (Ca), satu atom karbon (C), dan tiga atom oksigen (O). Selain itu, sampel juga mengandung magnesium (Mg) sebesar 13,9% dalam bentuk tunggal. Unsur kimia magnesium memiliki simbol Mg, nomor atom 12 dan massa atom 24,31 (Oyedotun, 2018). Terdapat pula kalsium fluorida ( $\text{CaF}_2$ ) sebesar 6,4%. Kalsium fluorida terdiri dari satu atom kalsium (Ca) dan dua atom fluor (F). Komposisi kimia yang terperinci dalam

sampel ini memberikan informasi penting mengenai jumlah dan jenis atom yang ada dalam senyawa-senyawa tersebut.

Tabel 1. Hasil Analisis Mineral *X-Ray Diffraction* (XRD) pada sampel ST-1

Sampel	Senyawa	Rumus Kimia	Kuantitatif	Komposisi Kimia
ST-1	Kalsium Karbonat	CaCO <sub>3</sub>	79,7%	Ca: 1 atom, C: 1 atom, O: 3 atom
	Magnesium	Mg	13,9%	Mg: 1 atom
	Kalsium Fluorida	CaF <sub>2</sub>	6,4%	Ca: 1 atom, F: 2 atom

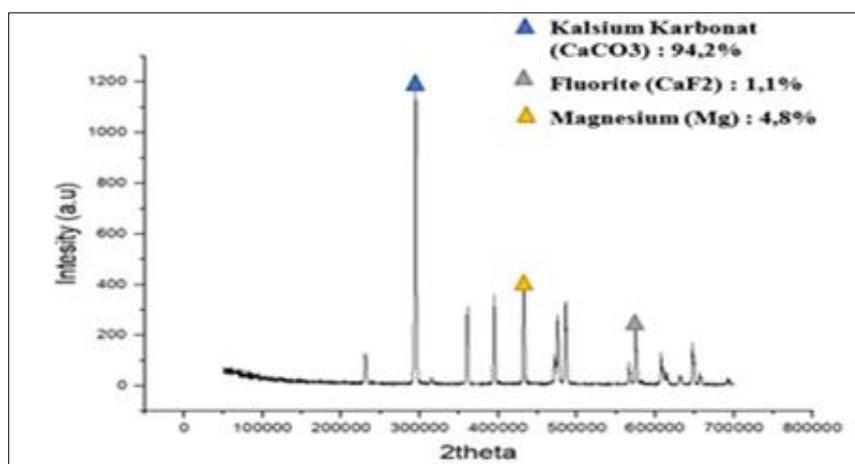


Gambar 1. Difraktogram hasil analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) sampel ST-1

Berdasarkan gambar 1, puncak tertinggi yang dapat dilihat pada grafik yang dibuat menggunakan software Origin dapat memberikan informasi tentang komposisi sampel yang telah dianalisis. Puncak tertinggi yang dapat dilihat pada grafik tersebut adalah yang sesuai dengan persentase komposisi yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu 79,7% untuk CaCO<sub>3</sub>, 13,9% untuk Mg, dan 6,4% untuk CaF<sub>2</sub>. Dengan memeriksa posisi puncak pada sumbu vertikal, angka.

Tabel 2. Hasil Analisis Mineral *X-Ray Diffraction* (XRD) pada sampel ST-2

Sampel	Senyawa	Rumus Kimia	Kuantitatif	Komposisi Kimia
ST-2	Kalsium Karbonat	CaCO <sub>3</sub>	91,3%	Ca: 1 atom, C: 1 atom, O: 3 atom
	Magnesium	Mg	6,7%	Mg: 1 atom
	Kalsium Fluorida	CaF <sub>2</sub>	1,9%	Ca: 1 atom, F: 2 atom



Gambar 2. Difraktogram hasil analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) sampel ST-2

