

**KARAKTERISASI KALSIUM OKSIDA HASIL KALSINASI BATUGAMPING
DARI KECAMATAN NEKAMESE KABUPATEN KUPANG**

*Characterization Of Calcium Oxide From The Calcination Of Limestone From
Nekamese District, Kupang Regency*

Yusuf Rumbino¹, Jero Marcelino Fuamuni¹

¹ Pogram Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sais dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

¹e-mail: yusufrumbino@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Batu kapur (CaCO_3) adalah sumber daya alam yang banyak terdapat di berbagai daerah, termasuk di Indonesia. Di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), khususnya di wilayah Oemasi, Kecamatan Nekamese, Kabupaten Kupang, batu kapur memiliki nilai ekonomi dan budaya yang penting. Masyarakat setempat menggunakan batu kapur sebagai bahan utama untuk membuat kapur sirih, yang merupakan bagian penting dalam tradisi menginang (makan sirih dan pinang). Pengolahan kapur sirih secara tradisional dibuat dengan cara batu kapur tersebut ditutupi dengan kotoran sapi kering terus dibakar, yang disebut tahap kalsinasi. Proses ini mengubah kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO), zat yang memberikan rasa dan aroma khas pada kapur sirih. Meskipun praktik pembuatan kapur sirih telah berlangsung secara turun-temurun, pemahaman ilmiah mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk akhir masih terbatas. Kualitas kapur sirih sangat ditentukan oleh kadar kalsium oksida (CaO) yang terbentuk selama proses kalsinasi. Kadar CaO yang optimal akan menghasilkan kapur sirih dengan kualitas terbaik, sedangkan kadar yang rendah dapat mengurangi efektivitasnya. Salah satu faktor kunci yang sangat mempengaruhi konversi CaCO_3 menjadi CaO adalah suhu pembakaran atau kalsinasi. menentukan kadar CaO dalam sampel batu kapur setelah kalsinasi, diperlukan metode analisis yang akurat. Dua alat yang sering digunakan yaitu X-Ray Diffraction (XRD) dan X-Ray Fluorescence (XRF). Variabel Penelitian: Variabel Bebas: Suhu Kalsinasi 700°C, 800°C, 900°C.; Variabel Terikat: Persentase kadar CaO yang terbentuk; Variabel Terkontrol: Waktu Kalsinasi, Ukuran butir batu kapur, dan sumber bahan baku

Kata Kunci: batu_gamping; kalsium_karbonat; kalsium_oksida; kalsinasi, nekamese

ABSTRACT

Limestone (CaCO_3) is a natural resource abundant in various regions, including Indonesia. In East Nusa Tenggara (NTT) Province, particularly in the Oemasi area, Nekamese District, Kupang Regency, limestone holds significant economic and cultural value. Local communities use limestone as the primary ingredient for making betel lime, which is an essential part of the betel nut and betel nut chewing tradition. Traditionally, betel lime is prepared by covering the limestone with dried cow dung and then burning it, a process known as calcination. This process converts calcium carbonate (CaCO_3) into calcium oxide (CaO), the substance that gives betel lime its distinctive flavor and aroma. Although the practice of making betel lime has been passed down through generations, scientific understanding of the factors that influence the quality of the final product remains limited. The quality of betel lime is largely determined by the level of calcium oxide (CaO) formed during the calcination process. Optimal CaO levels will produce the highest quality betel lime, while low levels can reduce its effectiveness. One of the key factors that greatly affects the conversion of CaCO_3 to CaO is the firing or calcination temperature. To determine the

CaO content in limestone samples after calcination, an accurate analysis method is required. Two tools that are often used are X-Ray Diffraction (XRD) and X-Ray Fluorescence (XRF). Research Variables: Independent Variable: Calcination Temperature 700°C, 800°C, 900°C.; Dependent Variable: Percentage of CaO content formed; Controlled Variables: Calcination Time, Limestone grain size, and raw material sources

