

Fabrikasi dan Karakterisasi Keramik Kalsium Silikat Menggunakan Bahan Komersial Kalsium Oksida dan Silika dengan Reaksi Padatan pada Suhu 1000 °C

Sherly Nuria P. Sari dan Dwi Asmi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro No.01 Bandar Lampung 35145
Email: sherlynuriaps@ymail.com dan asmid@unila.ac.id

Diterima 20 September 2012, direvisi 05 Oktober 2012

Abstrak. Dalam penelitian ini telah dilakukan fabrikasi dan karakterisasi keramik kalsium silikat menggunakan bahan dasar komersial kalsium oksida (CaO) dan silika (SiO₂) dengan teknik reaksi padatan pada suhu 1000 °C. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional, mikrostruktur, struktur kristal kalsium silikat yang disintering pada suhu tersebut. Karakterisasi keramik kalsium silikat dilakukan dengan menggunakan FTIR, SEM dan XRD. Hasil FTIR menunjukkan bahwa pada suhu *sintering* 1000 °C terdapat ikatan Ca–O dan ikatan Si–O–Si sebagai pembentuk keramik kalsium silikat. Hasil SEM menunjukkan bahwa butiran-butiran yang dihasilkan pada mikrostruktur keramik kalsium silikat yang disintering pada suhu 1000 °C belum seragam dan kurang homogen, serta hasil XRD menunjukkan bahwa fasa yang mendominasi yaitu oleh fasa *wollastonite-2m* dengan puncak intensitas tertinggi pada sudut $2\theta = 29,98^\circ$.

Kata Kunci: Kalsium silikat, kalsium oksida, silika, *sintering*.

PENDAHULUAN

Pengertian keramik terbaru menyebutkan bahwa keramik merupakan campuran yang terdiri dari unsur logam dan bukan logam (Vlack, 2004). Salah satu material yang dapat digunakan untuk membuat keramik adalah kalsium silikat. Kalsium silikat dikenal dengan rumus kimia CaSiO₃ merupakan bahan yang memiliki titik lebur sebesar 1540°C, densitas sebesar 2,91 g/cm³, serta kekerasan sebesar 4-7 Mohs. Berdasarkan perhitungan massa kalsium silikat (CaSiO₃) memiliki komposisi teoritis yaitu CaO 48,28% dan SiO₂ 51,72% (Yazdani, Rezaie, & Ghassai, 2010).

*Corresponding author:

E-mail: asmid@unila.ac.id

Kalsium silikat ini dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan keramik, sebagai penyaring pada plastik dan karet, dan sebagai salah satu bahan baku dalam industri semen (Crooks, 1999).

Fabrikasi keramik dapat dilakukan dengan berbagai teknik, diantaranya sol-gel dan reaksi padatan. Teknik sol-gel memiliki kelebihan lain zat yang dihasilkan memiliki homogenitas yang tinggi, Namun, teknik ini juga memiliki kelemahan yaitu, produk yang dihasilkan mengandung kontaminan dan kristalinitas yang kurang baik karena reaksinya menggunakan suhu yang rendah. Sedangkan, teknik reaksi padatan merupakan teknik yang dilakukan dengan mereaksikan padatan dengan padatan pada suhu tinggi. Teknik ini memiliki

Sherly Nuria P. Sari dkk : Fabrikasi dan Karakterisasi Keramik Kalsium Silikat Menggunakan Bahan Komersial Kalsium Oksida dan Silika dengan Reaksi Padatan pada Suhu 1000 °C

keunggulan yaitu, lebih mudah dan relatif lebih sederhana, selain itu teknik ini menghasilkan material yang lebih murni dan kristalinitas yang baik.

Sulistarihan pada tahun 1993 melakukan sintesis kalsium silikat pada suhu 1000 °C dan 1125 °C, menghasilkan β -Ca₂SiO₄ pada suhu 1000 °C dan perubahan dari β -Ca₂SiO₄ menjadi α -CaSiO₃ terjadi pada suhu 1125 °C (Sulistarihan, 1993). Kemudian, Sang, Choong, dan Man pada tahun 2005 melakukan sintesis kalsium silikat diperoleh bahwa pada suhu 900 °C terbentuk β -CaSiO₃ dan α -CaSiO₃ baru terbentuk pada suhu 1100 °C (Sang, Choong, & Man, 2005).

