

Pengaruh Penambahan Alumina (0 dan 10 wt%) terhadap Karakteristik Termal (DTA-TGA) dan Konduktivitas Termal Bahan Keramik Kordierit Berbasis Silika Sekam Padi

NESYA TAMALIA*, SIMON SEMBIRING DAN WASINTON SIMANJUNTAK

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145
email:nesya_tamalia@rocketmail.com

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of alumina on the physical characteristics, microstructure, and electrical conductivity of cordierite. Silica obtained from rice husk through sol-gel method, while alumina and magnesium were obtained from Sigma-Aldrich. Cordierite was synthesized by the solid state method and sintered at 1200 °C. The measurement results revealed that the addition of alumina on cordierite reduced density and increased porosity. The Differential Thermal Analysis (DTA) at 694 °C for C₁ and 649.9 °C for C₂ showed that there is cristobalite phase of rice husk and spinel phase has also been established. The results of the thermal conductivity C₂ is high at 12.97 W/mK because a sample is homogeneous.

Keywords: Alumina, cordierite, DTA-TGA, rice husk, and thermal conductivity

PENDAHULUAN

Kordierit (2MgO. 2Al₂O₃. 5SiO₂) adalah keramik tersusun dari magnesium oksida, aluminium oksida, dan silika. Berdasarkan penelitian sebelumnya, kordierit terbentuk pada suhu 1.300 °C - 1.400 °C melalui ekstraksi sol-gel (Nozhat et al, 2013) dan dengan metode padatan (*solid state*) kordierit terbentuk pada suhu 1.050 °C - 1.400 °C (Shukur et al., 2015). Sumber bahan oksida-oksida pembentuk kordierit cukup melimpah di alam seperti sumber MgO dapat diperoleh dari dolomite, MgCl₂ dan MgSiO₂, Al₂O₃ didapat dari tanah koalin, dan *coal fly ash*. Sedangkan SiO₂ dapat diperoleh dari fumed silica dan sekam padi. Pada penelitian ini, keramik kordierit akan dipadukan dengan alumina untuk mengetahui sifat termal dan konduktivitas termal

keramik kordierit-alumina.

Kordierit dipadukan dengan alumina karena alumina memiliki ekspansi termal yang cukup tinggi, yaitu $6,3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ dan konduktivitas termal yang tinggi 30 W/mK (Hwangyoo et al., 2007). Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan Marghussian et al. (2008) hasil *Diferensial Thermal Analysis- Thermal Gravimetry Analysis* (DTA-TGA) menunjukkan bahwa pada suhu 980 °C μ -kordierit mulai terbentuk, tetapi menurut penelitian Pinero et al. (1992), pada suhu 850-980 °C, terdapat fasa μ -kordierit (*hexagonal*) dengan sifat metastabil pada suhu rendah, dan fase μ -kordierit (*orthorhombic*) pada suhu 980-1.465 °C dengan sifat stabil pada suhu tinggi.

Pembentukan sifat kordierit dipengaruhi oleh bahan baku silika dan suhu sintering. Sumber silika dari sekam padi,

*Penulias korespondensi

hal ini yang mendasari penggunaan sumber silika dari sekam padi pada penelitian ini, selain mudah didapatkan, proses ekstraksi silika dari sekam padi juga sederhana. Dengan menggunakan metode sol-gel, silika diperoleh dengan penambahan larutan KOH, hasil tertinggi silika yang didapat dari ekstraksi sekam padi, yaitu dengan menggunakan 5% KOH pada ekstraksi 60 menit (Sembiring et al., 2011).

METODE PENELITIAN

Secara garis besar penelitian ini penelitian ini mencakup empat tahapan, yaitu sintesis silika dari sekam padi, pembuatan keramik kordierit, pembuatan sampel keramik kordierit paduan alumina, karakterisasi (DTA-TGA), dan analisis konduktivitas termal. Sintesis silika sekam padi dilakukan dengan menggunakan larutan KOH 5%.

