



## Pemanfaatan Bahan Galian Mineral Kalsit Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisik di Cikembar Sukabumi

Waode Jelita Ma'ruff Bay, Linda Pulungan\*

*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.*

### ARTICLE INFO

#### Article history :

Received : 7/4/2022

Revised : 6/7/2022

Published : 9/7/2022



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 2

No. : 1

Halaman : 41 - 48

Terbitan : Juli 2022

### ABSTRAK

Mineral kalsit adalah mineral dengan komposisi kimia  $\text{CaCO}_3$  yang dapat dijumpai dalam keadaan murni ataupun tidak. Adapun tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis karakteristik mineral kalsit dan merekomendasikan untuk pemanfaatannya berdasarkan sifat fisik mineral kalsit di daerah penelitian, guna meningkatkan perekonomian daerah sekitar serta membuka lapangan kerja. Dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dan sifat kimiawi, yaitu pengujian sifat fisik untuk mengetahui porositas, massa (asli, jenuh, tergantung), bobot (asli, kering, jenuh), apparent specific gravity, true specific gravity, kadar air asli, saturated water content, derajat kejenuhan dan void ratio, serta sayatan tipis petrografi untuk mengetahui tipe pori, faries dan produk diagenesa. Kemudian pengujian sifat kimiawi untuk mengetahui komposisi dan kadar pada mineral kalsit yang di uji. Pada daerah penelitian melalui pengujian sifat fisik dan pengujian sifat kimia XRF, maka dapat diketahui karakteristik mineral kalsit yang terkristalisasi sempurna, memiliki semen orthosparit pada BGP-1 (10%) dan BGP-2 (15%) dengan keseragaman butir yang buruk, berbutir halus-sedang, porositas GMP-01 (3,93%) dan GMP-02 (3,25%) dan hasil void ratio sebesar 0,04  $\text{cm}^3$  dan 0,03  $\text{cm}^3$ , nilai ini menunjukkan bahwa batuan tersebut memiliki rongga kecil sehingga volume yang didapatkan kecil. Untuk XRF diketahui terdapat 55,84% CaO dalam mineral kalsit tersebut.

**Kata Kunci :** Mineral Kalsit; Karakteristik Kalsit; Sifat Fisik.

### ABSTRACT

Calcite mineral is a mineral with a chemical composition of  $\text{CaCO}_3$  which can be found in a pure state or not. The purpose of this study is to analyze the characteristics of the calcite mineral and recommend its use based on the physical properties of the calcite mineral in the research area, in order to improve the economy of the surrounding area and create employment opportunities. Tests were carried out to determine the characteristics of physical and chemical properties, namely physical properties testing to determine porosity, mass (original, saturated, dependent), weight (original, dry, saturated), apparent specific gravity, true specific gravity, original water content, saturated water content, degree of saturation and void ratio, as well as petrographic thin sections to determine pore type, variety and diagenetic products. Then testing the chemical properties to determine the composition and content of the calcite mineral being tested. In the research area, through testing the physical properties and testing the chemical properties of XRF, it can be seen the characteristics of the mineral calcite which is perfectly crystallized, has orthosparite cement in BGP-1 (10%) and BGP-2 (15%) with poor grain uniformity, fine grained-medium, the porosity of GMP-01 (3.93%) and GMP-02 (3.25%) and the results of the void ratio of 0.04  $\text{cm}^3$  and 0.03  $\text{cm}^3$ , this value indicates that the rock has a small cavity so that the volume is large. found small. For XRF, it is known that there is 55.84% CaO in the calcite mineral.

**Keywords :** Calcite Mineral; Calcite Characteristics; Physical Properties.

@ 2022 Jurnal Riset Teknik Pertambangan Unisba Press. All rights reserved.