Jurnal ini menjelaskan mengenai fabrikasi keramik kalsium silikat menggunakan bahan dasar komersial kalsium oksida (CaO) dan silika (SiO₂) dengan teknik reaksi padatan pada suhu 1000 °C. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui gugus fungsional, mikrostruktur, dan struktur kristal keramik kalsium silikat pada suhu 1000 °C. Karakterisasi dilakukan dengan menggunakan teknik *fourier transform infra-red* (FTIR), *scanning electron microscopy* (SEM) dan *X-ray diffraction* (XRD).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2012. Preparasi sampel dan uji fisis dilakukan di laboratorium Fisika Material FMIPA Unila, karakterisasi FTIR di laboratorium Biomass Kimia FMIPA Unila, karakterisasi SEM dilakukan di laboratorium P3GL Bandung, serta *sintering* dan karakterisasi XRD

dilakukan di laboratorium Teknik Geologi ITB Bandung.

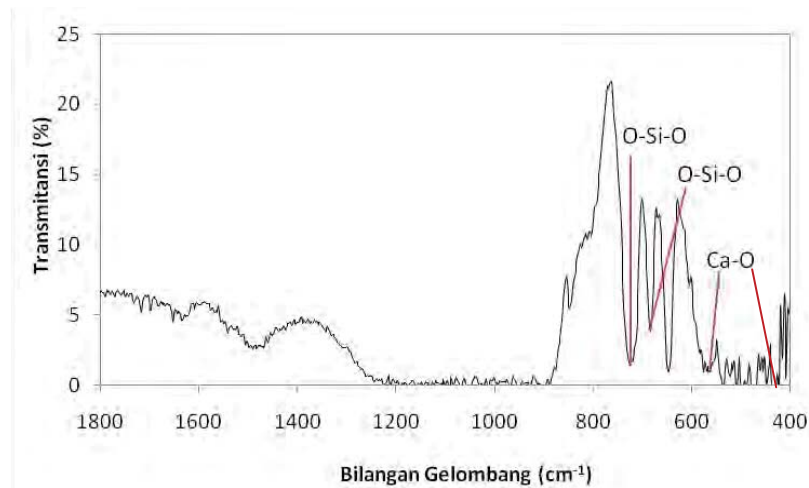
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca digital, gelas kimia 500 ml, batang pengaduk, *aluminium foil*, *mortar* dan *paste*, *stirrer magnetik*, *pressing* hidrolis, alat cetak *die*, *furnace*, oven, ayakan 38 μ m, cawan, kertas label, wadah tertutup (*container*), FTIR, SEM, dan XRD. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kalsium oksida (CaO) komersial, silika (SiO₂) komersial, dan etanol.

Tahap awal preparasi keramik kalsium silikat yaitu menimbang CaO 4,83 gram dan SiO₂ 5,17 gram, kemudian melarutkan CaO dan SiO₂ dengan etanol hingga 250 ml, dilanjutkan dengan proses *stirrer* hingga 5 jam. Kemudian campuran tersebut dibiarkan terbuka selama beberapa waktu hingga seluruh etanol menguap dilanjutkan dengan mengeringkan sampel didalam oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam. Selanjutnya menggerus sampel yang telah kering menggunakan *mortar* dan *pestle* alumina selama 1 jam dan mengayak sampel dengan ayakan berukuran 38 μ m. Dilanjutkan dengan proses *pressing* dan disintering pada suhu 1000 °C. Selanjutnya dikarakterisasi menggunakan teknik FTIR, SEM dan XRD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

KARAKTERISASI FTIR

Hasil Karakterisasi gugus fungsional sampel keramik kalsium silikat menggunakan FTIR tipe Varian/Scimitar 2000 pada rentang bilangan gelombang 1800– 400 cm⁻¹. Hasil Spektrum FTIR ditunjukkan pada **Gambar 1**.