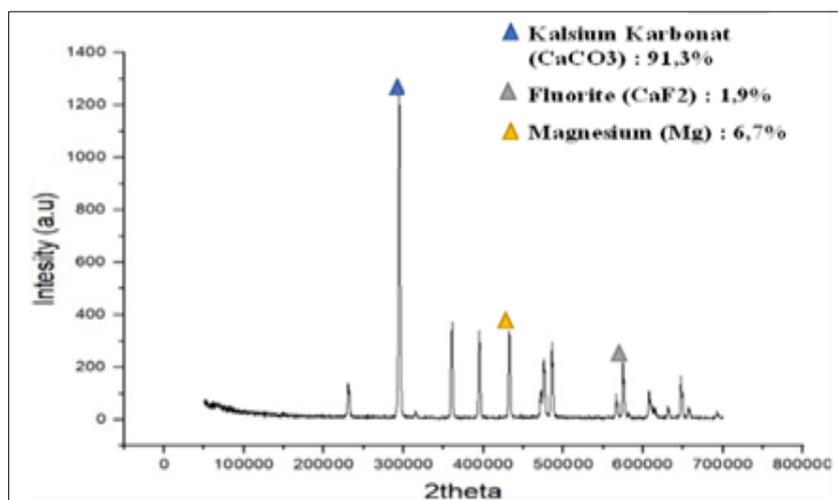
Berdasarkan Tabel 2, sampel yang dianalisis mengandung senyawa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan komposisi kuantitatif sebesar 91,3%. Senyawa ini terdiri dari satu atom kalsium (Ca), satu atom karbon (C), dan tiga atom oksigen (O). Selain itu, sampel juga mengandung magnesium (Mg) sebesar 6,7% dalam bentuk tunggal, serta kalsium fluorida ( $\text{CaF}_2$ ) sebesar 1,9%. Kalsium fluorida terdiri dari satu atom kalsium (Ca) dan dua atom fluor (F). Komposisi kimia yang terperinci dalam sampel ini memberikan informasi penting mengenai jumlah dan jenis atom yang ada dalam senyawa-senyawa tersebut.

Berdasarkan gambar 5, puncak tertinggi yang dapat dilihat pada grafik yang dibuat menggunakan software Origin dapat memberikan informasi tentang komposisi sampel yang telah dianalisis. Puncak tertinggi yang dapat dilihat pada grafik tersebut adalah yang sesuai dengan persentase komposisi yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu 94,2% untuk  $\text{CaCO}_3$ , 4,8% untuk Mg, dan 1,1% untuk  $\text{CaF}_2$ . Dengan memeriksa posisi puncak pada sumbu vertikal, angka.

Tabel 3. Hasil Analisis Mineral *X-Ray Diffraction* (XRD) pada sampel ST-3

Sampel	Senyawa	Rumus Kimia	Kuantitatif	Komposisi Kimia
ST-2	Kalsium Karbonat	$\text{CaCO}_3$	91,3%	Ca: 1 atom, C: 1 atom, O: 3 atom
	Magnesium	Mg	6,7%	Mg: 1 atom
	Kalsium Fluorida	$\text{CaF}_2$	1,9%	Ca: 1 atom, F: 2 atom

Berdasarkan Tabel 3, sampel yang dianalisis mengandung senyawa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan komposisi kuantitatif sebesar 94,2%. Senyawa ini terdiri dari satu atom kalsium (Ca), satu atom karbon (C), dan tiga atom oksigen (O). Selain itu, sampel juga mengandung magnesium (Mg) sebesar 4,8% dalam bentuk tunggal, serta kalsium fluorida ( $\text{CaF}_2$ ) sebesar 1,1%. Kalsium fluorida terdiri dari satu atom kalsium (Ca) dan dua atom fluor (F). Komposisi kimia yang terperinci dalam sampel ini memberikan informasi penting mengenai jumlah dan jenis atom yang ada dalam senyawa-senyawa tersebut.



Gambar 3. Difraktogram hasil analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) sampel ST-3

#### Hasil Analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF)

XRF adalah metode analisis terhadap sampel berdasarkan pengukuran tenaga dan intensitas sinar X suatu unsur di dalam sampel hasil eksitasi sumber radioisotop (Dwijananti & Nurbaiti., 2012). Dengan menggunakan software OXSAS untuk mengetahui intensitas kristal pada setiap sampel dan untuk menemukan perbedaan kadar  $\text{CaCO}_3$  dalam masing-masing sampel (Mulyono et al., 2019).

