Sintesis Magnesium Oksida (MgO) dari Dolomit Bangkalan dengan Metode *Leaching*

Devi Saputri, Lydia Rohmawati^(a)

Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia, 60231 Email :^(a)lydiarohmawati@unesa.ac.id

Diterima (02 Juni 2021), Direvisi (27 Juli 2021)

Abstract. Magnesium oxide (MgO) is a ceramic material that has potential in the medical and industrial fields, where MgO can be obtained from natural dolomite which has a composition of 21.9% MgO and 54.3% CaCO3. However, MgO from dolomite has not been studied much so that this study was conducted with the aim of analyzing the effect of the holding time of calcination on the synthesized MgO phase. The MgO synthesis method uses the Leaching method, which is dissolving dolomite with HCl and stirring it at 75 °C for 45 minutes. After that, it is filtered where the results of the filtrate are added with ammonia until the solution reaches pH 12 and a precipitate is formed. Furthermore, the precipitate was filtered and dried at 90 °C for 6 hours, and calcined at a temperature of 800 °C with a variation of the holding time of 4 hours, 8 hours, 12 hours, 16 hours, and 20 hours. The calcined powder was characterized by XRD and FTIR. The results showed that the optimum MgO main phase was formed at a holding time of 8 hours at a calcination temperature of 800 °C and had a nanocrystallite size of 20.12 nm. FTIR results show that the MgO synthesized with a holding time of 8 hours has functional groups Mg-O, Mg-O-Mg, C = O, alkene groups, and H-O-H in the wave number range of 4000 cm -¹ - 500 cm -¹.

Keywords: MgO, leaching, holdingtime, synthesis.

Abstrak. Magnesium oksida (MgO) merupakan material keramik yang memiliki potensi dalam bidang medis dan industri, dimana MgO dapat diperoleh dari bahan alam dolomit yang memiliki komposisi 21,9% MgO dan 54,3% CaCO₃. Namun MgO dari dolomit belum banyak dikaji sehingga penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh waktu tahan kalsinasi terhadap fasa MgO yang disintesis. Metode sintesis MgO menggunakan metode *leaching* yakni melarutkan dolomit dengan HCl dan diaduk pada suhu 75°C selama 45 menit. Setelah itu dilakukan penyaringan yang hasil filtratnya ditambahkan amoniak hingga larutan mencapai pH 12 dan terbentuk endapan. Selanjutnya endapan tersebut disaring dan dikeringkan pada suhu 90°C selama 6 jam,dan dikalsinasi pada suhu 800°C dengan variasi waktu tahan 4, 8, 12, 16, dan 20 jam. Serbuk hasil kalsinasi dikarakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fasa utama MgO terbentuk optimum pada waktu tahan 8 jam suhu kalsinasi 800°C dan memiliki ukuran kristalit 20,12 nm. Hasil FTIR menunjukkan bahwa MgO hasil sintesis dengan waktu tahan8 jam memiliki gugus fungsi Mg-O, Mg-O-Mg, C=O, gugus alkena, dan H-O-H pada rentang bilangan gelombang 4000 cm⁻¹ – 500 cm⁻¹.

Kata kunci: MgO, leaching, waktu tahan, sintesis.

PENDAHULUAN

Magnesium oksida adalah mineral padat berwarna putih terbentuk dari ikatan ionik antara satu atom magnesium dan satu atom oksigen vang membentuk struktur kristal FCC [1]. Material MgO berukuran nano memiliki potensi yang lebih luas yakni dalam bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai bakterisida, katalis, bahan keramik, remediasi dan absorben pada limbah [2]. Menurut Tang et al (2014) MgO dapat juga digunakan sebagai inhibitor dekomposisi aluminium titanata. Material tersebut juga dapat diaplikasikan dalam dunia medis yaitu agen antibakteri dan media pengobatan. penelitian Sebagian besar menggunakan Mg²⁺ untuk mensintesis Mg(OH)₂ dan MgO nanopartikel [3]. Namun beberapa mineral alami seperti dan magnesit juga dapat dolomit digunakan sebagai sumber Mg²⁺ yang memiliki keuntungan lebih murah dan lebih cocok digunakan untuk industri dibandingkan dengan bahan komersial. Bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan nanopartikel MgO adalah dolomit [4].