Pembuatan bubuk kordierit dimulai dengan menimbang bahan baku MgO, Al₂O₃ dan SiO₂ dengan perbandingan mol 2 : 2 : 5 atau perbandingan persen massa 14 : 35 : 51. Komposisi bahan baku yang telah ditimbang dicampur dan diaduk dengan menggunakan mortar selama 3 jam. Bubuk kordierit kemudian diayak menggunakan ayakan dengan ukuran lubang 63 μ m agar ukuran butir kordierit menjadi homogen.

Penambahan alumina pada adalah 0 dan 10 wt% dari total massa campuran kordierit dan alumina. Kordierit dan alumina ditimbang sesuai presentasi massa masing-masing dalam paduan kemudian kedua bahan tersebut dicampur. Pencampuran dilakukan dengan melarutkan kedua bahan ke dalam larutan alkohol 70% dan distirer dengan kecepatan 120 rpm selama 4 jam. Kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan cairan alkohol dari paduan kordierit-alumina. Paduan yang

telah kering dioven pada suhu 70° selama 3 jam dan kemudian di gerus agar berbentuk bubuk. Bubuk hasil penggerusan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran lubang 63 μ m untuk mendapatkan paduan kordierit-alumina yang homogen.

Secara sederhana, *Differential Scanning Calorimetri* (DSC) terdiri dari dua wadah (*pan*), yaitu *reference pan* dan *sample pan*. Kedua wadah ini dihubungkan dengan pemanas dan termokopel untuk mendeteksi temperatur. *Sample pan* adalah tempat untuk meletakkan sampel yang akan dianalisis, sedangkan di *reference pan* diletakkan suatu bahan acuan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

DSC dapat digunakan untuk analisis kapasitas panas dan entalpi suatu bahan. DSC difungsikan untuk mengetahui perubahan fasa, temperatur lebur, dan entalpi. Selain itu, DSC juga dapat digunakan untuk mempelajari fenomena kestabilan panas endotermik atau eksotermik bahan.

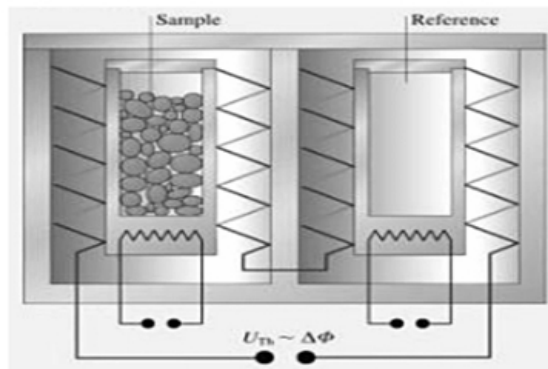
HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil DTA-TGA dan konduktivitas termal.

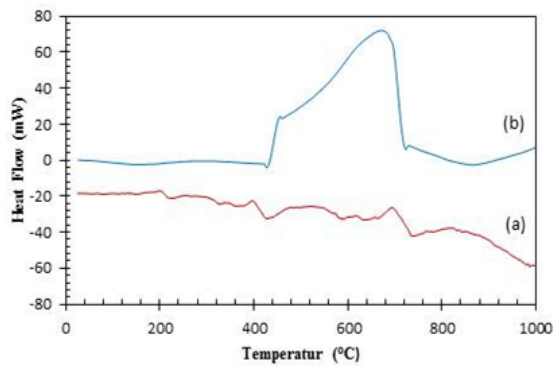
Hasil Analisis DTA-TGA Kordierit Paduan Alumina

Hasil analisis DTA-TGA dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Berdasarkan analisis termal DTA kordierit dengan penambahan alumina dapat diperoleh puncak endotermik dan eksotermik serta kehilangan massa seperti pada Tabel 1.

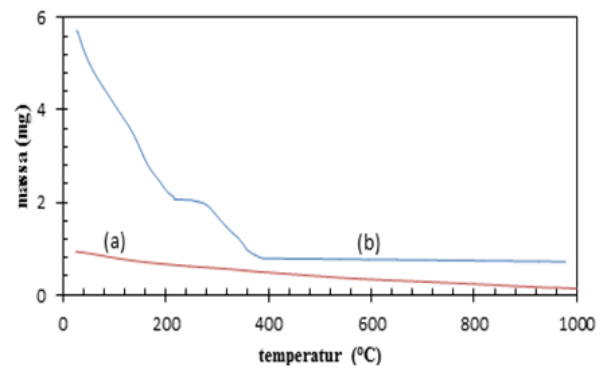
Pada range 50-400 °C terdapat puncak endotermal, pada sampel C₁ di suhu 2.287 °C dan 365 °C. Pada suhu ini sampel didominasi oleh air dan disuhu ini pula mengak-



Gambar 1: Skematik heat flux menggunakan DSC.