Hasil komposisi unsur dalam tiga sampel, yaitu ST-01, ST-02, dan ST-03, dapat diperoleh menggunakan alat mesin XRF (*X-ray Fluorescence*) dengan software OXSAS. Dengan bantuan alat

ini, komposisi unsur dalam sampel-sampel dapat diidentifikasi dan diukur secara akurat. Analisis menunjukkan bahwa kalsium oksida (CaO) merupakan komponen dominan dalam semua sampel dengan persentase tertinggi, yaitu 98,360% dalam ST-01, 99,305% dalam ST-02, dan 99,509% dalam ST-03. Selain CaO, sampel-sampel tersebut juga mengandung unsur-unsur lain seperti  $\text{Ru}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ , dan  $\text{SrO}$  dalam proporsi yang lebih kecil. Dengan menggunakan alat mesin XRF dan software OXSAS, informasi ini dapat diperoleh secara cepat dan efisien untuk analisis komposisi unsur dalam berbagai jenis sampel.

Tabel 4. Hasil Analisis X-Ray Fluorescence (XRF)

No.	Kode Sampel	Unsur	Hasil (%)
1.	ST-01	CaO	98,360
		$\text{K}_2\text{O}$	0,663
		$\text{Ru}_2\text{O}$	0,451
		$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,410
		$\text{Ag}_2\text{O}$	0,055
		SrO	0,034
2.	ST-02	CaO	99,305
		$\text{Ru}_2\text{O}$	0,438
		$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,196
		$\text{Ag}_2\text{O}$	0,032
3.	ST-03	CaO	99,509
		$\text{Ru}_2\text{O}$	0,443
		$\text{Ag}_2\text{O}$	0,075
		SrO	0,043

Menurut (Nurwaskito, dkk., 2015), Kandungan CaO dalam  $\text{CaCO}_3$  dapat ditentukan dengan menggunakan rumus perhitungan :

$$A\% = (k \text{ Ar A}) / (\text{Mr Ax}) \times 100\%$$

Keterangan:

Ar : Atom relatif

Mr : Molekul relatif

%A: Persen Unsur

Jika massa atom relatif (Ar) masing-masing unsur penyusunnya adalah : Ca = 40 gr/mol; C = 12 gr/mol; dan O = 16 gr/mol, Maka massa atom relatif dari senyawa  $\text{CaCO}_3$  adalah Mr  $\text{CaCO}_3$  : Ar Ca + Ar C + 3 (Ar O) = 100, Sehingga diperoleh kandungan CaO sebagai berikut :

$$\text{CaO Sampel St 01} = 56/100 \times 98,360\% = 55.13\%.$$

$$\text{CaO Sampel St 02} = 56/100 \times 99,305\% = 55.63\%.$$

$$\text{CaO Sampel St 03} = 56/100 \times 99,509\% = 55.65\%.$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa keseluruhan sampel pada 3 stasiun pengamatan menunjukkan kandungan CaO yang cukup tinggi yakni mencapai 55 %, Sehingga batugamping pada daerah penelitian dapat dikategorikan ke dalam batugamping kualitas tinggi (high grade limestone) karena memiliki kandungan CaO > 48 % (Wakila et al., 2021).

Kalsium oksida (CaO) adalah senyawa kimia yang biasanya digunakan sebagai bahan bakar dan sebagai campuran semen setelah kapur mentah atau  $\text{CaCO}_3$  dibakar pada suhu  $90^\circ$ . Pada suhu kamar, kalsium oksida adalah zat padat putih, kristal basa kaustik dengan pH 12,8 (Dewi et al., 2021).

Kalsit adalah bahan utama batu kapur, dan penyemen biasanya ditemukan di pasir dan serpih. Kalsium diendapkan sebagai  $\text{CaCO}_3$  atau diekstrak dari air laut oleh organisme dan terkonsentrasi

sebagai cangkang, misalnya dalam kerang. Karbonat berasal dari air dan karbon dioksida. Batuan beku kaya mineral kalsium, seperti Ca-plagioklas (Amir, 2021).