Dolomit dengan rumus (MgCa(CO₃)₂) merupakan batuan yang sejenis dengan batu kapur dan memiliki dua garam karbonat vaitu CaCO3 dan MgCO₃. Secara teoritis dolomit murni mengandung 45,6% MgCO₃ atau 21,9% MgO dan 54,3% CaCO₃ [5]. Pemanfaatan mineral dolomit yang terdapat Indonesia hanya sebatas untuk keperluan pembuatan pupuk dolomit dan bata dolomit sebagai bahan bangunan sehingga memiliki nilai jual yang rendah [6]. Oleh karena itu untuk meningkatkan nilai jualnya, dolomit dapat diolah magnesium karbonat meniadi kalsium karbonat [4]. Proses penguraian magnesium karbonat dan kalsium karbonat pada dolomit dapat dilakukan dengan kalsinasi parsial. Kalsinasi parsial adalah proses penguraian kalsium karbonat dan magnesium karbonat dalam dolomit hingga diperoleh produk CaO dan MgO [7].

Rohmawati*et* al (2019)telah melakukan penelitian preparasi CaCO₃/MgO dari dolomit Bangkalan yang dimanfaatkan sebagai antibakteri pada rongga mulut. Pada penelitian tersebut preparasi CaCO₃/MgO dilakukan dengan metode kalsinasi parsial, namun tidak memisahkan CaCO3 dan MgO pada dolomit [8]. Sehingga pada penelitian ini dilakukan pemisahan CaCO3 dan MgO dengan metode leaching untuk sintesis MgO. memudahkan proses leaching merupakan proses Metode pelarutan dolomit yang menggunakan pelarut asam [9].

Li et al (2013),telah melakukan sintesis MgO dari dolomit dengan metode leaching menggunakan HCl sebagai pelarut. Metode *leaching* menggunakan pelarut HCl ini lebih efisien digunakan untuk memisahkan MgO dan CaCO3 dibandingkan dengan metode hidrotermal dan metode presipitasi yang memerlukan biaya mahal. Metode *leaching* juga hanya memerlukan alat dan bahan vang sederhana sehingga mudah untuk dilakukan. Serbuk hasil sintesis tersebut dikalsinasidengan variasi suhu 600°C-900°C selama 4 jam. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa fasa MgO terbentuk sempurna pada suhu kalsinasi 800°C [2].

Berdasarkan beberapa penelitian penelitian pada diatas, maka dilakukan sintesis MgO dari dolomit Bangkalan dengan metode leaching menggunakan pelarut HCl kemudian dikalsinasi pada suhu 800°C selama 4, 8, 12, 16, dan 20 jam untuk mendapatkan fasa MgO yang optimum pada suhu kalsinasi 800°C. Hasil sintesis dikarakterisasi X-Ray Diffraction (XRD) untuk mengetahui pengaruh variasi waktu tahan terhadap fasautama MgO yang terbentuk dan dilanjutkan dengan karakterisasi Fourier TransformInfra Red (FTIR) pada sampel yang menghasilkan fasa MgO optimum untuk mengetahui gugus fungsi dari MgO. Hasil penelitian ini diharapkan sampel yang disintesis dari dolomit menunjukkan fasa tunggal MgO dan nantinya dapat diterapkan sebagai material medis.

METODE PENELITIAN

A. Alat dan bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk sintesis MgO dari dolomite yaitu mortal alu, ayakan 200 mesh, beakerglass, gelasukur, pH meter, stirer, *furnace*, oven, dolomite Bangkalan, HCl 37% Merck, NH₃ 25% Merck, kertassaring, dan aquades.

B. Preparasi Sampel

Dolomit dihaluskan diayak dan mesh menggunakan ayakan 200 selanjutnya dikarakterisasi XRD untuk mengetahui komposisi fasa. Kemudian dikalsinasi selama 1 jam pada suhu 800°C untuk menguraikan MgCO₃ menjadi MgO. Dolomit yang sudah dikalsinasi dikarakterisasi XRD untuk mengidentifikasi fasa yang terbentuk.50 gram dolomite hasil kalsinasi tersebut dilarutkan dengan HCl sebanyak 210 ml dan diaduk pada suhu 75° C selama 45 menit. Larutan yang terbentuk disaring untuk mendapatkan filtrat, kemudian filtrate tersebut ditambahkan NH3 hingga pH12 dan terbentuk presipitat. Hasil dicuci dengan aquades presipitat sebanyak 3 kali dan dikeringkan pada suhu 90°C selama 6 jam. Selanjutnya dikalsinasi pada suhu 800°C dengan variasi waktu tahan 4, 8, 12, 16, dan 20 jam. Kemudian dikarakterisasi XRD untuk mengetahui fasa MgO optimum yang terbentuk pada variasi waktu tahan. Selanjutnya dilakukan karakterisasi FTIR pada sampel yang memiliki fasa MgO optimum untuk mengetahui gugus fungsi dari yang terbentuk.