Gambar 2: Analisis termal DTA keramik cordierite paduan alumina (a) 0% dan (b) 10%.



Gambar 3: Grafik perbedaan TGA pada cordierite dengan penambahan alumina (a) 0% dan (b) 10%.

Tabel 1: Hasil analisis DTA-TGA kordierit terhadap variasi alumina.

Sampel	Range temperatur (°C)	Kehilangan massa (%)	Puncak endotermal (°C)	Puncak eksotermal (°C)
C ₁	50-400	1,548	228,7 & 365	-
	400-750	0,853	-	694
	750-1000	0,472	741.3	-
C ₂	50-400	4,272	-	-
	400-750	0,042	429.1	-
	750-1000	0,027	845.7	-

ibatkan teroksidasinya sisa gugus organik (Tang et al., 2010) dimana terjadi pengurangan massa sebesar 1,548%. Pada range 400-750 terdapat puncak endotermal sampel C₁ disuhu 741,3 °C, dan sampel C₂ disuhu 429,1 °C. Penguraian di suhu 400-750 lebih banyak dibandingkan pada suhu range 50 - 400, ini menunjukkan bahwa sampel didominasi oleh ikatan air yang terikat Si-OH dan C-O (Sem-biring et al., 2011) dan ini juga ditandai dengan pengurangan massa pada sampel C₁ 0,472% dan sampel C₂ 0,042%. pada range 750-1000 terdapat puncak endotermal pada sampel C₂ disuhu 845,7 °C. Pengurangan massa hanya sedikit dikarenakan penguraian massa yang terjadi semakin sedikit dan pada suhu ini pula sampel sudah mulai stabil.

Dapat dilihat dari sampel bahwa perubahan massa dari ketiga sampel, dimana sampel C₂ adalah sampel yang mengalami perubahan massa yang paling banyak ini dimungkinkan karena nilai kekerasannya yang tinggi, yaitu 58,73 kgf/mm². Selain terbentuk puncak endotermal pada sampel juga terbentuk puncak eksotermal. Pada range 50 - 400 belum terdapat puncak eksotermal, ini menunjukkan bahwa di dalam ketiga sampel belum terjadi pembentukan fasa. Pada range 400 - 750 terdapat puncak eksotermal pada sampel C₁ disuhu 694 °C dan sampel C₂ disuhu 649,9 °C, ini menunjukkan terdapat fasa kristobalit dari sekam padi dan fasa spinel juga sudah terbentuk (Naskar & Chatterjee, 2004).

Hasil Analisis Konduktivitas Termal Kordierit Paduan ALumina

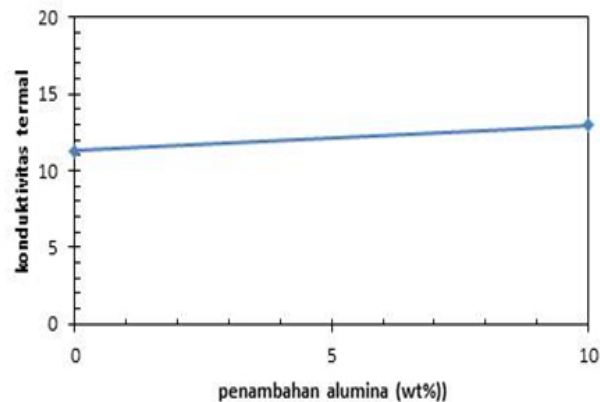
Konduktivitas termal dilakukan pengukuran pada sampel C₁, C₂ dan C₃ ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai konduktivitas termal dari suatu bahan di pengaruhi oleh jenis bahan penyusun dari suatu sampel, kompo-

