

KARAKTERISASI BATU KAPUR ALAM BUKIT JIMBARAN BALI

Y. Ulfa, *A. A. B. Putra, dan I N. Simpen

*Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
Jalan Kampus Unud-Jimbaran, Jimbaran-Bali, Indonesia
Email: bawa_putra@unud.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini mengenai karakterisasi batu kapur alam daerah Bukit Jimbaran, Bali. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi kimia dan morfologi mikro batu kapur Bukit Jimbaran. Penelitian dilakukan dalam tahapan berikut, yaitu batu kapur digerus sampai halus, selanjutnya diayak dengan ayakan ukuran 0,25-0,50 mm. Batu kapur yang telah halus dipanaskan menggunakan oven pada suhu 100°C selama 24 jam, kemudian dilanjutkan dengan analisis menggunakan FTIR, XRD dan SEM. Spektra FTIR menggambarkan secara dominan adanya gugus fungsi O-H, C-H, dan C-O dan di dalamnya memiliki komposisi CaCO_3 dan CaO. Batu kapur Bukit Jimbaran hasil pengukuran kristal CaO dengan menggunakan persamaan Scherrer adalah 51,39 nm. Pengamatan menggunakan SEM menunjukkan morfologi mikro berbentuk bunga (vaterit).

Kata kunci: batu kapur, Scherrer, CaCO_3 , CaO, vaterit

ABSTRACT

This research is about the characterization of natural limestone in the Bukit Jimbaran area of Bali. The aim of this research was to learn chemical composition and micromorphology of Bukit Jimbaran limestone. The research was conducted in sequential steps as described below i.e. the limestone was grinded and sieved in size of 0.25-0.50 mm. Fine limestone, then was heated by using oven at 100°C for 24 hours and analyzed by FTIR, XRD and SEM. The Spectra of FTIR showed that O-H, C-H, and C-O were dominantly functional groups, which composed CaCO_3 and CaO. The results of CaO crystal measurements using Scherrer equation is 51,39 nm. Micromorphology observation by using SEM showed size shaped (vaterite) of Bukit Jimbaran limestone.

Keywords: Limestone, Scherrer, CaCO_3 , CaO, vaterite

PENDAHULUAN

Batu kapur merupakan salah satu mineral yang sangat melimpah di Indonesia dan merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan keramik, bahan perekat dalam industri, dan bahan baku semen.

Batu kapur adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (Lukman, *et al.*, 2012) yang merupakan material metastabil karena dalam waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (Sucipto, *et al.*, 2007).

Mineral yang terkandung dalam batu kapur sebagian besar mineral kalsium karbonat (CaCO_3) yaitu sekitar 95%, dimana kandungan kalsium karbonat ini dapat diubah menjadi kalsium oksida dengan kalsinasi, sehingga lebih mudah dimurnikan untuk mendapatkan kalsiumnya dan

hasil pemurnian ini dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, yakni dalam aplikasi klinis untuk penelitian dibidang medis dan perkembangan dalam pembuatan biomaterial sehingga mendapatkan nilai ekonomis (Gusti, 2008).

Noviyanti, *et al.* (2015) melakukan penelitian karakterisasi kalsium karbonat (CaCO_3) dari batu kapur Kelurahan Tellu, berlokasi di Kelurahan Tellu Limpoe Kecamatan Suppa dengan metode kalsinasi selama 4 jam pada variasi suhu 550, 650, dan 750°C. Hasil penelitian menyatakan bahwa semakin tinggi suhu, kadar kalsit semakin rendah dan fasa yang terbentuk semakin banyak. Hal ini terbukti dari karakterisasi CaCO_3 hasil kalsinasi menggunakan XRD (X-Ray Diffraction) menunjukkan fasa kalsit yang diperoleh untuk masing-masing suhu yaitu 98,8; 92,2; dan 84,0%, dimana juga terbentuk CaO

pada suhu kalsinasi 750°C akibat batu kapur mengalami dekomposisi karena adanya energi panas. Berdasarkan analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*), morfologi CaCO₃ diperoleh menyerupai kubus namun ukuran partikelnya tidak merata dan tidak beraturan disebabkan adanya faktor pengotor. Sedangkan untuk hasil analisis EDS (*Dispersive X-Ray Spectroscopy*) diperoleh kandungan kalsium yang terdapat dalam batu kapur cukup tinggi karena unsur pengotor kurang dari 15%.