## A. Pendahuluan

Mineral kalsit adalah mineral dengan komposisi kimia  $\text{CaCO}_3$  yang dapat dijumpai dalam keadaan murni ataupun tidak, dikarenakan adanya kandungan mineral pengikat atau pengotor. Keterbentukannya sendiri yaitu dari proses perubahan dari batugamping yang mengalami pelarutan kemudian mengalami pengendapan dan mengkristal [1]. Jumlah batugamping yang banyak memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan tambang industri, terutama industri semen yang memiliki bahan utama yaitu batugamping [2]. Dalam Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 pasal 66 kegiatan pertambangan rakyat yaitu pertambangan mineral logam, pertambangan mineral bukan logam, atau pertambangan batuan. Mineral kalsit sendiri termasuk kedalam mineral bukan logam, selain itu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2021 pasal 1 nomor 1 yaitu industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi mengolah Bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri. Dalam kedua peraturan tersebut dapat menjadi dasar untuk pemanfaatan bahan galian mineral kalsit.

Desa Sukamulya, kecamatan Cikembar, kabupaten Sukabumi memiliki mineral kalsit yang dapat dimanfaatkan oleh warga sekitar dan tidak dibiarkan terbengkalai begitu saja jika di olah dengan baik dan efektif, maka dapat menjadi bernilai ekonomis, salah satu faktor yang mendukung pemanfaatan mineral kalsit tersebut yaitu membantu dalam bidang industri rumahan yang tidak membutuhkan alat yang rumit dan keahlian khusus guna meningkatkan perekonomian daerah sekitar serta membuka lapangan kerja.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat tujuan penelitian adalah: (1) Menganalisis karakteristik mineral kalsit yang terdapat pada daerah penelitian; dan (2) Merekomendasikan pemanfaatan mineral kalsit berdasarkan karakteristik sifat fisik yang terdapat pada daerah penelitian.

## B. Metode Penelitian

Mineral kalsit adalah mineral karbonat dengan unsur kimia  $\text{CaCO}_3$ , dengan sistem kristal heksagonal belahan *rhombohedral*, tidak berwarna dan transparan, dan berat jenis 2,7, kekerasan 3 (Skala Mohs). Mineral ini berada pada hampir semua batuan termasuk batugamping, yang memiliki peranan penting dalam genesa batugamping dan batu marmer, karena mineral kalsit merupakan penyusun utama dan dominan pada kedua batuan tersebut. Kalsit di dalam dapat ditemukan dalam keadaan murni dan tidak murni, kalsit tidak murni karena adanya pengotor akibat penggantian unsur kalsium (Ca) dari unsur lain berupa logam seperti Fe, Mg dan Mn.

Analisis sayatan tipis *petrolografi* dilakukan untuk mengidentifikasi suatu fisik dari batuan dan tipe pori, fasies dan produk-produk diagenesa yang akan terbentuk, sehingga dapat memudahkan dalam penamaan dan penentuan genesa hingga diagenesa [3]. Sifat fisik batuan adalah sifat yang ada pada suatu batuan setelah dilakukan pengujian tanpa merusak batuan. Penentuan sifat fisik batuan sangat penting untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat fisik batuan dapat ditentukan kualitas batuan tersebut [4] dan [5]. *X-Ray Diffraction* (XRD) merupakan salah satu metode karakterisasi material yang paling tua dan paling sering digunakan hingga sekarang. Difraksi sinar-X merupakan metode analisa yang memanfaatkan interaksi antara sinar-X dengan atom yang tersusun dalam sebuah sistem kristal. Sedangkan dalam definisi lain, *X-Ray Diffraction* (XRD) merupakan analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi material *kristalit*, sebagai contoh identifikasi struktur *kristalit* (kualitatif) dan *fasa* (kuantitatif) dalam suatu bahan dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar-X [6] dan [7]. Selain itu, juga dimanfaatkan untuk mengetahui rincian lain seperti susunan berbagai jenis atom dalam kristal, kehadiran cacat, orientasi, dan cacat kristal [8]. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan suatu material, terdapat tiga kemungkinan yang dapat terjadi, yaitu absorpsi (penyerapan), difraksi (penghamburan), atau fluoresensi (pemancaran) kembali sinar-X dengan energi yang lebih rendah. Ketiga fenomena 3 inilah yang menjadi landasan dalam analisa menggunakan teknik sinar-X [9] dan [10].