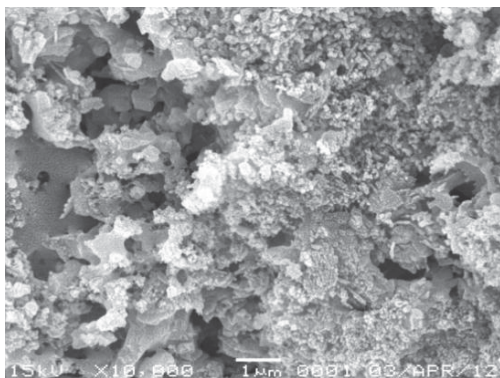


Gambar 5 Spektrum FTIR keramik kalsium silikat

Keramik kalsium silikat yang disintering pada suhu 1000 °C terlihat adanya ikatan O-Si-O pada rentang bilangan gelombang 800–600 cm^{-1} (Saravanapavan & Hench, 2003), serta terdapat ikatan Ca-O lemah pada bilangan gelombang 563,43 cm^{-1} dan 432,24 cm^{-1} (Luyt, Dramicanin, Antic, & Djokovic, 2009). Tidak terdapatnya ikatan lain selain ikatan antara atom Ca, Si, dan O menunjukkan bahwa bahan dasar yang digunakan tidak mengandung kontaminan.

KARAKTERISASI SEM

Hasil mikrostruktur keramik kalsium silikat menggunakan SEM tipe JEOL/EO JSM-6360 perbesaran 10000 kali ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 6 Mikrostruktur keramik kalsium silikat

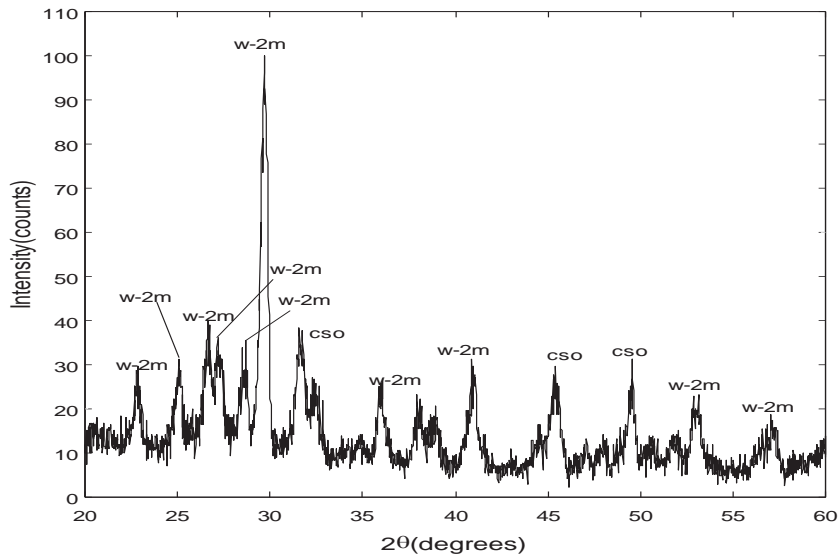
Pada **Gambar 2** terlihat bahwa butiran-butiran yang dihasilkan masih belum jelas. Pertumbuhan butir yang dihasilkan kurang homogen, butiran-butirannya membentuk gumpalan (*cluster*) dan kasar (*rough*), ukuran butiran yang dihasilkan sangat kecil kurang dari 1 μm , Ukuran butiran material yang disintering pada suhu 1000 °C kira-kira 0,6-1,2 μm (Podporska, Blazewicz, Trybalska, & Zych, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu ini belum terjadi penyatuan butiran.

KARAKTERISASI XRD

Hasil Karakterisasi struktur kristal keramik kalsium silikat menggunakan teknik XRD (*X-ray diffraction*) tipe Philips PW1710 BASED dengan 2θ dari 10° sampai 90° ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil XRD keramik kalsium silikat menunjukkan bahwa pola difraksi sinar-X pada suhu 1000 °C mengandung fasa *wollastonite-2M* (CaSiO_3) nomor PDF File 43-1460 dengan puncak intensitas tertinggi pada sudut $2\theta = 29,68^\circ$ dan *calcium silicate oxide* ($\alpha\text{-CaSiO}_3$) nomor PDF File 02-0506 dengan puncak intensitas tertinggi pada sudut $2\theta = 27,16^\circ$. Data hasil pencocokan antara data pengujian dan data PDF ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Sherly Nuria P. Sari dkk : Fabrikasi dan Karakterisasi Keramik Kalsium Silikat Menggunakan Bahan Komersial Kalsium Oksida dan Silika dengan Reaksi Padatan pada Suhu 1000 °C



Gambar 7 Pola difraksi sinar-X keramik kalsium silikat dengan w-2m : *wollastonite-2M* dan CSO : *calcium silicate oxide*

