



SEMINAR NASIONAL FISIKA 2021

UNIVERSITAS MULAWARMAN

<http://fisika.fmipa.unmul.ac.id/>

Identifikasi Awal Limbah Industri Marmer di Tulungagung

Desyana Olenka Margaretta^{1*},

¹Tadris Fisika, Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, Jl. Mayor
Sujadi 46 Tulungagung 66221, Indonesia

*E-mail korespondensi: desymargaretta@gmail.com

Abstract

Produksi industri marmer setiap tahun menyisakan limbah dari pemotongan. Selama ini, limbah tersebut hanya ditampung dan belum dimanfaatkan karena tidak diketahui komposisi dan manfaat yang dapat dihasilkan. Identifikasi awal terfokus pada unsur yang terdapat dalam limbah. Limbah marmer diambil dari beberapa tempat pemotongan marmer di Campurdarat dan Besole, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengidentifikasi sampel cair dan padatan. Dari hasil SEM EDX didapatkan hasil komposisi limbah terdiri dari C(19,27%), O (51,99%), Ca (28,74%) dari sampel padat/gravel. Sedangkan limbah untuk serbuk dari sampel cair memiliki komposisi C (19,88%), O (49,28%), Ca (30,84%). Sedangkan dari hasil analisis gugus fungsi unsur limbah terbanyak adalah Ca-O, meskipun ditemukan gugus dari unsur lain.

(**Kata Kunci:** limbah, marmer, SEM-EDX, ATR-FTIR)

PENDAHULUAN

Tulungagung adalah daerah di pesisir selatan Pulau Jawa yang terkenal sebagai produsen kerajinan marmer. Kerajinan marmer sudah ada sejak pemerintah Hindia – Belanda. Daerah sentra industri marmer ada di desa Besole Kecamatan Besuki dan desa gamping Campur darat. *Marble* atau Marmer adalah batuan kristalin kasar berasal dari dolomit, dimana mengalami proses fisis selama bertahun-tahun. Marmer memiliki rumus senyawa CaCl adalah metamorfosa dari batuan gamping dolomit (CaCO_3) dikarenakan suhu dan tekanan oleh gaya endogen. Kapur kemudian mengkristal membentuk berbagai foliasi dan non foliasi.

Sebuah bongkahan batu marmer dapat menjadi furniture melalui proses pemotongan dan penghalusan. Saat ini sudah terdapat puluhan rumah produksi batu marmer yang ada di Tulungagung, bongkahan-bongkahan batu marmer yang diambil dari gunung kemudian dipotong dan diolah di tempat ini, hingga menghasilkan antara lain lantai, patung, batu nisan dan perabotan rumah tangga (*washtafel*, meja, kursi, dan lain-lain). Dinas perdagangan dan perindustrian kabupaten Tulungagung mencatat pada tahun 2012 setidaknya ada satu sentra industri marmer dengan skala produksi 90.000 m² serta 13 perusahaan.

Industri marmer akan menghasilkan limbah dari pemotongan marmer. Selama ini limbah-limbah tersebut menyebabkan banyak penumpukan dialiran sungai dan berpotensi untuk menghambat laju air sungai dan kerusakan lingkungan lainnya [1]. Serbuk marmer merupakan limbah dari penambangan yang menjadi butir-butir halus (bulk). Pecahan yang lebih besar lain dinamakan seukuran gravel atau kerikil marmer memiliki dimensi yang lebih kasar dan besar.

Limbah marmer daerah Tulungagung belum banyak pemanfaatannya. Dikabarkan terdapat perusahaan yang memanfaatkan limbah marmer tersebut untuk dolosit atau kapur bangunan dan campuran bahan pakan ayam. Namun pemanfaatan ini masih terbatas. Perlu adanya Identifikasi mengenai sifat fisis, morfologi dan karakteristik yang dimiliki limbah marmer di Tulungagung untuk pemanfaatan limbah yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan sebagai langkah awal identifikasi dari limbah industri marmer. Limbah yang terdiri dari fasa limbah cair, limbah gravel/padat dianalisa melalui dua metode karakterisasi. Fokus pada penelitian ini adalah mengetahui unsur yang terkandung serta gugus fungsi pada limbah. Penelitian ini akan diawali dari pengambilan data dari sampel limbah di Industri Marmer daerah Campur Darat dan Besole. Kemudian dari sampel yang diambil, dianalisis secara kualitatif dan dipilih sampel yang layak diuji dengan Scanning Electron Microscopy (SEM/EDS) serta FTIR. Hasil data uji dianalisis dan diidentifikasi fasa dalam material limbah tersebut.