C. Teknik karakterisasi dan analisis

1. X-Ray Diffraction (XRD)

Karakterisasi XRD untuk mengetahui terbentuknya fasa utama pada sampel yang diuji. Alat XRD yang digunakan tipe XPert MPD systemdengan sumber radiasi Cu 35 mA, 40 kV dengan panjang gelombang sebesar 1.54060 Ådan sudut 2theta 0° - 80°. Sampel yang diuji berupa sampel serbuk. Hasil karakterisasi XRD dianalisis menggunakan sofwareMatch! untuk mengetahui fasa yang muncul pada setiap puncak, serta mengidentifikasi lebar peakdan intensitas maksimum dari fasa utama yang terbentuk. Persentase fraksi volume (F_v) dari fasa yang terbentuk dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$F_{v} = \frac{I_{o}}{I_{total}} \tag{1}$$

I merupakan intensitas fasa yang diinginkan dan I_{total} adalah jumlah intensitas semua fasa yang muncul [10].

Ukuran kristalit MgO dapat ditentukan dengan pendekatan persamaan Scherrer yang dirumuskan pada **Persamaan 2**:

$$D = \frac{\kappa\lambda}{\beta\cos\theta} \tag{2}$$

D merupakan ukuran partikel, K merupakan faktor bentuk dari kristal (0,9-1), λ merupakan panjang gelombang sinar X (0,154056 Å), β merupakan nilai dari *Full Width at Half Maximum* (FWHM) yang ditentukan dengan cara melihat nilai pelebaran kurva setengah puncak difraksi pada masing-masing bidang kristal di posisi 2θ, dan θ adalah sudut difraksi (derajat) [11].

2. Fourier Transform Infra Red (FTIR)

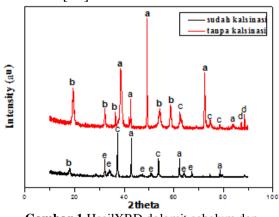
Karakterisasi FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan ikatan kimia yang dimiliki oleh material yang menyerap berkas cahaya inframerah pada panjang gelombang tertentu. Energi yang diserap sampel pada berbagai frekuensi sinar inframerah diteruskan interferometer dan diubah dalam bentuk interferogram. Alat karakterisasi FTIR yang digunakan merk Shimadzutype IR Prestige 21 dengan rentang gelombang 500-4000 cm⁻¹. Berdasarkan karakterisasi tersebut didapatkan spektrum FTIR dari grafik hubungan Modus pemancar (%T) dan bilangan gelombang (cm⁻¹), sehingga bilangan gelombang yang didapat dibandingkan referensi dengan jurnal untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil karakterisasi XRD

Hasil karakterisasi XRD dolomit tanpa kalsinasi dan sesudah kalsinasi dituniukkan pada Gambar Berdasarkan analisis secara kualitatif dengan software Match! dolomit tanpa kalsinasi memiliki komposisi MgO dan Ca(OH)₂ yang dominan dengan persentase fraksi volune masing-masing 45,9% dan 42,4%. Persentase fraksi volume ini diperoleh dengan menghitung menggunakan Persamaan (2). Intensitas maksimum MgO terbentuk pada sudut 42,89° sesuai dengan nomor PDF 96-100-1095 [12]. Sedangkan intensitas maksimum Ca(OH)₂ terbentuk pada sudut 34,71° sesuai dengan nomor PDF yang 96-100-1769 [13]. Fasa lain terdapat pada dolomit yaitu CaO dan MgCO₃ dengan persentase fraksi volume masing-masing 7,80% dan 3,90%.

Setelah dilakukan proses kalsinasi pada suhu 800°C selama 1 jam persentase CaO dan MgO meningkat, masingmasing persentase fraksi volume meniadi 53,2% dan 33,5 %. Intensitas optimum MgO terbentuk pada sudut 43,03° sesuai nomor PDF 96-900-6748 [14]. intensitas optimum CaO terbentuk pada sudut 37,47° dengan sesuai nomor PDF 96-720-0687 [15]. Peningkatan persentase CaO teriadi karena ketika dolomit proses kalsinasi Ca(OH)₂ melepaskan H_2O sehingga terurai menjadi CaO [6]. Sedangkan peningkatan persentase MgO disebabkan oleh MgCO₃ yang terdekomposisi menjadi MgO dan pada suhu 500°C-700°C. CaCO₃ 750°C-900°C Kemudian suhu pada CaCO₃ terdekomposisi menjadi CaO dan CO₂ dengan demikian persentase CaO dan MgO semakin meningkat [7]. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Wulancahyanidkk (2020),vang mengungkapkan bahwa dengan suhu kalsinasi 800° C selama 1 jam dolomit memiliki fasaMgO dan CaO dominan [16].