sisi, dan struktur morfologi sampel tersebut. Dari Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa bahan kramik kordierit dengan penambahan alumina sangat berpengaruh terhadap hasil konduktivitas termal. Perbedaan antara kedua bahan kordierit dan alumina dapat menurunkan nilai konduktivitas termal dari bahan lainnya, dimana konduktivitas termal alumina tinggi 25-35 W/mK sedangkan konduktivitas termal kordierit 0,4-0,6 W/mK. Pada sampel C₁ memiliki nilai konduktivitas termal 11,33 Sampel C₂ dengan nilai konduktivitas termal 12,97 W/mK. Untuk hasil analisis sampel C₁, dan C₂, dan menunjukkan keberadaan corundum dapat meningkatkan nilai konduktivitas termal kordierit, sehingga nilai konduktivitas termal kordierit paduan alumina berada pada range 8,47-12,97 W/mK. Corundum mencapai tahap kestabilan, indikasi dari kestabilan keberadaan corundum didasarkan atas analisis pembentukan struktur kristal, nilai intensitas atau puncak difraksi yang tinggi, reaksi pembentukan corundum dan kehadiran fasa corundum yang merata pada sampel.

Konduktivitas termal sampel C₂ adalah nilai yang paling tinggi, hal ini disebabkan mikrostruktur yang terdapat pada sampel tidak homogen dalam hal bentuk dan ukuran serta adanya rongga udara selain itu zat pengotor yang terkandung pada sampel C₂ hanya unsur C. Lain halnya dengan sampel C₀ zat pengotor yang terkandung ada unsur C, Au, dan F.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa hasil analisis DTA pada sampel C₁ dan C₂ dengan puncak eksoterm 694 °C dan 649,9 °C terjadi pembentukan μ -kordierit dari kristalisasi spinel. Hasil ana-



Gambar 4: Grafik konduktivitas termal terhadap variasi alumina 0 dan 10 wt%.

lisis TGA pada sampel C₁ dan C₂ terjadi pengurangan masa dengan persentase pengurangan massa tertinggi terjadi pada sampel C₂, yaitu 4,938%. Nilai konduktivitas termal tertinggi terjadi pada sampel C₂, yaitu 12,97 W/mK.

REFERENSI

- Hwangyoo D., K. S. Hong, J. A. Eastman, & Y. Honsoon. 2007. Thermal Conductivity of Al₂O₃/Water Nanofluids. *Journal of the Korean Physical Society*. Vol. 51. pp 84-87.
- Shukur M. M., M. A. Aswad, & Z. I. Kadhim. 2015. Preparation of Cordierite Ceramic from Iraqi Raw Materials. *Journal of Engineering and Technology*. Vol. 5. No. 3. pp 172-175.
- Marghussian V. K., U. Balazadegan., & B. Eftekhari-yekta. 2008. The Effect of BaO and Al₂O₃ addition on the Crystallization behavior of Cordierite Glass Ceramics in the Presence of V₂O₅ Nucleant Tehran Iran. *Journal of the European Ceramic Society*. Vol. 29. pp 39-46.
- Naskar M., & K. M. Chatterjee. 2004. A Novel Process for Synthesis of Cordierite (Mg₂Al₄Si₅O₁₈) Powder from Rice Husk Ash and Other Sources of Silica and Their Comparative Study. *Journal of European Ceramics Society*. Vol. 24. pp 3499-3508.
- Pinero M., M. Atik & J. Zarzycki. 1992. Cordierite-ZrO₂ and Cordierite-Al₂O₃ Composites Obtained by Sonocatalytic Methods. France. *Journal of Non-Crystalline Solids*. Vol. 147. pp 523-531.
- Sembiring S., P. Manurung, & P. Karo Karo. 2011. Pengaruh Suhu Tinggi Terhadap Karakteristik Keramik Cordierite Berbasis Silika Sekam Padi. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. Vol. 5. No 1. pp 1-3.
- Tang B., Y. W. Fang, S. Zang, H. Y. Ning, & C. Y. Jing. 2010. Preparation and Characterization of Cordierite Powders by Water-Based Sol-Gel Method. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*. Vol. 18. pp 221-226.