## SIMPULAN

Kandungan mineral batugamping di daerah penelitian didominasi oleh kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) pada ketiga stasiun penelitian, dengan persentase yang berbeda-beda yaitu 79,7%, 91,3%, dan 94,2%. Selain kalsit, mineral lain yang ditemukan dalam batugamping di daerah penelitian adalah fluorit ( $\text{CaF}_2$ ) dan magnesium (Mg), dengan persentase yang bervariasi pada masing-masing stasiun. Berdasarkan hasil karakteristik geokimia menggunakan XRF, kandungan CaO pada ketiga stasiun penelitian cukup tinggi, yaitu di atas 98%. Hal ini menunjukkan bahwa batugamping di daerah penelitian memiliki potensi sebagai bahan baku untuk industri semen atau pupuk kalsium.

## REFERENSI

- Amir, A. A. (2021). Batu Gamping Sebagai Bahan Baku. 1–61.
- Dewi, N. W. D. P. S., Janardana, I. G. N., & Wijaya, W. A. (2021). Pemanfaatan Pencampuran Gypsum Dengan Kalsium Oksida Sebagai Zat Aditif Pada Sistem Pembumian. *Jurnal SPEKTRUM* Vol, 8(3).
- Dwijananti, P., & Nurbaiti, U. (2012). Eksplorasi Unsur-Unsur Limbah Padat Pada Industri Pengecoran Logam Di Desa Pesarean Kecamatan Talang Kabupaten Tegal. *Unnes Physics Journal*, 1(1).
- Choerunnisa, T., Haryanto, A. D., Kurnia Arfiansyah, F., Hutabarat, J., & Handietri, Z. (2019). Karakteristik Kimia Batugamping Kompleks Kromong Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat. *Geoscience Journal*, 3(6), 449-458.
- Firmansyah, D. P., & Dewi, I. K. (2015). Fasies Batugamping Formasi Paciran Berdasarkan Data Biostratigrafi, Sedimentologi dan Petrografi. In *Seminar Nasional ke-II FTG "Sumber Daya Geologi dalam Menghadapi Masyarakat ASEAN Universitas Padjadjaran*.
- Heriyansyah, A. F., Chalik, C. A., Wakila, M. H., Harwan, H., & F, F. (2022). Identifikasi Sebaran Batugamping Menggunakan Data Citra Landsat 8 Di Pulau Buton Bagian Selatan. *Jurnal Geomine*, 10(1), 59–74.
- Mulyono, S., Azizah, D., & Setiyabudi, H. (2018). Optimasi Channel XRD ARL9900 sebagai Metode Alternatif untuk Analisa Limestone dalam Semen. *Jurnal Poli-Teknologi*, 17(3).
- Nurwaskito, A., Amril, F., & Widodo, S. (2015). Analisis kualitas batugamping sebagai bahan baku utama semen portland pada PT. Semen Tonasa Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 2(1), 117-123.
- Oyedotun, T. D. T. (2018). X-ray fluorescence (XRF) in the investigation of the composition of earth materials: a review and an overview. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2(2), 148-154.
- Salain, I. M. A., & Alit, I. M. (2007). Perbandingan Kuat Tekan dan Permeabilitas Beton yang Menggunakan Semen Portland Pozzolan dengan yang Menggunakan Semen Portland Tipe I. In *Seminar Dan Pameran HAKI* (pp. 1-6).
- Wakila, M. H., Chalik, C. A., Asmiani, N., Munir, A. S., Idris, M., & Juradi, A. (2021). Analisa Kualitas Batugamping sebagai Bahan Baku Semen pada Daerah Waangu-angu Kab. Buton Prov. Sulawesi Tenggara. *Jurnal GEOSAPTA* Vol, 7(1), 2963-2869.
- Widiarso, D. A., Kusuma, I. A., & Fadhilillah, A. P. (2017). Penentuan Potensi Sumberdaya Batu Gamping Sebagai Bahan Baku Semen Daerah Gandu Dan Sekitarnya, Kecamatan Bogorejo, Kabupaten Blora, Jawa Tengah. *Teknik*, 38(2), 92-98.