**Tabel 1.** Mineral Kalsit

Mineral Kalsit	
Kategori	Mineral karbonat
Rumus Kimia	$\text{CaCO}_3$

**Lanjutan Tabel 1. Mineral Kalsit**

Simetri Kristal	Trigonal 32/m
Warna	Jernih atau putih, abu-abu, kuning, hijau
Perawakan	Kristalin, granuler, stalaktitik, konkresioner, masif, rombohedral.
Sistem Kristal	Trigonal heksagonal skalenohedral (32/m), Kelompok Ruang (R3 2/c)
Bentuk Kembaran	Umum dengan empat law kembar
Belahan	Sempurna pada tiga arah [1011] dengan sudut 74° 55'
Pecahan	Konkoidal
Sifat Dalam	Rapuh
Kekerasan (Skala Mohs)	3½ - 4 (mineral penentu)
Kilap	Kekacaan hingga kemutiaran pada permukaan bersihan
Gores	Putih
Diafanitas	Transparan hingga translusen
Berat Jenis	2,9
Sifat Optik	Uniaksial (-)
Bias Ganda	$\delta = 0.154 - 0.174$

Sumber: Ronald Louis Bonewitz, 2012

### C. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan pada kedua sampel dengan nama GMP-01 dan GMP-02 yang representatif dari 8 sampel yang ada, maka di dapatkan hasil nilai porositas 3,93% dan 3,25% yang tidak jauh berbeda hal ini menandakan bahwa batuan tersebut mempunyai porositas yang baik dikarenakan bahwasannya mineral kalsit adalah salah satu batuan. Hasil *void ratio* yang didapatkan pada kedua sampel sebesar 0,04 cm<sup>3</sup> dan 0,03 cm<sup>3</sup>, nilai ini menunjukkan bahwa batuan tersebut memiliki rongga kecil sehingga volume yang didapatkan kecil, hal ini menandakan bahwa kualitas dari batuan baik.

**Tabel 2. Hasil Analisis Pengujian Sifat Fisik Batuan**

No.	Parameter	GMP-01	GMP-02
1	<i>Natural Mass</i> , $W_n$ (gr) (massa asli)	75,85	87,69
2	<i>Saturated Mass</i> , $W_w$ (gr) (massa jenuh)	76,45	88,35
3	<i>Submerged Mass</i> , $W_s$ (gr) (massa tergantung)	46,70	52,94
4	<i>Dry Mass</i> , $W_o$ (gr) (massa kering)	75,28	87,20
5	<i>Natural Density</i> , $\rho_n = W_n / (W_w - W_s)$	2,55	2,48
6	<i>Saturated Density</i> , $\rho_s = W_w / (W_w - W_s)$	2,57	2,50
7	<i>Dry Density</i> , $\rho_d = W_o / (W_w - W_s)$	2,53	2,46
8	<i>Natural Water Content</i> , $W = ((W_n - W_o) / W_o) \times 100 \%$	0,76	0,56
9	<i>Saturated Degree</i> , $S = ((W_n - W_o) / (W_w - W_o)) \times 100 \%$	48,72	42,61
10	<i>Porosity</i> , $n = ((W_w - W_o) / (W_w - W_s)) \times 100 \%$	3,93	3,25
11	<i>Void Ratio</i> , $e = n / (1 - n)$	0,04	0,03

Sumber: Laboratorium Tambang Universitas Islam Bandung, 2021

Sampel yang di uji berupa mineral kalsit yang didapat pada daerah penelitian, merupakan mineral kalsit hasil pengendapan laut dangkal terbuka dengan sistem arus yang lemah, sudah mengalami kristalisasi sempurna dan sudah melewati proses diagenesis.