SEM (Scanning Electron Microscope) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Detector yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas electron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis[2]. Sedangkan teknik spektroskopi infra merah digunakan untuk mengetahui gugus fungsional. Mengidentifikasi senyawa, menentukan struktur molekul, mengetahui kemurnian dan mempelajari reaksi yang sedang berjalan. Senyawa yang dianalisa berupa senyawa organik maupun anorganik. Hampir semua senyawa dapat menyerap radiasi inframerah [3].

TINJAUAN PUSTAKA

Sejarah industri marmer di Tulungagung diawali dengan ditemukannya lokasi tambang marmer di pegunungan sekitar pesisir Tulungagung oleh penjajah Hindia Belanda sekitar tahun 1934. Berlokasi disekitar desa Besole, Kecamatan Besuki. Waktu itu wilayah tersebut dicatat sebagai " Underdistrict Wajak" dan dulu sudah sering tercatat bahwa pertambangan Marmer itu letaknya di Desa Wajak Tulungagung, sehingga ada kalanya orang dulu, menyebut bahwa desa penghasil marmer itu adalah desa Wajak. Setelah terjadi pemekaran sekitar tahun 1972, Desa Besole ini menjadi bagian tersendiri dan ikut dalam Kecamatan Besuki, demikian juga beberapa desa-desa lain di Kecamatan Campurdarat dan sekitarnya. Kuantitas sumberdaya atau kuantitas marmer di mencapai 9.855.000 dan kualitas kuat tekan 1198 kg/cm untuk wilayah kecamatan Besuki desa Besole[3].



Gambar 2.1. Tambang Marmer di Tulungagung

Di lokasi industri pengolahan, dilakukan beberapa tahap proses produksi secara berurutan yaitu sebagai berikut: (a). Block pemotongan (block cutting) untuk memotong blok marmer menjadi slab; (b) Cross cutting yaitu lembaran slab yang besar ini kemudian dipotong pada bagian ujungnya agar rata; (c) Calibrating, Slab dipotong dan diratakan pada salah satu permukaannya sesuai ukuran yang diinginkan; (d) Dempul untuk meratakan (menutup) permukaan yang masih mempunyai lubang-lubang kecil; (e) Polishing untuk melicinkan permukaan setelah slab di dempul. (f) Cross cutting size pemotongan marmer sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Proses yang dilakukan ini menyisakan limbah yang terdiri dari limbah padat dan cair. Limbah cair tercipta akibat setiap pemotongan memakai air untuk membantu pemotongan.



Gambar 2.2. (a) Salah satu Pengolahan Marmer (b) Penampungan limbah cair (c) Limbah padat berupa gravel

Limbah padat dari pengolahan batu marmer menghasilkan potongan – potongan batu kecil yang disebut batu koral yang bisa dimanfaatkan sebagai campuran bahan bangunan yaitu untuk pengecoran pilar rumah. Proses pengolahan dan pemanfaatan batu marmer tersebut menggunakan air, sehingga menghasilkan limbah cair (liquid). Limbah tersebut ditampung di dalam kolam (tandon) yang lama kelamaan mengendap kemudian mengeras. Mula – mula berupa lumpur yang biasa disebut dengan ‘mill atau blendet’ setelah mengalami pengendapan menjadi keras yang disebut kwarsa atau kapur yang biasa digunakan untuk campuran bahan bangunan misalnya digunakan untuk plester dinding rumah.

METODE PENELITIAN

Limbah marmer diambil dari beberapa tempat secara acak dari pemotongan marmer di Campurdarat dan Besole Kabupaten Tulungagung. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil dua sampel yaitu cair, dan padatan. Alat yang digunakan adalah tabung container sampel, plastik sampel dan spatula. Adapun hasil contoh dari pengambilan sampel ada pada Gambar 2.3.