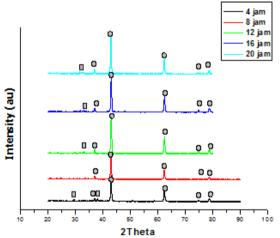


Gambar 1.HasilXRD dolomit sebelum dan sesudah kalsinasi, a (MgO), b (Ca(OH)₂, c (CaO), d (MgCO₃), e (CaCO₃).

Tabel 1. Persentase komposisi dolomit

Fasa	Sebelum	Sesudah
	kalsinasi	kalsinasi
MgO	45,90%	53,20%
CaO	7,80%	33,50%
MgCO3	3,90%	-
Ca(OH)2	42,40%	9,20%
CaCO3	-	4,10%

Hasil karakterisasi XRD dari sampel yang telah disintesis ditunjukkan pada Gambar 2. Analisis menggunakan softwareMatch! menunjukkan bahwa pada suhu kalsinasi 800°C menghasilkan sampel dengan fasa MgO yang dominan setiap variasi waktu pada Intensitas tertinggi MgO terbentuk pada sudut 42,96°. Fasa MgO lain terbentuk pada sudut 36,96°, 62,36°, 74,73°, dan 78,69°. Hasil tersebut sesuai dengan data PDF nomor 96-900-6748 [14]. Namun untuk sampel dengan waktu tahan 4 jam dan 8 jam, intensitas fasa MgO rendah dibandingkan dengan waktu tahan lainnya terutama pada sudut 74,73°. Intensitas MgO di sudut tersebut mulai meningkat pada waktu tahan12 jam, 16 jam, dan 20 jam.

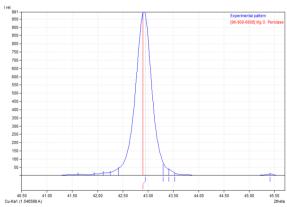


Gambar 2. pola difraksi MgO pada suhu kalsinasi 800°C dengan variasi waktu kalsinasi 4, 8, 12, 16, dan 20 jam, ⊕MgO, □impuritas (MgCa(CO₃)₂).

Tabel 2. Presentase fraksi volume fasa yang terbentuk pada masing-masing variasi waktu tahan

waktu kalsinasi	MgO	MgCa(CO ₃) ₂
4 jam	98,02%	1,98%
8 jam	100%	0%
12 jam	97,23%	2,77%
16 jam	97,80%	2,20%
20 jam	95,37%	4,63%

Fasa lain yang terbentuk yaitu (MgCa(CO₃)₂) sebagai impuritas dengan peresentase berbeda-beda di setiap waktu tahan yang ditunjukkan pada Tabel 2. tahan 4 jam terbentuk waktu (MgCa(CO₃)₂) sebesar 1,98% di sudut 29,41° dan 37,98°, sedangkan waktu tahan 8 jam tidak menunjukkan adanya impuritas pada sampel. Namun impuritas tersebut kembali terbentuk pada waktu tahan 12, 16, dan 20 jam masing-masing di sudut 32,96°, 31,66°, dan 32,04°. Hasil tersebut sesuai dengan data PDF nomor 96-900-1419 Persentase [17]. (MgCa(CO₃)₂) stabil diatas 2% pada waktu tahan 12, 16, dan 20 jam. Dengan demikian fasa utama MgO terbentuk optimum pada waktu tahan 8 jam dengan suhu kalsinasi 800°C.



Gambar 3. Lebar dan sudut intensitas maksimum pada sampel dengan waktu tahan 8 jam

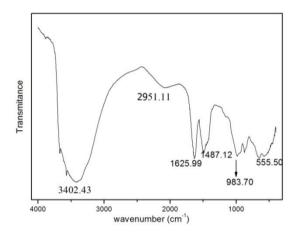
Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui puncak maksimum MgO pada sudut 2theta 42,90° dengan nilai FWHM 0.20 deg (0.0035 radian), sehingga dapat dihitung ukuran kristalit Persamaan menggunakan **(2)** dan diperolehyang diperoleh sebesar 20,12 nm. Mantilaka et al (2014) menyatakan bahwa sampel yang memiliki ukuran kristalit kurang dari 100 nm merupakan nanokristalin [4]. Dengan demikian sampel MgO hasil sintesis dengan waktu tahan 8 iam termasuk memiliki ukuran nano.