**Tabel 3. Hasil Analisis Pengujian Sayatan Tipis Petrografi BGP-1**

Kode sampel : <b>BGP-1</b> ( <i>sample code</i> )	Lokasi : - ( <i>location</i> )
Kedalaman : - ( <i>depth</i> )	Klasifikasi : Dunham, 1962 ( <i>classification</i> )
Warna ( <i>colour</i> )	: Bening sedikit kecoklatan pucat

**Lanjutan Tabel 3.** Hasil Analisis Pengujian Sayatan Tipis Petrografi BGP-1

Struktur ( <i>structure</i> )	: Pejal, sebagian tampak struktur custiform, radiated dan vugy		
Tekstur ( <i>texture</i> )	: Masif-Laminasi		
Pemilahan ( <i>sorting</i> )	: Buruk		
Kemas ( <i>fabric</i> )	: Tertutup, terduduk butiran		
Ukuran butir ( <i>grain size</i> )	: 0,8 – 12,5 mm, rata-rata (average) : 4,75 mm		
Kebundaran ( <i>roundness</i> )	: Membundar tanggung - membundar		
Hubungan butir ( <i>grain contact</i> )	: Panjang, lengkung dan gerigi		
<b>Pemerian (<i>description</i>)</b>			
Sayatan kristalin kalsit, berbutir halus-sedang, ukuran 0,02 – 0,65mm, masif laminasi, komposisi mineral terdiri atas kalsit, aragonit dan sedikit mineral opak.			
Butiran ( <i>grain</i> )	%	Semen ( <i>cement</i> )	%
Kristal kalsit	40	Orthosparit	10
Mineral opak (Oksida besi)	2	Neomorfisme ( <i>neomorphism</i> )	%
		Mikrosparit	20
		Aragonit	8
		Keporian ( <i>porosity</i> )	%
		Dalam partikel, antar kristal dan gerowong pelarutan	±5
Matriks ( <i>matrix</i> )	%		
Mikrokristalin kalsit	15		
Tekstur pengendapan ( <i>depositional texture</i> ) :			
Batuan merupakan hasil pengendapan laut dangkal terbuka dengan sistem arus lemah.			
Ciri diagenesis ( <i>diagenetic character</i> ) :			
Batuan ini telah mengalami kompaksi, penyemenan, neomorfisme sehingga batuan menjadi kompak dan padat.			
Sistem keporian ( <i>pore system</i> ) :			
Keporian batuan sangat jarang berupa sisa-sisa rongga antar partikel yang tidak saling berhubungan.			
Nama batuan ( <i>Rock name</i> ): <b>Kristalin karbonat (Onix)</b>			

**Tabel 4.** Hasil Analisis Pengujian Sayatan Tipis Petrografi BGP-2

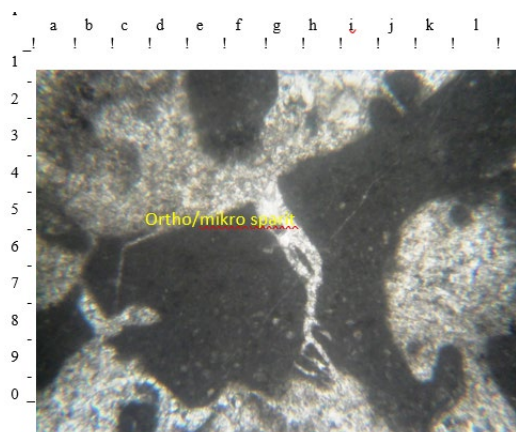
Kode sampel	: <b>BGP-2</b>	Lokasi	: -
( <i>sample code</i> )		( <i>location</i> )	
Kedalaman	: -	Klasifikasi	: Dunham, 1962
( <i>depth</i> )		( <i>classification</i> )	
Warna ( <i>colour</i> )	: Bening sedikit kecoklatan pucat		
Struktur ( <i>structure</i> )	: Pejal, sebagian tampak struktur custiform, radiated dan vugy		
Tekstur ( <i>texture</i> )	: Masif-Laminasi		
Pemilahan ( <i>sorting</i> )	: Buruk		
Kemas ( <i>fabric</i> )	: Tertutup, terduduk butiran		
Ukuran butir ( <i>grain size</i> )	: 0,8 – 12,5 mm, rata-rata (average) : 4,75 mm		
Kebundaran ( <i>roundness</i> )	: Membundar tanggung - membundar		
Hubungan butir ( <i>grain contact</i> )	: Panjang, lengkung dan gerigi		
<b>Pemerian (<i>description</i>) :</b>			
Sayatan kristalin kalsit, berbutir halus-sedang, ukuran 0,02 – 0,65mm, masif laminasi, komposisi mineral terdiri atas kalsit, aragonit dan sedikit mineral opak.			
Butiran ( <i>grain</i> )	%	Semen ( <i>cement</i> )	%
Kristal kalsit	35	Orthosparit	15
Mineral opak (Oksida besi)	4	Neomorfisme ( <i>neomorphism</i> )	%
		Mikrosparit	15
		Aragonit	7
		Keporian ( <i>porosity</i> )	%
		Dalam partikel, antar kristal dan gerowong pelarutan	±9
Matriks ( <i>matrix</i> )	%		
Mikrokristalin kalsit	20		