(Gambar 3.1 Sample yang sudah diambil)

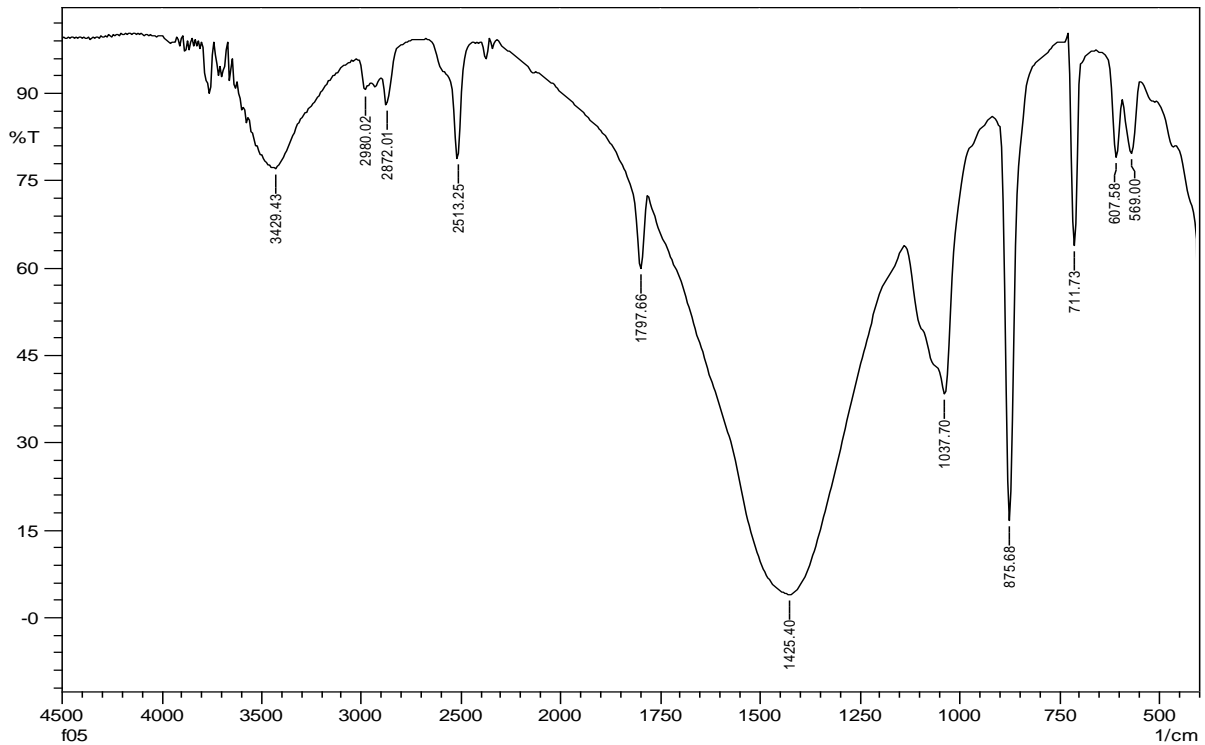
Sebagai bahan uji SEM/EDS dipilih dua sampel. Yaitu sampel bulk dari limbah cair diberi kode A1 dan limbah padat yang diberi kode S1. Sedangkan untuk pengujian FTIR sampel dilakukan analisis dengan memberi kode F-04 untuk limbah cair dan F-05 untuk gravel.

Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan dengan metode yang berbeda untuk dua jenis sampel. Sampel padat berupa bulk hingga gravel hanya di bedakan menurut kondisinya dan diberi label tertentu. Sedangkan untuk limbah cair terlebih dahulu dilakukan preparasi karena kondisi alat SEM/EDS yang tidak bisa menerima cairan. Pertama, kertas saring diletakkan di atas corong buchner kemudian kertas saring dibasahi dengan akuades, lalu limbah marmer cair dituangkan ke dalamnya sedikit demi sedikit untuk disaring. Kedua, serbuk hasil saringan pertama dicuci dengan menggunakan 500 ml akuades sebanyak dua kali. Ketiga, serbuk hasil saringan kedua dicuci menggunakan 100 ml etanol 96% teknis. Hal ini bertujuan untuk membantu proses pengeringan serbuk hasil saringan akhir. Kemudian di oven pada suhu rendah hingga benar kering.