Keywords: limestone; calcium carbonate; calcium oxide; calcination, nekamese

PENDAHULUAN

Batu kapur merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. Batu kapur adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (Lukman et al., 2012). Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah aragonite (CaCO_3), yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO_3) (Sucipto et al, 2007).). Kalsium karbonat adalah mineral inorganik yang dikenal tersedia dengan harga murah secara komersial. Sifat fisis kalsium karbonat seperti, morfologi, fase, ukuran dan distribusi ukuran harus dimodifikasi menurut bidang pengaplikasiannya. Bentuk morfologi dan fase kalsium karbonat (CaCO_3) terkait dengan kondisi sintesis seperti, konsentrasi reaktan, suhu, waktu aging dan zat adiktif alam (Kirboga dan Oner, 2013). Kalsit (CaCO_3) merupakan fase yang paling stabil dan banyak digunakan dalam industri cat, kertas, *magnetic recording*, industri tekstil, detergen, plastik, dan kosmetik (Lailiyah et al., 2012). Seperti yang diketahui bahwa batu kapur mengandung sebagian besar mineral kalsium karbonat yaitu sekitar 95%. Kandungan kalsium karbonat ini dapat diubah menjadi kalsium oksida dengan kalsinasi sehingga lebih mudah dimurnikan untuk mendapatkan kalsiumnya. Dengan cara ini, batu kapur dapat dimanfaatkan dalam sektor kesehatan, yakni dalam aplikasi klinis untuk penelitian dibidang medis dan untuk perkembangan dalam pembuatan biomaterial sehingga meningkatkan nilai ekonomis batu kapur itu sendiri (Gusti, 2008).

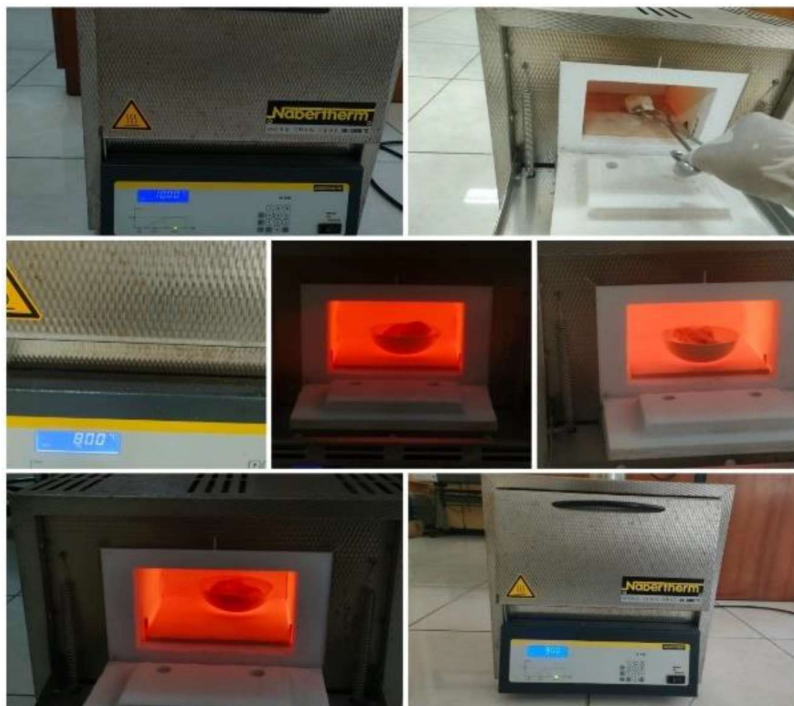
Batu kapur (CaCO_3) merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia, termasuk di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Di wilayah Oemasi, Kecamatan Nekamese, Kabupaten Kupang, batu kapur memiliki peranan ekonomi sekaligus budaya. Masyarakat setempat memanfaatkannya sebagai bahan utama dalam pembuatan kapur sirih, yang digunakan pada tradisi menginang (mengunyah sirih-pinang). Secara tradisional, proses pembuatan kapur sirih dilakukan dengan membakar batu kapur yang ditutup menggunakan kotoran sapi kering. Tahap ini dikenal sebagai kalsinasi, yaitu proses dekomposisi termal kalsium karbonat (CaCO_3) menjadi kalsium oksida (CaO). Senyawa CaO inilah yang memberikan rasa serta karakteristik khas pada kapur sirih. Praktik pembuatan kapur sirih telah berlangsung turun-temurun, namun kajian ilmiah