Daerah Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali merupakan daerah yang sangat kaya akan batu kapur, bisa dikatakan seluruh daerah tersusun atas kapur. Namun belum ada penelitian mengenai kualitas kapur di daerah ini. Bukit ini tersusun atas batu kapur yang sangat melimpah, dan sangat dekat dengan wilayah pantai. Bukit ini terletak di bagian selatan pulau Bali yang mana terjadi pengendapan oleh batu gamping yang kemudian membentuk daerah Bukit Jimbaran (formasi Selatan), sehingga wilayah ini memiliki kondisi geologi yang sangat berbeda dengan wilayah dataran lainnya. Untuk itu perlu dilakukan penelitian terhadap batu kapur daerah Bukit Jimbaran agar kekayaan alam di daerah dapat dimanfaatkan dengan baik dan maksimal.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades dan serbuk batu kapur daerah Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : mortar, gelas baker, neraca analitik, ayakan ukuran 0,25-0,5 mm, kertas saring whatman nomor 42, cawan porselen, stop watch, oven, FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

Cara Kerja

Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan adalah batu kapur daerah Bukit Jimbaran, sampel diambil secara

manual dikawasan yang telah dipilih. Sampel diambil pada 5 tempat yang berbeda sekitar kawasan Bukit Jimbaran yang nantinya dapat mewakili seluruh batu kapur yang ada di Bukit Jimbaran. Teknik pengambilan sampel pada setiap daerah mengikuti teknik pengambilan sampel dari Neb Guide (Ferguson, *et al.*, 2007). Selanjutnya sampel yang terkumpul digabung menjadi satu sampel.

Preparasi sampel

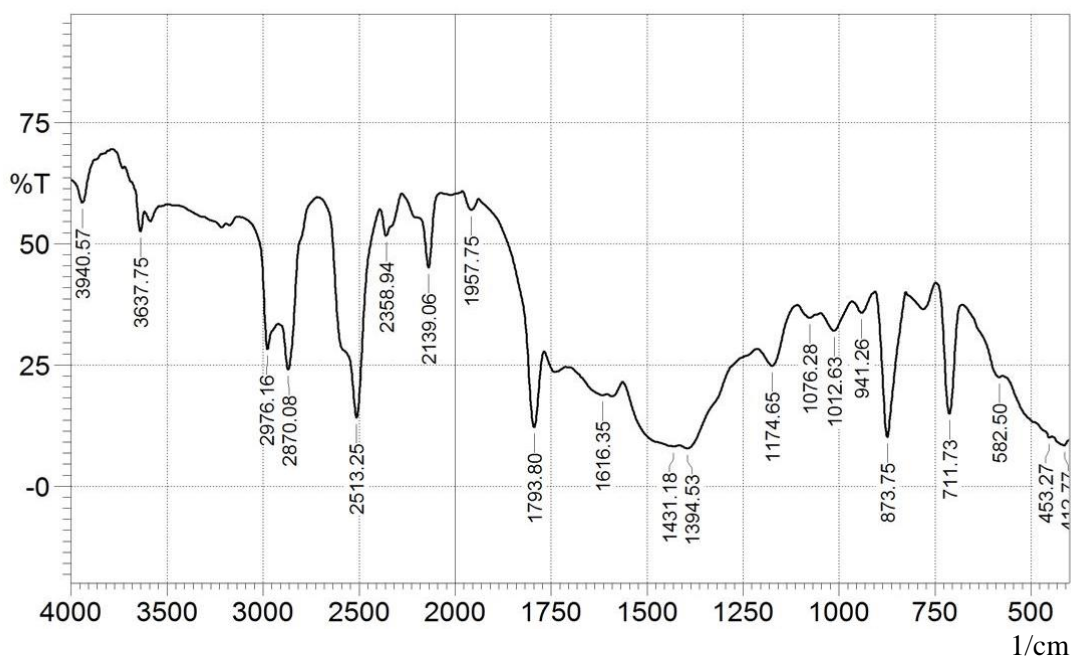
Sampel yang telah diambil dibawa ke Laboratorium Penelitian Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Setelah itu sampel digabungkan menjadi satu, lalu dicuci menggunakan aquades yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang ada pada sampel lalu dikeringkan. Kemudian sampel digerus dengan mortar sampai halus, selanjutnya diayak dengan ayakan ukuran 0,25-0,50 mm, sehingga diperoleh serbuk halus yang berukuran antara 0,25-0,50 mm. Setelah itu sampel dipanaskan dalam oven dengan temperatur 100°C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air pada batu kapur.