2. Hasil karakterisasi FTIR

Gambar 4 merupakan hasil FTIR sampel dengan holding time8 jam yang menunjukkan fasa MgO optimum pada rentang bilangan gelombang 4000 cm⁻¹ – 500 cm⁻¹. Spektrum MgO menunjukkan bahwa vibrasi Mg-O terdapat pada puncak serapan bilangan gelombang cm⁻¹ mengindikasikan 555,50 vang adanya magnesium oksida [18]. Vibrasi Mg-O-Mg terjadi pada bilangan gelombang 983,70 cm⁻¹. Sedangkan pada gelombang cm⁻¹ bilangan 1478.12 menunjukkan adanya gugus hidroksil. Vibrasi C=O terjadi pada bilangan gelombang 1625,99 cm⁻¹yang memiliki struktur flavonoid serta menunjukkan adanya cincin aromatik [19]. Pada cm⁻¹ bilangan gelombang 2951,11 terdapat guugus alkena. Pita serapan H-O-H terjadi pada bilangan gelombang yang menunjukkan 3402,43 adanya absorbsi H₂O [18]. Dengan demikian MgO hasil sintesis waktu tahan 8 jam menunjukkan karakteristik MgO yang memiliki gugus fungsi Mg-O, Mg-O-Mg, C=O, gugus alkena, dan H-O-H.

Tabel 3. Ikatan gugus fungsi material

Eksperimen (cm ⁻¹)	Referensi (cm ⁻¹)	Jenis ikatan
555.50	548 [18]	vibrasi Mg-O
983.70	850 [20]	vibrasi Mg-O-Mg
1487.12	1450 [21]	gugus hidroksil
1625.99	1635 [19]	vibrasi C=O
2951.11	2739 [21]	gugus alkena
3402.43	3461 [18]	absorbsi H-O-H



Gambar 4. Hasil FTIR MgO kalsinasi 8 jam

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis menggunakan software Match! diperoleh kesimpulan bahwa fasa utama MgO terbentuk optimum pada waktu tahan 8 jam dengan suhu kalsinasi 800°C. MgO tersebut memiliki ukuran nano sebesar 20.12 kristalin nm. Hasil spektrum gelombang FTIR menunjukkan bahwa MgO dengan waktu tahan 8 jam memiliki gugus fungsi Mg-O, Mg-O-Mg, C=O, gugus alkena, dan H-O-H.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Alpionita and Astuti, "sintesis dan karakterisasi magnesium oksida (mgo) dengan variasi massa PEG-6000," *J. Fis. Unand*, vol. 4, no. 2, pp. 167–172, 2015.
- [2] G. Li, Z. Li, and H. Ma, "Applied Clay Science Comprehensive use of dolomite-talc ore to prepare talc, nano-MgO and lightweight CaCO 3 using an acid leaching method," *Appl. Clay Sci.*, vol. 86, pp. 145–152, 2013, doi: 10.1016/j.clay.2013.09.015.
- [3] Z. Tang and B. Lv, "MgO nanoparticles as antibacterial agent: preparation and activity," *Brazilian J. Chem.Eng.*, vol. 31, no. 03, pp. 591–601, 2014.
- [4] M. M. M. G. P. G. Mantilaka, H. M. T. G. A. Pitawala, D. G. G. P. Karunaratne, and R. M. Rajapakse, "Colloids and Surfaces Physicochemical A: and Engineering Aspects Nanocrystalline magnesium oxide from dolomite via poly (acrylate) stabilized magnesium hydroxide colloids," Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp., vol. 443, 201-208, 2014, doi: 10.1016/j.colsurfa.2013.11.020.
- [5] I. Maulana, S. P. Budio, and M. T. Hidayat, "Pengaruh Variasi Dolomit Material Lokal Kabupaten Bangkalan Sebagai Subsitusi Agregat Dalam Pembuatan Batako Terhadap Kuat Tekan Dan Absorbsi," J. Mhs. Jur. Tek. Sipil, vol. 1, no. 3, p. pp-1268, 2015.
- [6] A. Royani and R. Subagja, "KLORIDA Extraction of Calcium