mengenai faktor-faktor yang memengaruhi mutu produk masih terbatas. Kualitas kapur sirih sangat bergantung pada kandungan kalsium oksida yang dihasilkan. Kadar CaO yang tinggi akan menghasilkan produk dengan mutu baik, sedangkan kadar rendah menurunkan efektivitas penggunaannya. Salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan konversi CaCO_3 menjadi CaO adalah suhu selama kalsinasi. Selama ini, pembakaran yang dilakukan masyarakat Oemasi belum menggunakan pengukuran suhu yang terstandar, melainkan hanya mengandalkan pengalaman. Akibatnya, kualitas kapur sirih yang dihasilkan seringkali bervariasi dan tidak konsisten. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji secara ilmiah pengaruh suhu terhadap kadar CaO yang terbentuk. Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan rekomendasi teknis bagi masyarakat dalam menentukan suhu kalsinasi yang optimal, sehingga kualitas kapur sirih dapat meningkat dan memberikan nilai jual yang lebih stabil. Berdasarkan latar belakang diatas, maka tujuan dalam penelitian ini yaitu menentukan pengaruh variasi suhu kalsinasi terhadap kadar kalsium oksida (CaO) yang dihasilkan dari batu kapur Nunboni Desa Oemasi, Kecamatan Nekamese dengan menggunakan hasil analisis X-RF dan X-RD

METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah:

1. Tanur laboratorium merupakan alat penting dalam proses kalsinasi.

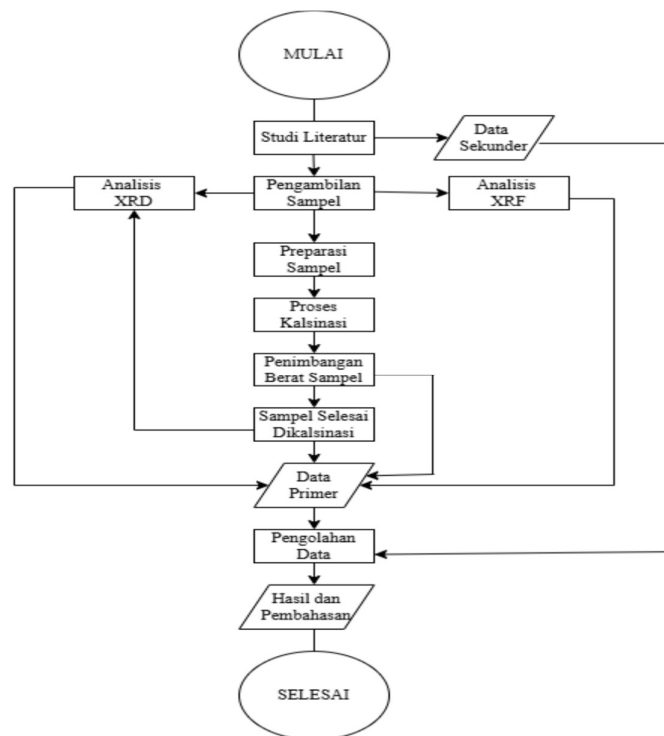


Gambar 1. Tanur Pemanas untuk Kalsinasi

2. Ayakan 200 mesh merupakan alat vital dalam menyiapkan sampel yang akan dipakai untuk analisis material pada alat XRD dan XRF.
3. X-Ray Fluorescence (XRF) dan X-Ray Diffraction (XRD) adalah dua alat analisis yang sangat penting dalam penelitian material untuk mengidentifikasi komposisi kimia dan struktur kristal suatu sampel. Meskipun keduanya menggunakan sinar-X, prinsip kerja dan tujuan penggunaannya berbeda. XRF digunakan untuk menganalisis unsur-unsur dalam sampel, sementara XRD digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal atau fasa material.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan preparasi sampel berupa batu kapur yang diperoleh dari Kecamatan Nekamese Kabupaten Kupang. Batu kapur dibersihkan menggunakan aquades lalu dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 100°C. Setelah kering, batu kapur digerus menggunakan mortar dan pastel hingga diperoleh serbuk kapur yang selanjutnya akan disaring menggunakan ayakan 200mesh. Serbuk kapur yang telah lolos ayakan ditimbang sebanyak 30gram untuk dikalsinasi. Tahap kalsinasi dibagi menjadi 3 bagian, masing-masing sampel sebanyak 10 gram dikalsinasi pada suhu yang berbeda yakni, 700°C, dan 800°C, 900°C selama 4 jam. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan difraksi sinar-x untuk melihat fasa kristal yang terbentuk dan analisis menggunakan XRD dan XRF untuk penentuan komposisi oksida yang terkandung di dalamnya. Adapun Diagram alir penelitian sebagai berikut:

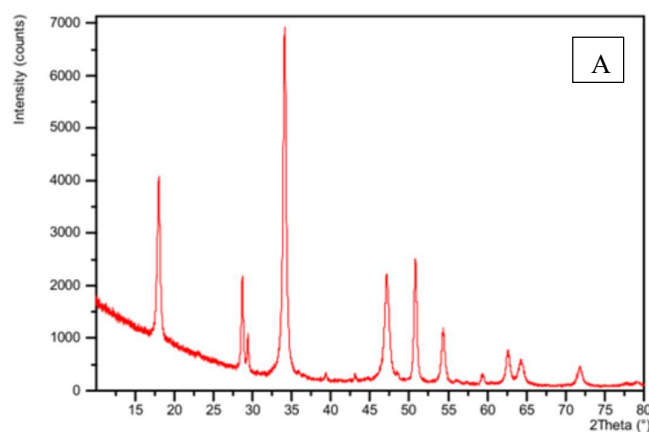


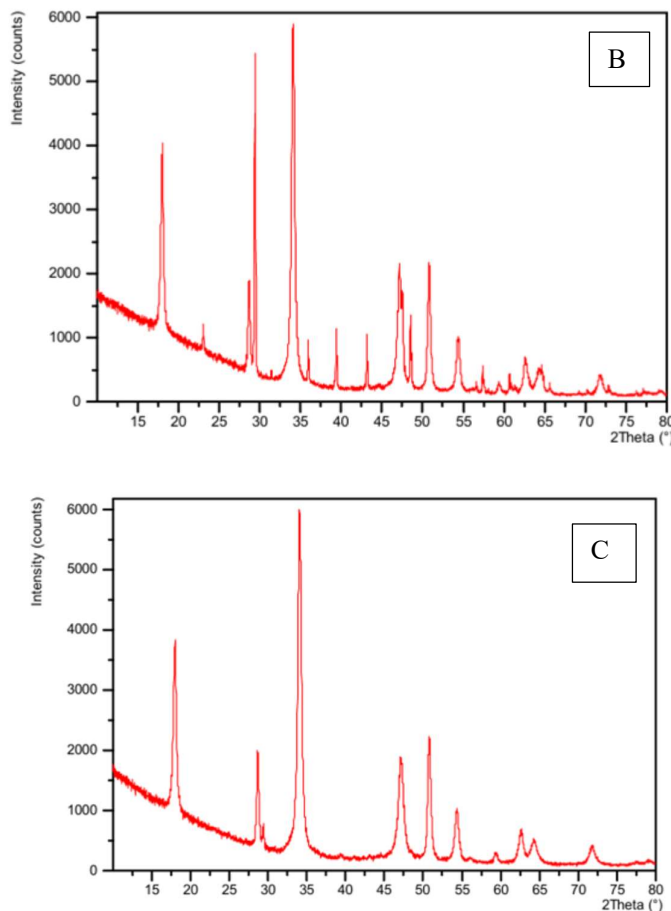
Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis X-Ray Diffraction (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi fase kristalin hasil kalsinasi batu kapur Desa Oemasi pada suhu 700°C , 800°C , dan 900°C dengan waktu tahan 4 jam tampak pada Gambar 2 (A.B.C).