Karakterisasi batu kapur

Sebanyak 20 gram serbuk batu kapur yang telah dipreparasi dilakukan analisis menggunakan instrument FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk analisis gugus fungsi batu kapur dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui morfologi mikro dari batu kapur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi menggunakan spektroskopi infrared bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam batu kapur Bukit Jimbaran. Spektra karakteristik yang dihasilkan muncul di daerah 4000-2100 cm⁻¹ dan 1900-400 cm⁻¹. Karakteristik puncak spektra inframerah pada serapan tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi OH, CO, CH, dan CaO, seperti yang terdapat dalam Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR batu kapur Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali

Tabel 1. Bilangan gelombang (cm^{-1}) karakteristik puncak gugus fungsi batu kapur Alam Bukit Jimbaran, Bali

Nama Sampel	Bilangan gelombang (cm^{-1}) karakteristik puncak gugus fungsi		
	OH	CH	CO
Batu kapur alam Bukit Jimbaran, Bali	3637,75	2358,94	711,73
	3940,57	2513,25	873,75
		2870,08	941,26
		2976,16	1012,63
			1076,28
			1174,65
			1394,53
			1431,18
			1616,35
			1793,80
		1957,75	

Berdasarkan Gambar 1, maka dapat diketahui puncak-puncak pada spektra IR yang terdapat pada batu kapur Bukit Jimbaran yang menunjukkan daerah gugus fungsi yang dijabarkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui adanya gugus OH bonding dengan bentuk puncak yang lebar pada batu kapur di daerah $3637,75 \text{ cm}^{-1}$ dan $3940,57 \text{ cm}^{-1}$. Hal ini sesuai dengan penelitian Granados, *et al.* (2007) menyatakan bahwa gugus OH dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tampak pada 3647

cm^{-1} , dan OH bending sebagai absorpsi molekul air pada permukaan padatan muncul pada 1647 cm^{-1} . Penelitian Liu, *et al.* (2008) menyatakan bahwa spektra inframerah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ditunjukkan dari gugus OH yang muncul pada daerah serapan $4000\text{-}3600 \text{ cm}^{-1}$.

