

Pengaruh Penambahan *Periclase* (0,10,15)% terhadap Karakteristik Struktur dan Kekerasan Kordierit

ANGGITA MAHARANI*, SIMON SEMBIRING DAN BAMBANG JOKO SUROTO

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145

email:anggitamaharani90@gmail.com

ABSTRACT

Synthesis and characterization of cordierite-based rice husk silica has been conducted by MgO 0, 10, and 15wt%. Preparation of cordierite use silica rice husk, MgO, and Al_2O_3 . Silica were extracted by alkalis method using 1.5% NaOH solution and 10% HNO_3 . The samples were sintered at temperature of 1250 °C. The characteristics of structure were analysed by X-Ray Diffraction (XRD) coupled with Rietveld analysis and microhardness tester. XRD result showed the presences are cordierite, spinel, and forsterite. The increasing MgO of sample has made cordierite to be dissapeared, and the mass fraction spinel decreased while forsterite was increasing. The result of measurement showed that the addition of MgO on cordierite reduced hardness as well as increased porosity.

Keywords: Cordierite, MgO, rice husk silica, solid state reaction

PENDAHULUAN

Kordierit merupakan salah satu jenis keramik oksida yang dapat disintesis dari reaksi padatan oksida-oksida: MgO, Al_2O_3 , dan SiO_2 dengan rumus kimia $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$. Metode yang umum digunakan untuk menyintesis kordierit adalah metode reaksi *solid state* (padatan) (Shukur *et al.*, 2015) dan metode sol-gel. Berdasarkan penelitian sebelumnya, kordierit terbentuk pada suhu 1.100 - 1.300 °C (Li *et al.*, 2015).

Keramik kordierit berpotensi dalam berbagai aplikasi industri karena memiliki berbagai macam sifat, seperti koefisien ekspansi termalnya rendah, daya tahan kimia baik, dan konstanta dielektrik rendah. Oleh karena itu, dapat diaplikasikan sebagai katalis, mikroelektronika, penukar panas untuk turbin gas, dan keramik berpori sebagai

filter gas buang (Sebayang *et al.*, 2007).

Magnesium Oksida (MgO) merupakan logam oksida padatan putih dengan nama mineral *periclase*. Penambahan oksida MgO (2,00 - 4,00) mol ratio terhadap kordierit menggunakan bahan baku talc dan kaolin dapat menurunkan suhu kristalisasi α -cordierite (Banjuraizah *et al.*, 2011). Sementara menurut Li *et al.* (2015), penambahan MgO pada kordierit tidak mengurangi temperatur kristalisasi namun dapat memudahkan pembentukan kordierit. Akan tetapi, saat peningkatan MgO terlalu banyak, mengakibatkan fasa *sapphirine* meningkat dan *forsterite* muncul.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan MgO terhadap karakteristik pembentukan struktur fasa dan kekerasan keramik kordierit berbasis silika sekam padi.

*Penulias korespondensi

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Laboratorium Kimia Instrumentasi FMIPA Universitas Lampung, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Tanjung Bintang dan Badan Tenaga Nuklir (BATAN) Serpong. Bahan yang digunakan adalah: sekam padi, aquades, alkohol, larutan NaOH 1,5% sebagai media ekstraksi, HNO₃ 10%, Magnesium Oksida (MgO) SIGMA-ALDRICH (63093-250G-F), dan Aluminium Oksida (Al₂O₃) SIGMA-ALDRICH product of Germany (11028-500G). Peralatan yang digunakan adalah kompor listrik, magnetic stirrer, mortar dan pastel, ayakan 63 μ m, alat penekan hidrolik GRASEBY SPECAC, furnace Bamstead Thermolyne 48000, microhardness tester HV-1000 serial No.0002, dan XRD (X-Ray Diffractometer).