Gambar 2. Hasil XRD (A. Suhu 700 oC. B. Suhu 800 oC. C. Suhu 900°C)

Pada suhu 700 °C, pola difraksi menunjukkan puncak utama pada 2θ sekitar 34° yang diidentifikasi sebagai fase Ca(OH)_2 . Puncak khas CaCO_3 (kalsit) masih terlihat pada 29° , menandakan dekomposisi belum sempurna. Selain itu, puncak CaO mulai muncul pada 2θ antara $47\text{--}64^\circ$, menandakan proses pembentukan CaO telah dimulai, meskipun belum maksimal. Pada suhu 800 °C, intensitas puncak CaO semakin meningkat, terutama pada 2θ sekitar $47\text{--}64^\circ$. Puncak CaCO_3 pada 29° masih ada, tetapi intensitasnya lebih lemah dibandingkan pada 700 °C. Puncak Ca(OH)_2 tetap terlihat pada 34° , yang kemungkinan terbentuk akibat hidrasi CaO saat pendinginan. Secara umum, CaO semakin dominan pada suhu ini. Pada suhu 900 °C, puncak CaCO_3 pada 29° hampir hilang sepenuhnya, menandakan dekomposisi karbonat berlangsung hampir sempurna. Puncak CaO menjadi sangat dominan dengan intensitas tinggi pada $47\text{--}64^\circ$. Puncak Ca(OH)_2 pada 34° tetap muncul akibat interaksi CaO dengan uap air saat pendinginan. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu 900 °C, fase utama yang terbentuk adalah CaO dengan tingkat kristalinitas lebih tinggi dibanding suhu sebelumnya.

B. Analisis X-RF

Analisis X-Ray Fluorescence (XRF) digunakan untuk mengetahui kandungan unsur oksida pada sampel batu kapur Desa Oemasi setelah dikalsinasi pada tiga variasi suhu, yaitu 700°C, 800°C, dan 900°C dengan waktu tahan 4 jam. Hasil analisis ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil X-RF pada suhu 700°C, 800°C, dan 900°C

Suhu (°C)	CaO (%)	MnO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SrO (%)	MoO ₃ (%)	Eu ₂ O ₃ (%)	Lu ₂ O ₃ (%)
700	99,04%	0,055%	0,25%	0,16%	0,34%	-	0,15%
800	98,58%	0,10%	0,40%	0,23%	0,40%	0,20%	0,13%
900	98,57%	0,11%	0,43%	0,24%	0,36%	0,10%	0,14%

Batu kapur yang berasal dari Desa Oemasi, Kecamatan Nekamese, Nusa Tenggara Timur. Analisis pendahuluan dengan X-Ray Fluorescence (XRF) memperlihatkan bahwa sampel mengandung kalsium karbonat (CaCO₃) sebagai komponen dominan dengan sedikit pengotor. Kandungan CaCO₃ yang tinggi menunjukkan potensi batu kapur ini untuk menghasilkan kalsium oksida (CaO) bermutu setelah kalsinasi.

Hasil XRF menunjukkan CaO sebagai komponen dominan dengan kadar lebih dari 98% pada semua suhu kalsinasi. Nilai tertinggi tercatat pada suhu 700°C (99,04%), sedangkan pada suhu 800°C dan 900°C kadar CaO sedikit menurun masing-masing menjadi 98,58% dan 98,57%. Kenaikan suhu juga memicu peningkatan oksida pengotor seperti Fe₂O₃, SrO, dan MoO₃. Temuan ini menandakan bahwa kalsinasi suhu 700°C selama 4 jam sudah cukup untuk menghasilkan CaO murni dan dapat dianggap sebagai kondisi optimum. Selain CaO, beberapa oksida minor terdeteksi. Kandungan Fe₂O₃ meningkat dari 0,25 % (700 °C) menjadi 0,40–0,43 % (800–900 °C). SrO juga naik dari 0,16 % menjadi 0,23–0,24 %, demikian pula MnO (0,055 % → 0,10–0,11 %). Hal ini mengindikasikan bahwa kenaikan suhu memicu aktivasi unsur pengotor dan stabilisasi fase oksidanya. Temuan ini sesuai dengan penelitian Desmiarti et al. (2022) yang melaporkan bahwa kualitas CaO menurun ketika kadar oksida pengotor meningkat pada suhu kalsinasi lebih tinggi. Keberadaan MoO₃ relatif stabil (0,34–0,40 %) dengan sedikit fluktuasi pada 900 °C. Unsur tanah jarang seperti Eu₂O₃ dan Lu₂O₃ muncul pada suhu tinggi dalam jumlah kecil (<0,2%). Meskipun jumlahnya kecil, peningkatan pengotor ini cukup mempengaruhi persentase relatif CaO (Nurfatirah et al., 2015).