**Lanjutan Tabel 4.** Hasil Analisis Pengujian Sayatan Tipis Petrografi BGP-2

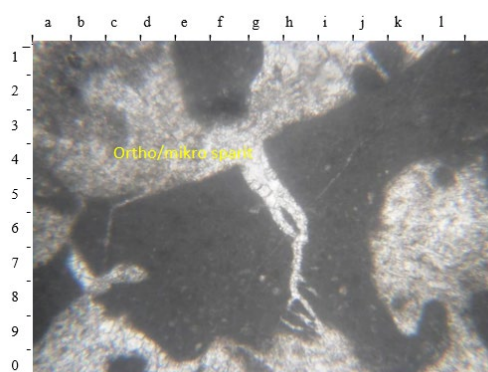
---

Tekstur pengendapan ( <i>depositional texture</i> ) :
Batuan merupakan hasil pengendapan laut dangkal terbuka dengan sistem arus lemah.
Ciri diagenesis ( <i>diagenetic character</i> ) :
Batuan ini telah mengalami kompaksi, penyemenan, neomorfisme sehingga batuan menjadi kompak dan padat.
Sistem keporian ( <i>pore system</i> ) :
Keporian batuan sangat jarang berupa sisa-sisa rongga antar partikel yang tidak saling berhubungan.
Nama batuan ( <i>Rock name</i> ): <b>Kristalin karbonat (Onix)</b>

---



**Gambar 1.** Kedudukan Lensa Nikol Sejajar



**Gambar 2.** Kedudukan Lensa Nikol Bersilang

Mikrofoto 01: Sayatan pipih kristalin karbonat dengan ukuran butiran halus-sedang, memperlihatkan relief dan replacement karbonat sebagai matriks menjadi orthosparit. Mikrofoto 02: Sayatan pipih kristalin karbonat dengan ukuran butiran halus-sedang, memperlihatkan relief dan replacement karbonat sebagai matriks menjadi orthosparit.

Sampel mineral kalsit selanjutnya di analisis secara sifat kimiawi melalui pengujian *X-Ray Fluorescence* (XRF) di Badan Penelitian dan Pengembangan Energi dan Sumber Daya Mineral Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, maka mendapat hasil rata-rata nilai CaO sebesar 55,84% yang paling mendominasi dibandingkan unsur lainnya. Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena electron dalam atom target (sampel) terkena berkas berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X) [11]. Analisis dengan XRF merupakan metode yang paling umum digunakan karena prosedur persiapan sampel sederhana, waktu analisis cepat, kestabilan mesin baik, hasil akurat dan cukup ekonomis [12]. Disisi lain, penggunaan metode XRF juga memiliki kekurangan yakni tidak dapat mendeteksi unsur karbon dalam logam [13].