Untuk mendapatkan silika, sekam padi diekstraksi menggunakan larutan NaOH 1,5% selama 30 menit dan disaring untuk mendapatkan silika terlarut (sol). Selanjutnya, sol di-aging selama 24 jam sebelum meneteskan larutan asam HNO₃ 10% untuk mendapatkan gel. Gel yang telah dicuci dan dikeringkan kemudian digerus untuk mendapatkan serbuk silika dan dicampur dengan bahan lain, yaitu MgO dan Al₂O₃ dengan perbandingan mol 2 : 2 : 5. Ketiga bahan dicampur hingga homogen dan diayak dengan ukuran 63 μ m. Bubuk kordierit yang telah terbentuk kemudian ditambahkan MgO dengan persentase 0, 10, dan 15% pada sampel C₀, C₁₀, dan C₁₅ menggunakan media alkohol. Bahan kemudian dicetak (*pelleting*) dan di-sinter pada 1.250 °C selama 3 jam.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Karakteristik XRD

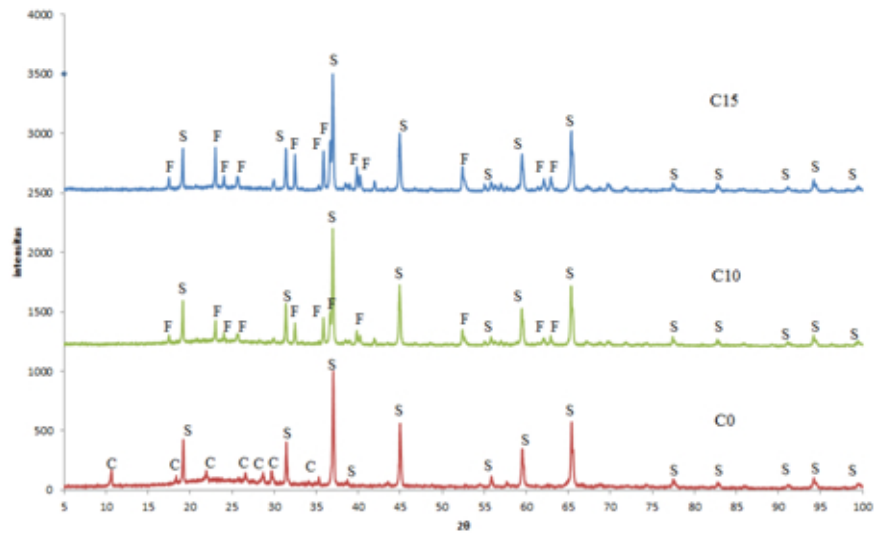
Hasil data difraksi sinar-X yang didapatkan dilakukan pencocokan dengan data standar PCPDFWIN untuk mengetahui struktur fasa yang terbentuk pada ketiga sampel. Struktur fasa yang terbentuk pada sampel yakni *cordierite* (PDF-130294), *spinel* (PDF-211152), dan *forsterite* (PDF-340189) yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada sampel C₀, kehadiran fasa kordierit terbentuk pada suhu 1.250 °C dimana energi termal yang diberikan cukup untuk mereaksikan silika dengan bahan oksida lainnya.

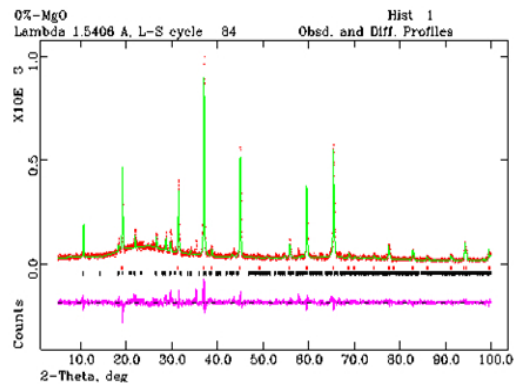
Selain itu, pembentukan kordierit diakibatkan adanya reaksi antara MgO-Al₂O₃-SiO₂ dengan perbandingan komposisi 2 : 2 : 5 sesuai dengan penelitian Sembiring *et al.* (2016). Sementara, terbentuknya fasa spinel diindikasikan karena kecenderungan reaksi biner antara gugus fungsi MgO dan Al₂O₃ untuk bereaksi satu sama lain lebih tinggi dibandingkan dengan reaksi antara MgO-Al₂O₃-SiO₂ akibat perlakuan termal yang mana sesuai dengan penelitian Banjuraizah *et al.* (2011).