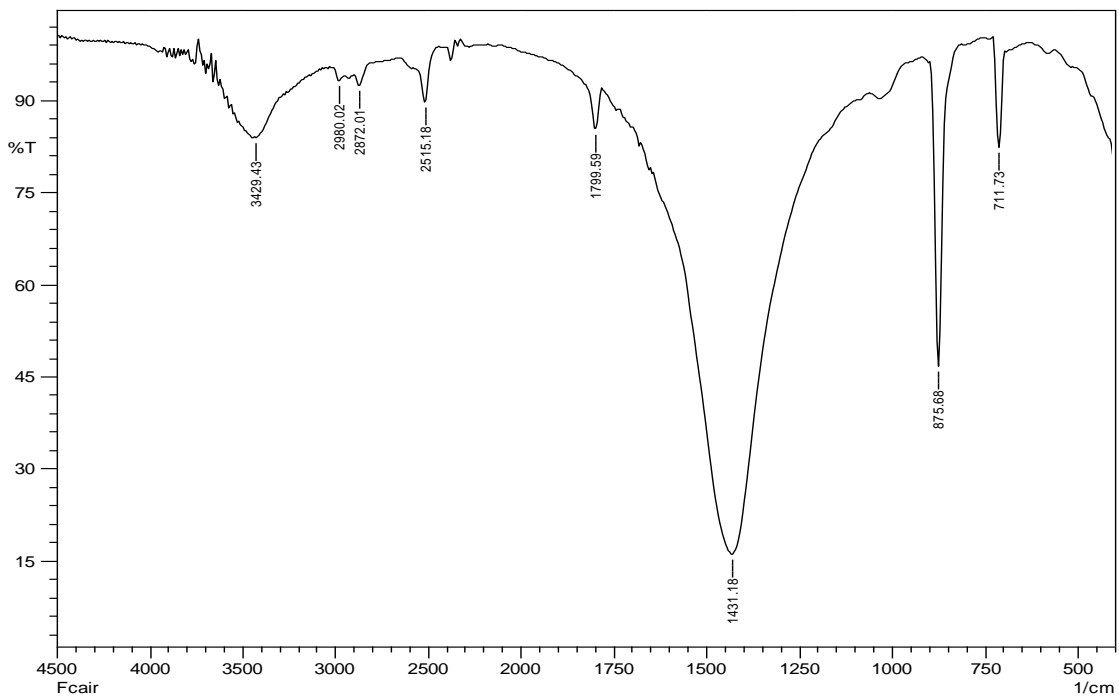
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui jenis ion atau gugus fungsi dan jenis ikatan serta derajat kristalinitas dari unsur yang diperoleh. Spektrum yang dihasilkan oleh FTIR berupa pita-pita serapan pada bilangan gelombang (cm^{-1}) tertentu.



Gambar 4.1. Spektrum FTIR limbah marmer padat

Berdasar hasil spektrum yang terdapat di gambar 4.1, dapat diketahui puncak-puncak pada spektra IR di limbah marmer padat gravel menunjukkan daerah gugus fungsi yang dijabarkan pada tabel 4.1. Demikian juga untuk Spektrum IR pada limbah cair pada gambar 4.2 juga dirangkum sejumlah bilangan gelombang yang tersaji dalam tabel.



Gambar 4.2. Spektrum FTIR limbah marmer cair

Dari spektrum yang terdeteksi oleh FTIR didapatkan puncak dan bilangan gelombang yang hampir sama untuk limbah cair maupun gravel. Hanya ditemukan gugus yang diidentifikasi sebagai PO_4^{3-} di limbah padat. Hal ini kemungkinan terjadi akibat perbedaan perlakuan untuk

preparasi limbah dimana untuk sampel padatan/gravel tidak dilakukan pencucian dengan aquades. Sedangkan pada limbah cair dilakukan pencucian dan pengeringan sampel. Sehingga kemungkinan ada unsur yang terbuang.

Tabel 4.1. Bilangan gelombang (cm^{-1}) karakteristik puncak gugus fungsi limbah marmer

Sampel	Bilangan gelombang (cm^{-1})			
	OH	CH	CO	PO_4^{-3}
Limbah marmer (F05) dari padatan atau gravel	607,58	2513,25	711,73	569,00
		2872,01	875,68	
		2980,02	1037,70	
		3429,43	1425,40	
			1797,66	
Limbah marmer (F04) dari cair		2515,18	711,73	
		2872,01	875,68	
		2980,02	1431,18	
		3429,43	1799,59	

Dari tabel 4.1 diketahui adanya gugus OH bonding dengan bentuk puncak lebar di daerah $3429,43 \text{ cm}^{-1}$. Daerah ini menyatakan bahwa gugus OH dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [4]. Penelitian Liu, et al [5] juga menyatakan daerah serapan $4000\text{-}3600 \text{ cm}^{-1}$ adalah gugus OH dari $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Daerah pada bilangan $2515,18 \text{ cm}^{-1}$, $2872,01 \text{ cm}^{-1}$, $2980,02 \text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah puncak gugus CH [6]. Dari penelitian Tang et al, sampel yang mengandung CaO tampak dalam gugus CH Streching dalam rentang $3000\text{-}2800 \text{ cm}^{-1}$.