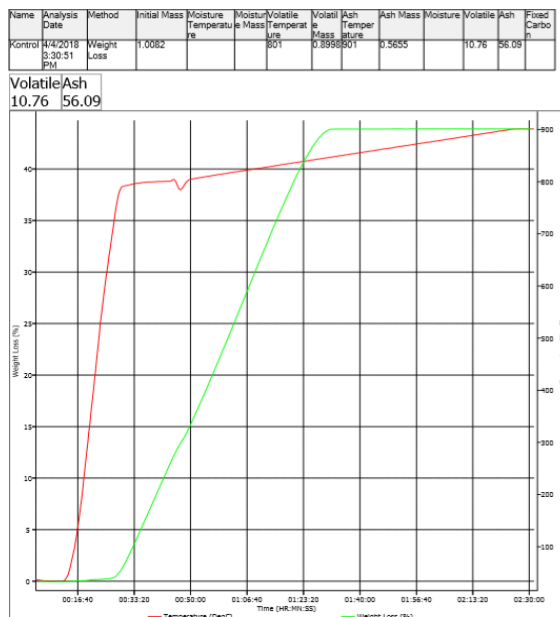
Daerah pada bilangan gelombang $2358,94 \text{ cm}^{-1}$, $2513,25 \text{ cm}^{-1}$, $2513,25 \text{ cm}^{-1}$, $2870,08 \text{ cm}^{-1}$, dan $2976,16 \text{ cm}^{-1}$ pada spektra IR batu kapur merupakan karakteristik puncak gugus CH. Menurut Tang, *et al.* (2011) sampel yang

mengandung CaO tampak dalam stretching CH ($3000-2800\text{cm}^{-1}$).

Bilangan gelombang $711,73\text{ cm}^{-1}$, $873,75\text{ cm}^{-1}$, $941,26\text{ cm}^{-1}$, $1012,63\text{cm}^{-1}$, $1076,28\text{ cm}^{-1}$, $1174,65\text{ cm}^{-1}$, $1394,53\text{ cm}^{-1}$, $1431,18\text{ cm}^{-1}$, $1616,35\text{ cm}^{-1}$, $1793,80\text{ cm}^{-1}$, dan $1957,75\text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah karakteristik gugus fungsi CO (Karbonil). Hasil penelitian serupa juga diperoleh Tang, *et al.* (2011) bahwa karakteristik absorpsi CO antara $2000-1500\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan kalsium karbonat dalam katalis. Pada penelitian Albuquerque, *et al.* (2009), pita absorpsi $1600-1400\text{ cm}^{-1}$ merupakan gugus fungsi karbonat. Dalam penelitian Alba, *et al.* (2010), bending karbonat terjadi pada daerah 1420 cm^{-1} dan 875 cm^{-1} .

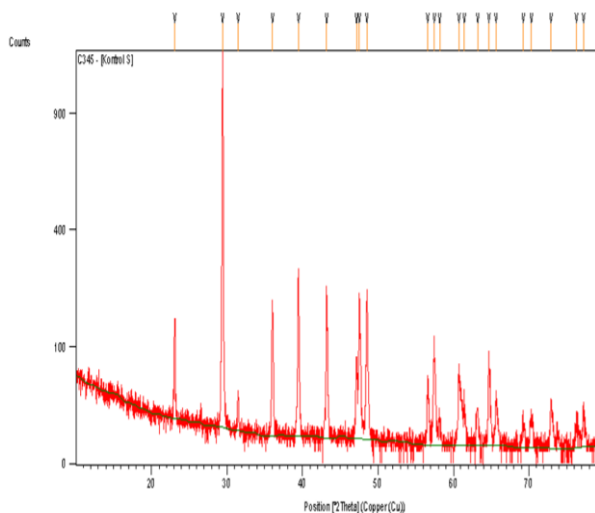
Analisis kestabilan thermal batu kapur dilakukan dengan *Thermo Gravimetry Analysis* (TGA), selain bertujuan untuk analisis kestabilan thermal, TGA juga digunakan untuk mengetahui kandungan pengisi material. Hal ini dapat dilihat dari *Thermo Gravimetry Analysis* (TGA) pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat proses pengurangan berat batu kapur dari suhu 0°C sampai 900°C . Berdasarkan gambar di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi pemanasan terhadap material batu kapur semakin mengalami pengurangan berat, hal ini menandakan bahwa pada batu kapur sudah semakin banyak nano partikel yang telah terbentuk. Pada suhu 600°C terlihat pengurangan berat batu kapur sekitar 28% dari berat awal. Hal ini menunjukkan sudah semakin banyak unsur penyusun yang hilang dari sampel batu kapur yang telah dikalsinasi. Pada penelitian Eva (2015) bahwa semakin meningkatnya komposisi penambahan abu sekam padi pada suhu dekomposisi 600°C perubahan massa semakin kecil. Hal ini disebabkan semakin banyaknya kandungan nano abu sekam padi maka proses dekomposisi semakin besar, sehingga stabilitas termal semakin baik. Selanjutnya pada suhu $700-900^\circ\text{C}$ semakin terjadi penurunan berat batu kapur. Pada suhu 900°C tidak terjadi lagi penurunan berat sampel batu kapur. hal ini menunjukkan bahwa pada suhu 900°C telah terjadi kestabilan pembakaran batu kapur.