Tabel 1 Pencocokan data yang diperoleh dengan data standar PDF sampel

2θ(°) (data)	Intensitas (data)	2θ(°) (PDF)	Intensitas (PDF)	Keterangan	Rumus Kimia
29,68	100	29,982	100	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃
26,64	39,85	26,840	60	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃
31,58	38,35	26,111	80	<i>Calcium Silicate Oxide</i>	α-CaSiO ₃
27,16	36,09	31,820	100	<i>Calcium Silicate Oxide</i>	α-CaSiO ₃
28,70	35,33	28,861	45	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃
25,04	31,20	25,289	50	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃
45,44	29,70	45,306	30	<i>Calcium Silicate Oxide</i>	α-CaSiO ₃
22,86	29,69	23,144	40	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃
41,02	27,82	41,266	25	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃
49,60	26,69	41,787	30	<i>Calcium Silicate Oxide</i>	α-CaSiO ₃
53,12	23,30	53,278	18	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃
57,06	18,79	57,324	10	<i>Wollastonite-2M</i>	CaSiO ₃

Berdasarkan hasil pencocokan data yang diperoleh dengan data standar PDF yang disintering pada suhu 1000 °C fasa yang terbentuk yaitu fasa *wollastonite-2M* (CaSiO₃) dan *calcium silicate oxide* (α-CaSiO₃). Hasil yang diperoleh dari karakterisasi XRD sampel kalsium silikat memiliki puncak intensitas tertinggi pada sudut 2θ = 29,68° yaitu pada fasa *wollastonite-2M*. Berdasarkan informasi yang diperoleh pada diagram fasa, β-Ca₂SiO₄ akan menjadi α-CaSiO₃ pada suhu 1125 °C (Brinkley, 1994), berikut reaksinya.



Fasa *wollastonite-2M* merupakan fasa dominan yang terdapat pada sampel. Berdasarkan data yang diperoleh, menunjukkan bahwa pada suhu 1000 °C sudah mulai terbentuk α-CaSiO₃ meskipun dengan intensitas yang kecil. Hal ini dimungkinkan bahan dasar CaO dan SiO₂ memiliki ukuran butiran yang sangat kecil serta kontaminan maupun impuritas yang terkandung tidak begitu banyak sehingga pada suhu 1000 °C α-CaSiO₃ sudah mulai terbentuk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil FTIR pada suhu *sintering* 1000 °C terdapat gugus fungsi Ca–O dan Si–O–Si sebagai pembentuk keramik. Hasil SEM dan XRD menunjukkan bahwa pada suhu *sintering* 1000 °C pembentukan fase keramik kalsium silikat belum optimal. Kepada peneliti selanjutnya disarankan melakukan fabrikasi dan karakterisasi keramik kalsium silikat menggunakan bahan dasar kalsium oksida dan silika alami pada suhu *sintering* diatas 1000 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Brinkley, A. L. (1994). *Characterization of Rocky Flats and Oak Ridge Glass Containing Mixed Wasted*. Virginia: Massachusetts Institute of Technology.
- Crooks, A. (1999). Wollastonite in South Australia. *Report Book of Primary Industries and Resources South Australia* , 2, 1-16.
- Luyt, A., Dramicanin, M., Antic, Z., & Djokovic, V. (2009). Morphology Mechanical and Thermal Properties of Composites of Polypropylene and Nanostructured Wollastonite Filler. *Elsevier Journal of Polymer Testing* , 28, 348-356.
- Podporska, J., Blazewicz, M., Trybalska, B., & Zych, L. (2008). A Novel Ceramic Material with Medical Application. *Processing and Application of Ceramics* , 2(1), 19-22.
- Sang, J. L., Choong, H. J., & Man, J. L. (2005). Synthesis and Sintering Behavior of Wollastonite Fabricated by A Polymer Solution Technique. *Journal of Ceramic Processing Research* , 6, 298-301.
- Saravanapavan, P., & Hench, L. (2003). Mesoporous Calcium Silicate Glasses I Synthesis. *Journal of Non-Crystalline Solids* , 318, 1-13.
- Sulistarihan, N. (1993). Karakteristik B-Wollastonite untuk Refraktori Osilasi. *Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia* , 2, 12-21.
- Vlack, V. (2004). Ilmu dan Teknologi Bahan. Jakarta: Erlangga.
- Yazdani, A., Rezaie, H., & Ghassai, H. (2010). Investigation of Hydrothermal Synthesis of Wollastonite Using Silica and Nano Silica at Different Pressures. *Ceramic Processing Research* , 11, 384-353.