Bilangan gelombang $711,73 \text{ cm}^{-1}$, $875,68 \text{ cm}^{-1}$, $1037,70 \text{ cm}^{-1}$, $1425,40 \text{ cm}^{-1}$, $1797,66 \text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah karakteristik gugus fungsi CO (karbonil). Penelitian yang dilakukan oleh Tang et al juga memperoleh karakteristik absorpsi CO antara $2000\text{-}1500 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan kalsium karbonat dalam katalis. Sedangkan pita absorpsi $1700\text{-}1400$ merupakan gugus fungsi karbonat dalam penelitian albuquerque et al. hal lain di daerah 1431 dan 875 dimungkinkan terjadi bending karbonat [8].

Telah dilakukan karakterisasi citra SEM untuk sampel limbah A1 dan S1. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi dan distribusi ukuran dari Limbah. Didapatkan hasil citra SEM sebagai berikut,

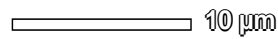
■



10 μm

Gambar 4.3. Spektrum FTIR limbah marmer cair

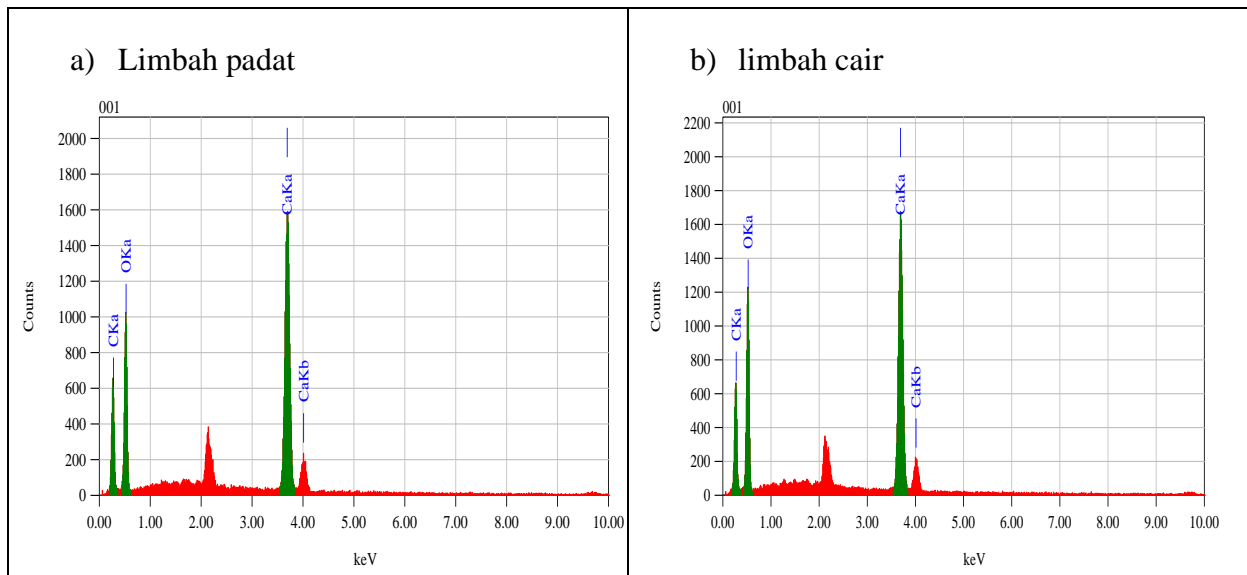
Sedangkan untuk limbah marmer padat ditunjukkan oleh citra pada gambar 4.4



Gambar 4.4. Spektrum FTIR limbah marmer padat

Secara morfologi yang berhasil diambil oleh Citra SEM dengan perbesaran 5000 X, didapatkan kristal-kristal yang mirip. Hanya perbedaan butiran yang terlihat secara kasat mata bahwa limbah padat lebih besar ukurannya.