KESIMPULAN

Dari analisis XRD pada suhu 700°C, 800°C dan 900°C dapat disimpulkan bahwa produk CaO terbaik terletak pada Suhu 900°C. Pada suhu ini, proses dekomposisi CaCO_3 berjalan dengan sangat efisien, menghasilkan hampir seluruh CaCO_3 terdekomposisi menjadi CaO dan karbon dioksida (CO_2). Ini menjamin bahwa hampir semua kalsium karbonat telah diubah menjadi CaO yang diinginkan, tanpa adanya sisa CaCO_3 yang tertinggal dalam produk akhir, seperti yang terjadi pada suhu yang lebih rendah, seperti 800°C.

Hasil analisis XRF menunjukkan bahwa batu kapur Desa Oemasi yang dikalsinasi pada suhu 700°C sampai 900°C menghasilkan kalsium oksida (CaO) dengan kemurnian sangat tinggi yaitu lebih dari 98%. Kemurnian ini penting karena CaO yang berkualitas tinggi akan cepat bereaksi dengan air untuk membentuk kalsium hidroksida [$\text{Ca}(\text{OH})_2$], yang merupakan bahan utama dalam membuat kapur sirih.

Tingginya kadar CaO pada hasil kalsinasi menunjukkan bahwa batu kapur dari lokasi penelitian bisa diolah menjadi kapur sirih yang baik, karena proses hidrasi akan menghasilkan larutan basa dengan Ph yang stabil. Selain itu, kadar logam berat dan oksida pengotor seperti Fe_2O_3 , MnO, dan SrO tergolong rendah yaitu di bawah 0,5% yang menunjukkan bahwa kapur sirih dari bahan baku ini cukup aman untuk digunakan dengan takaran yang biasa dipakai. Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung cara masyarakat setempat dalam memanfaatkan batu kapur sebagai bahan baku kapur sirih, sekaligus memberi dasar ilmiah bahwa suhu kalsinasi sekitar 700°C sudah cukup untuk mendapatkan kapur yang memiliki kemurnian sesuai kebutuhan penggunaan tersebut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan mulai dari peijinan dan pelayanan saat penelitian sehingga semua tahapan dapat selesai sesuai jadwal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, M. (2010). Batu Kapur Dan Peningkatan Nilai Tambah Serta Spesifikasi Untuk Industri. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 06(3), 116–131.
- Benggstom, L., & Enell, M. (1986). Chemical analysis. In B. E. Berglund (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and palaeohydrology* (pp. 423–451). John Wiley and Sons Ltd.
- Dean, W. E. Jr. (1974). Determination of Carbonate and Organic Matter in Calcareous Sediments and Sedimentary Rocks by Loss on Ignition: Comparison with Other Methods. *Journal of Sedimentary Petrology*, 2, 242–248.
- Gusti, J. (2008). Pengaruh Penambahan Surfaktan Pada Sintesis Senyawa Kalsium Fosfat Melalui Metode Pengendapan. Padang : Universitas Andalas.
- Kirboga, S., Oner, M. (2013). Effect of the Experimental Parameters on Calcium Carbonate Precipitation.

- Chemical Engineering Transactions, Vol. 32, ISSN:1974-9791. Italia : AIDIC.
- Lailiyah, Q., Baqiya, M., Darminto. (2012).Pengaruh Temperatur dan Laju Aliran Gas CO₂ pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat dengan Metode Bubbling.Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol. 1, No. 1ISSN: 2301-928X. Surabaya : ITS.
- Lukman, M., Yudyanto., Hartatiek. (2012).Sintesis Biomaterial Komposit CaO-SiO₂ Berbasis Material Alam (Batuan Kapur Dan Pasir Kuarsa) Dengan Variasi Suhu Pemanasan Dan Pengaruhnya Terhadap Porositas, Kekerasan Dan Mikrostruktur.Journal Sains Vol. 2 No. 1. Malang: UM.
- Sucipto, E. (2007). Hubungan Pemaparan Partikel Debu pada Pengolahan Batu Kapur Terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru. Semarang : Universitas Diponegoro.