Gambar 2. Kurva TGA (*Thermal Gravimetry Analysis*) batu kapur

Analisis kristalisasi nano partikel menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*), yang mana bertujuan untuk identifikasi fasa dan ukuran kristalnya. Dari hasil XRD, didapatkan difraktogram sampel pada pengukuran 2θ . Puncak pada sampel batu kapur ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektra XRD Kontrol batu kapur

Pada sampel batu kapur didapatkan pada $2\theta = 29,45$ yang merupakan karakteristik dari puncak Kristal CaO. Puncak lain masih didapatkan dengan intensitas yang lebih rendah dari puncak CaO yang teridentifikasi sebagai puncak karakteristik dari Kristal CaCO₃ yaitu pada $2\theta = 39,47$ (Nakatani, et al., 2009). Selain itu pada sampel juga ditemukan puncak dengan intensitas yang sangat rendah yaitu $2\theta = 69,28$; puncak ini merupakan puncak dari karakteristik Ca(OH)₂ (Ngamcharussrichai, et al., 2010).

Untuk menentukan ukuran nano Kristal, dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan Scherrer yaitu :

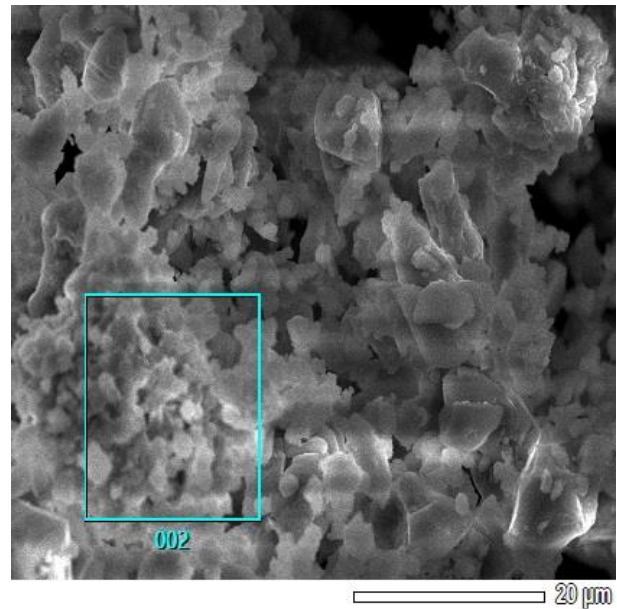
$$D = \frac{\kappa \lambda}{B \cos \theta}$$

Dari rumus di atas diketahui κ merupakan konstanta yang nilainya bervariasi, namun pada penelitian ini nilai κ adalah 1,0 karena intensitas yang digunakan adalah 100%. Sedangkan λ adalah panjang gelombang sinar-X yang digunakan yaitu 1,5406 Å, merupakan panjang gelombang Cu sebagai sumber sinar - X, θ adalah sudut Bragg, dan B adalah FWHM (*full width half maximum*) yang dipilih. Harga FWHM berbanding terbalik dengan ukuran kristal, jika harga FWHM semakin kecil maka ukuran kristal akan semakin besar.