**Tabel 5.** Hasil Analisis Pengujian XRF

Nomor Lab	0735/2021	0736/2021	0737/2021	0738/2021	0739/2021	0740/2021
Kode/Tanda	SKB 1A	SKB 1B	SKB 1C	SKB 1D	SKB 1E	SKB 1F
Unit	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
CaO	55,19	55,90	56,03	56,20	55,93	55,85
SiO <sub>2</sub>	0,86	0,28	0,50	0,43	0,18	0,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	0,085	0,11	0,25	0,050	0,082
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,45	0,021	0,059	0,056	0,21	0,069
MnO	0,021	0,017	0,010	0,010	0,018	0,022
MgO	0,25	0,18	<0,001	<0,001	0,18	0,12
Na <sub>2</sub> O	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
K <sub>2</sub> O	0,020	0,001	0,012	0,002	0,001	<0,001
TiO <sub>2</sub>	0,025	0,009	0,007	0,015	0,008	0,013
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,019	0,014	0,005	0,002	0,009	0,004
SrO	0,076	0,087	0,017	0,015	0,065	0,22
SO <sub>3</sub>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hilang Pijar	42,73	43,41	43,26	43,02	43,35	43,44

Sumber: Badan Penelitian dan Pengembangan Energi dan Sumber Daya Mineral  
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara, 2021

Berdasarkan sifat fisik dari mineral kalsit dapat dimanfaatkan sebagai lampu *onyx*, jika dilihat dari warna pada mineral kalsit yaitu transparan atau tidak berwarna yang memungkinkan cahaya dapat diserap atau diteruskan. Cahaya sendiri adalah suatu bentuk energi radiasi yang mempunyai sifat sebagai gelombang dan partikel. Sifatnya sebagai gelombang dapat dilihat dengan terjadinya pembiasan dan pemantulan cahaya oleh suatu medium, sedangkan sifatnya sebagai partikel dapat dilihat dengan terjadinya efek foto listrik [14].

**Tabel 6.** Karakteristik Mineral Kalsit Pada Daerah Penelitian

Mineral Kalsit	
Kategori	Mineral karbonat
Rumus Kimia	CaCO <sub>3</sub>
Struktur	Pejal, sebagian tampak struktur custiform, radiated dan vugy
Warna	Bening, sedikit kecoklatan pucat
Tekstur	Masif - laminasi
Pemilahan	Buruk
Kemas	Tertutup, terdukung butiran
Ukuran Butir	0,8 – 12,5 mm, rata – rata 4,75 mm
Kebundaran	Membundar tanggung - membundar
Hubungan Butir	Panjang, lengkung dan gerigi
Kekerasan (Skala Mohs)	3½ - 4 (mineral penentu)
Kilap	Kekacaan hingga kemutiraan pada permukaan bersihan
Gores	Putih
Diafaneitas	Transparan hingga translusen
Ketahanan	<i>Brittle</i>
Berat Jenis	2,7
Kemagnetan	-
Kelistrikan	-
Radioaktif	-
Elastisitas	-
Ketahanan	-

Sumber: Hasil Penelitian, 2021



**Gambar 3.** Kerajinan Hiasan Lampu *Onyx*

Sumber: Hasil Penelitian 2021

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dari pengolahan data dan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa karakteristik yang didapatkan pengujian sayatan tipis *petrografi* didapatkan mineral kalsit yang terkristalisasi sempurna, memiliki semen dengan jumlah semen pada *orthosparit* sampel BGP-1 (10%) dan BGP-2 (15%) yang sedikit dengan keseragaman butir yang buruk, berbutir halus – sedang. Untuk pengujian sifat fisik sendiri diketahui bahwa mineral kalsit memiliki nilai porositas GMP-01 (3,93%) dan GMP-02 (3,25%) dan hasil *void ratio* yang didapatkan pada kedua sampel sebesar 0,04 cm<sup>3</sup> dan 0,03 cm<sup>3</sup>, nilai ini menunjukkan bahwa batuan tersebut memiliki rongga kecil sehingga volume yang didapatkan kecil. Sedangkan untuk pengujian analisis sifat kimiawi XRF diketahui kadar mineral kalsit dengan senyawa kimia (CaO) yang ada pada batugamping daerah tersebut adalah rata-rata sebesar 55,84%.