Kami juga melakukan uji EDS untuk melihat komposisi tiap unsur sebagaimana terlihat puncak-puncak pada gambar 4.5 dan hasil tabel 4.2 dan 4.3,



Gambar 4.5. Spektrum EDS Limbah Marmer

Tabel 4.2. Hasil EDS limbah marmer padat

Element	keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass%	Cation	K
C K	0.277	19.27	0.05	28.80		15.5338		
O K	0.525	51.99	0.20	58.33		38.1583		

Ca K	3.690	28.74	0.14	12.87	46.3079
Total		100.00		100.00	

Tabel 4.3. Hasil EDS limbah marmer cair

Element	(keV)	Mass%	Error%	Atom%	Compound	Mass%	Cation	K
C K	0.277	19.88	0.05	30.07		16.1116		
O K	0.525	49.28	0.23	55.96		34.1572		
Ca K	3.690	30.84	0.16	13.98		49.7313		
Total		100.00		100.00				

Dari hasil uji EDS didapatkan bahwa komponen unsur limbah baik cair maupun padat tidak terdapat unsur lain kecuali C, O dan Ca. Unsur PO_4^{-3} yang pada FTIR terekam di limbah padat tidak muncul saat EDS. Dimungkinkan hal tersebut karena jumlah unsur terlalu sedikit dan tidak terdeteksi oleh alat SEM/EDS yang memiliki limitasi 4% dari unsur. Menurut jumlah komposisi O (oksigen) pada tiap sampel terlihat berbeda. Sampel padat/gravel memiliki komposisi lebih besar dari limbah cair. Namun selisih tidak terlalu signifikan.

KESIMPULAN

Penelitian pendahuluan ini berhasil mengidentifikasi limbah marmer yang terdapat di Besole dan Campurdarat Tulungagung. Sampel diambil secara acak dan diuji dengan SEM/EDS dan FTIR. Dari hasil SEM/EDS didapatkan hasil komposisi limbah terdiri dari C(19,27%), O (51,99%), Ca (28,74%) dari sampel padat/gravel. Sedangkan limbah untuk serbuk dari sampel cair memiliki komposisi C (19,88%), O (49,28%), Ca (30,84%). Sedangkan dari hasil analisis gugus fungsi unsur limbah terbanyak adalah Ca-O. Ditemukan gugus dari PO_4^{-3} dari sampel padat, namun tidak pada sampel cair.

REFERENSI

- [1] <https://jatim.antaranews.com/berita/137051/lsm-kecam-pencemaran-lingkungan-sentra-kerajinan-marmer> (diakses 5 September 2021)
- [2] Idris, A.A. dan Lasino.1988. Penelitian Pemanfaatan Limbah Kapur Industri Soda Untuk Bahan bangunan. Jurnal Penelitian Pemukiman. Vol. IV No. 7-8 Juli-Agustus. Bandung.
- [3] *Kolokium Hasil Lapangan – DIM, 2005 oleh Danny Z. Herman*
- [4] Dhiraj Mehta, Poonam Mondal, Suja George (2016). Utilization of marble waste as novel adsorbent for removal of fluoride ions from aqueous solution. **Vol.4** pg 932-942.
- [5] Granados, M. L., Poves, M. Z., Alonso, D. M., Mariscal, R., Galisteo, F. C., Moreno-Tost, R., ... & Fierro, J. L. G. (2007). Biodiesel from sunflower oil by using activated calcium oxide. *Applied Catalysis B: Environmental*, 73(3-4), 317-326.
- [6] Liu X, He.H., Wang Y., Zhu.S., and Oiao X., 2008 Transesterification of soybean oil to biodiesel using CaO as a Solid Base Catalys Fuel 87:216-221.
- [7] Tang, Y., Meng, M., Zhang, J., & Lu, Y. (2011). RETRACTED: efficient preparation of biodiesel from rapeseed oil over modified CaO.
- [8] A.M, Noor. Naseem U.K,A.B Muhammad, S.R. Salihuddin. (2014). NExperimental study of compressive strength of resin grout with marble powder. *European International Journal of Science and Technology* **Vol 3** No.4
- [9] Clarke, A. R. 2002. Microscopy techniques for materials science. CRC Press (electronic resource)