Berdasarkan persamaan Scherrer dapat diketahui ukuran kristal CaO yang terbentuk adalah : 51,39 nm.

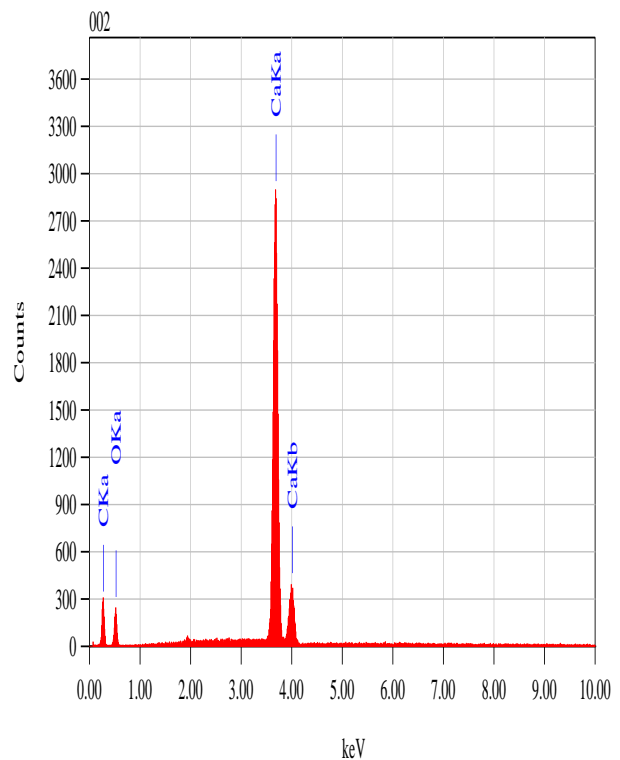
Untuk analisis morfologi mikro batu kapur Bukit Jimbaran digunakan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan hasil yang diperoleh pada karakterisasi ini dapat dipaparkan pada Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan morfologi permukaan batu kapur memiliki ukuran yang cukup besar, dengan bentuk tidak beraturan, kasar, dan padat. Menurut Saksono, et al. (2007), Kristal batu kapur mempunyai tiga bentuk kristal berbeda, yaitu : kalsit, aragonite, dan vaterit. Kalsit berupa kubus padat, vaterit berupa bentuk seperti bunga (*flower-like*), sedangkan aragonite berbentuk seperti kumpulan jarum. Berdasarkan bentuk kristal pada Gambar 2, maka dapat diketahui sampel batu kapur Bukit Jimbaran memiliki bentuk bunga (*vaterit*).



Gambar 4. Morfologi mikro batu kapur alam Bukit Jimbaran, Bali

Hasil analisis komposisi kimia batu kapur sebelum kalsinasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pola difraksi sinar X batu kapur Alam Bukit Jimbaran, Bali

Element	(keV)	Mass%
Atom%	Mass%	Cation
C K	0.277	15.55
24.44		
O K	0.525	50.45
59.54		
Ca K	3.690	34.00
16.02		
Total		
100.00		