Karakteristik sifat fisik mineral kalsit yang dapat dimanfaatkan sesuai dengan daerah penelitian yang dapat dimanfaatkan yakni memiliki tekstur massif namun terkristalisasi sempurna sehingga dapat dengan mudah menyerap dan memancarkan cahaya serta memiliki transparansi yang tinggi. Selain itu, dengan mempertimbangkan sumberdaya alam dan sumberdaya manusia yang ada pemanfaatan kalsit yang paling sederhana sejauh ini dan memenuhi kriteria di daerah penelitian, maka kalsit dimanfaatkan menjadi kerajinan hiasan lampu *onyx*.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] R. S. Boynton, *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*. New York: John Willey and Sons, Inc, 1999.
- [2] C. Parorak, S. H. Yuwanto, H. Bahar, and A. A. Abdilbar, “Geologi dan Analisis Kualitas Batugamping Sebagai Bahan Baku Semen Daerah Solokuro dan Sekitarnya, Kecamatan Solokuro, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur,” *Semit. I*, pp. 222–226, 2019.
- [3] M. R. D. Alfayed, S. Nuraini, and A. H. F. Rizqi, “Sebagai Potensi Batuan Reservoir Berdasarkan Analisis Porositas Dan Petrografi Pada Formasi Prupuh ,” *Geoda*, vol. 01, no. 01, pp. 79–85, 2020.
- [4] N. Djauhari, *Pengantar Geologi*. Yogyakarta: Deepublish, 2014.
- [5] Krispian Fathan Hidayatullah, Iswandar, and Zaenal, “Kestabilan Lereng Tambang Terbuka pada Tambang Emas di PT X Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat,” *J. Ris. Tek. Pertamb.*, vol. 1, no. 2, pp. 155–161, Feb. 2022, doi: 10.29313/jrtp.v1i2.539.

- [6] A. A. Bunaciu, E. G. Udriștioiu, and H. Y. Aboul-Enein, "X-ray diffraction: instrumentation and applications.," *Crit. Rev. Anal. Chem.*, vol. 45, no. 4, pp. 289–299, 2015, doi: 10.1080/10408347.2014.949616.
- [7] N. Fitri, E. Yusibani, and E. Yufita, "Identifikasi Mineral pada Material Perekat Benteng Purba di Kawasan Aceh Besar Menggunakan XRD," *J. Aceh Phys. Soc.*, vol. 6, no. 2, pp. 1–4, 2017.
- [8] L. Hakim, M. Dirgantara, and M. Nawir, "Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya," *J. Jejaring Mat. dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 44–51, 2019, doi: 10.36873/jjms.v1i1.136.
- [9] A. R. H. A. M. Setiabudi, *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*, vol. 1. 2012.
- [10] D. D. Atmoko, A. D. Titisari, and A. Idrus, "Mineralogi Dan Geokimia Batugamping Merah Ponjong, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta – Indonesia," *J. Ris. Geol. dan Pertamb.*, vol. 26, no. 1, p. 55, 2016, doi: 10.14203/risetgeotam2016.v26.269.
- [11] Munasir, Triwikantoro, M. Zainuri, and Darminto, "Uji XRD dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan dan Pasir) sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO<sub>3</sub> DAN SiO<sub>2</sub>)," *J. Penelit. Fis. dan Apl.*, vol. 2, no. 1, pp. 20–29, 2012.
- [12] N. Indah, "Karakteristik Mineral Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>) Pada Batuan Kecamatan Tamalatea Kabupaten Jeneponto Sulawesi Selatan," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2020.
- [13] S. Fatimah, "Identifikasi Kandungan Unsur Logam Menggunakan XRF dan OES Sebagai Penentu Tingkat Kekerasan Baja Panduan," Universitas Negeri Yogyakarta, 2018.
- [14] I. W. Suarsa, "Spektroskopi," Denpasar, 2015.