- from Calcined Dolomite Ore Using Hydrochloric Acid Leaching," *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 15, no. September 2018, pp. 13–22, 2019, doi: 10.30556/jtmb.Vol15.No1.2019.92
- [7] E. Sulistiyono, F. Firdiyono, N. C. Natasha, and D. Sufiandi, "pengaruh ukuran butiran terhadap struktur kristal pada proses kalsinasi parsial dolomit," *Maj. Metal.*, vol. 3, pp. 125–132, 2015.
- [8] L. Rohmawati, S. P. Sholicha, S. P. S Holisa, and W. Setyarsih, "Identification of Phase CaCO3/MgO in Bangkalan Dolomite Sand as An Antibacterial Substance," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1417, p. 12001, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1417/1/012001.
- [9] Y. Abali, S. U. Bayca, K. Arisoy, and A. I. Vaizogullar, "Optimization of dolomite ore leaching in hydrochloric acid solutions," *Physicochem. Probl. Miner. Process.*, vol. 46, no. 1, pp. 253–262, 2011.
- [10]. Ross N. L., Reeder R. J., "Highpressure structural study of dolomite and ankeriteP = 3.70 GPa", American Mineralogist 77, 412-421(1992)
- [11] Masruroh, A. B. Manggara, T. Papilaka, and R. T. T, "Penentuan ukuran Kristal (crystallite size) lapisan tipis PZT dengan metode XRD melalui pendekatan persamaan Debye Scherrer," *Erud. J. Educ. Innov.*, vol. 1, pp. 24–29, 2013.

- [12] H. G. Schimmel, J. Huot, L. C. Chapon, F. D. Tichelaar, and F. M. Mulder, "Hydrogen cycling of niobium and vanadium catalyzed nanostructured magnesium," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 127, no. 41, pp. 14348–14354, 2005, doi: 10.1021/ja051508a.
- L. Desgranges, D. Grebille, G. [13] Calvarin, G. Chevrier, N. Floquet, and J. -C Niepce, "Hydrogen in thermal motion calcium Ca(OH)2," hvdroxide: Acta Crystallogr. Sect. B, vol. 49, no. 5, pp. 812-817, 1993, doi: 10.1107/S0108768193003556.
- [14] J. Zhang, "Effect of pressure on the thermal expansion of MgO up to 8.2 GPa," *Phys. Chem. Miner.*, vol. 27, no. 3, pp. 145–148, 2000, doi: 10.1007/s002690050001.
- [15] M. C. Verbraeken, E. Suard, and J. T. S. Irvine, "Structural and electrical properties of calcium and strontium hydrides," *J. Mater. Chem.*, vol. 19, no. 18, pp. 2766–2770, 2009, doi: 10.1039/b820173k.
- [16] E. Wulancahyani and L. Rohmawati, "Efektivitas Dolomit (CaCO3/MgO) Sebagai Pencegah Erosi Pada Enamel Gigi," *J. Inov. Fis.*, 2020.
- [17]. Ross N. L., Reeder R. J., "Highpressure structural study of dolomite and ankeriteP = 3.70

- GPa", American Mineralogist 77, 412-421(1992)
- M. Kandiban, P. Vigneshwaran, [18] and I. V. Potheher, "Synthesis and characterization MgO of nanoparticles for photocatalytic applications," in Department of Physics, Bharathidasan Institute of Technology (BIT) Campus, Anna Tiruchirappalli, University, Tamilnadu, India, Conference Paper, 2015.
- [19] R. Dobrucka, "Synthesis of MgO Nanoparticles Using Artemisia abrotanum Herba Extract and Their Antioxidant and Photocatalytic Properties," *Iran. J. Sci. Technol. Trans. A Sci.*, vol. 42, no. 2, pp. 547–555, 2018, doi: 10.1007/s40995-016-0076-x.
- [20] G. Balakrishnan, R. Velavan, K. M. Batoo, and E. H. Raslan, "Results in Physics Microstructure, optical and photocatalytic properties of MgO nanoparticles," *Results Phys.*, vol. 16, no. November 2019, p. 103013, 2020, doi: 10.1016/j.rinp.2020.103013.
- [21] M. Raghavendra, H. S. Lalithamba, B. S. Sharath, and H. Rajanaika, "Synthesis of Nα-protected formamides from amino acids using MgO nano catalyst: Study of molecular docking and antibacterial activity," *Sci. Iran.*, vol. 24, no. 6, pp. 3002–3013, 2017.