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui komposisi kimia batu kapur mengandung unsur C : 15,55% ; unsur O : 50,45% dan unsur Ca : 34,00%. Pada sampel batu kapur terlihat masih tingginya kadar unsur C, dan juga kandungan unsur Ca yang cukup rendah yaitu 34,00%. Sedangkan untuk unsur O masih cukup tinggi yaitu sebesar 50,45%, hal ini dikarenakan adanya senyawa Ca(OH)_2 dan kadar air yang cukup tinggi pada sampel.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa batu kapur Bukit Jimbaran memiliki komposisi dominan pada gugus fungsi O-H, C-H, dan C-O, yang mana didalamnya banyak terdapat unsur CaCO_3 dan CaO , untuk ukuran kristal batu kapur setelah dihitung dengan persamaan Scherrer dari data yang diperoleh adalah 51,39 nm. Sedangkan untuk morfologi mikro batu kapur Bukit Jimbaran memiliki bentuk yang tidak beraturan, kasar, dan padat, yang memiliki bentuk seperti bunga (vaterit), serta komposisi kimia batu kapur mengandung unsur C : 15,55% ; unsur O : 50,45% dan unsur Ca : 34,00%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh staf Laboratorium Program Studi Kimia dan Laboratorium Penelitian Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini, dan penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alba, A.C., Santamaria, J., Merida, J.M., Moreno, T.R., Martin, A.D., Jimenez, L.A., and Mairelez, T.P., 2010, Heterogeneous Transesterification Processes by Using CaO Supported on Zinc Oxida as Basic Catalysts, *Catalysts Today*, 149 : 281-287
- Albuquerque Monica CG., Jimenez-Urbistondo I., and Santamaria-Gonzalez Jose, 2008, CaO Supported on Mesoporous Silicas as Basic Catalysts of Transesterification Reaction, *Appl Catal A : Gen*, 334 : 35-43
- Ferguson B.J. and Mabry R.L., 1997, Laboratory Diagnosis. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 117 : 12-26
- Granados, M.L., Poves, M.D.Z., Alonso, D.M., Mariscal, R., Galisteo, F.C., Moreno-Tost, R., Santamaria, J., and Fierro, J.L.G., 2007, Biodiesel from Sunflower Oil by Using Activated Calcium Oxida, *Applied Catalysis B : Environmental*, 73 : 317-326
- Gusti, J., 2008, Pengaruh Penambahan Surfaktan Pada Sintesis Senyawa Kalsium Fosfat Melalui Metode Pengendapan, Universitas Andalas, Padang
- Liu X., He H., Wang Y., Zhu S., and Oiao X., 2008, Transesterifacation of Soybean Oil to Biodiesel Using CaO as a Solid Base Catalyst, *Fuel*, 87 : 216-221
- Lukman, M., Yudyanto, dan Hartatiek, 2012, Sintesis Biomaterial Komposit CaO-SiO_2 Berbasis Material Alam (Batu Kapur Dan Pasir Kuarsa) Dengan Variasi Suhu Pemanasan Dan Pengaruhnya Terhadap Porositas, Kekerasan, dan Mikrostruktur, *Journal Sains*, 2 (1) :
- Ngamcharussrichai, Chawalit, Nuntashanti, Pramwit, Tanachai, Sithikorn, Bunyakiat, Kunchana, 2010, *Biodiesel Production Through Trans-esterification Over Natural Calciums*, *Fuel Processing Tecnology* 91 : 1409-1515
- Noviyanti, Jasruddin, dan Eko, H.S., 2015, Karakterisasi Kalsium karbonat (CaCO_3) Dari Batu Kapur Kelurahan Tellu Limpoe

Kecamatan Suppa, *Sains dan Pendidikan Fisika*, 1
(2) : 169-172

Saksono, N., Mubarak, M.H., Widaningroem, R.,
dan Bismo S., 2007, Pengaruh Medan
Magnet Terhadap Konduktivitas Lantan
 Na_2CO_3 dan CaCl_2 serta presipitasi dan
Morfologi Partikel CaCO_3 Pada Sistem
Fluida Statis, *Jurnal Teknologi*, 4: 317-
323

Sucipto, E., 2007, *Hubungan PemaparanxPartikel
Debu Pada Pengolahan Batu Kapur
Terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi
Paru*, Universitas Diponegoro, Semarang

Tang Y, Meng Mei, Zhang Jie, and Lu yong, 2011,
Efficient Preparation of Biodiesel From
Rapeseed Oil Over Modified CaO, *Applied
Energy*, 88:2735-2739