Namun seiring penambahan komposisi MgO (C₁₀ dan C₁₅), fasa kordierit menghilang akibat terdekomposisi oleh MgO membentuk spinel dan forsterit. Pembentukan forsterit diakibatkan MgO cenderung larut dalam SiO₂ sehingga terjadi reaksi antara MgO-SiO₂ akibat perlakuan termal. Pembentukan forsterit sesuai dengan penelitian Li *et al.* (2015).

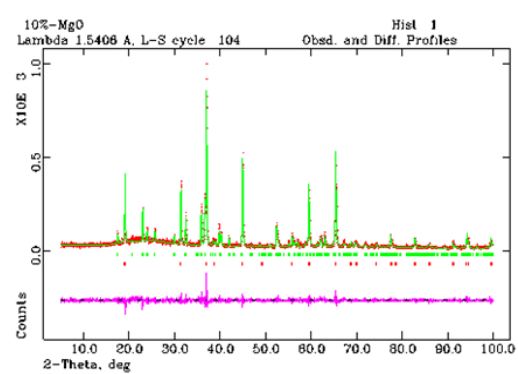
Analisis kuantitatif XRD menggunakan metode Rietveld dengan software General Structure Analysis System (GSAS). Nilai Goodness of Fitting (GOF) yang didapatkan dari hasil refinement sampel C₀, C₁₀,



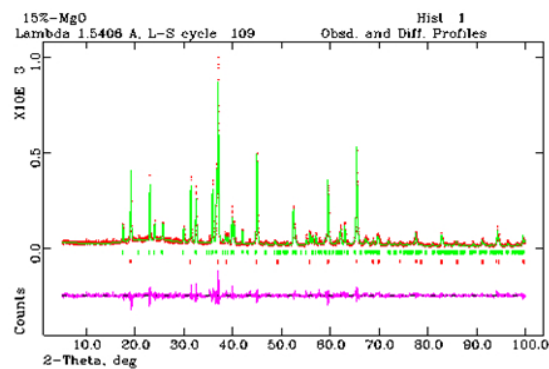
Gambar 1: Spektrum pola difraksi sinar-X sampel C0, C₁₀, dan C₁₅. C : cordierite ($\text{Mg}_2\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}$), S : spinel (MgAl_2O_4), F : forsterite (Mg_2SiO_4).



(a) sampel C₀



(b) sampel C₁₀



(c) sampel C₁₅

Gambar 2: Pola difraksi hasil refinement.

Tabel 1: Parameter struktur hasil refinement.

Kode Sampel	Fraksi massa (%)		
	Kordierite	Spinel	Forsterit
C0	9,21	90,79	0
C10	0	64,31	35,69
C15	0	52,67	47,33

dan C₁₅ berturut-turut, yaitu 1,052, 1,022, 1,222 yang mana nilai penghalusan ini dianggap relatif signifikan dengan referensi prinsip dasar $GOF \leq$ Kisi (1994). Hasil refinement ketiga sampel ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil refinement, diperoleh bahwa garis berwarna hijau merupakan data pengamatan, merah merupakan data perhitungan, ungu merupakan selisih antara data pengamatan dan data perhitungan. Persentase fraksi massa hasil refinement dari masing-masing struktur fasa yang terbentuk pada ketiga sampel ditunjukkan pada Tabel 1.

Analisis Sifat Fisis kordierit-MgO

Hasil uji densitas dan porositas keramik kordierit dengan penambahan MgO seperti yang terlihat pada Gambar 3, menunjukkan bahwa densitas kordierit semakin menurun seiring dengan penambahan persentase MgO.

Sementara itu, nilai porositas semakin besar seiring dengan penambahan persentase MgO. Hal ini diindikasikan karena adanya perubahan komposisi pada sampel kordierit. Penurunan nilai densitas dan peningkatan nilai porositas seiring penambahan MgO, sesuai dengan hasil yang telah diinterpretasikan oleh Tang et al. (2012).

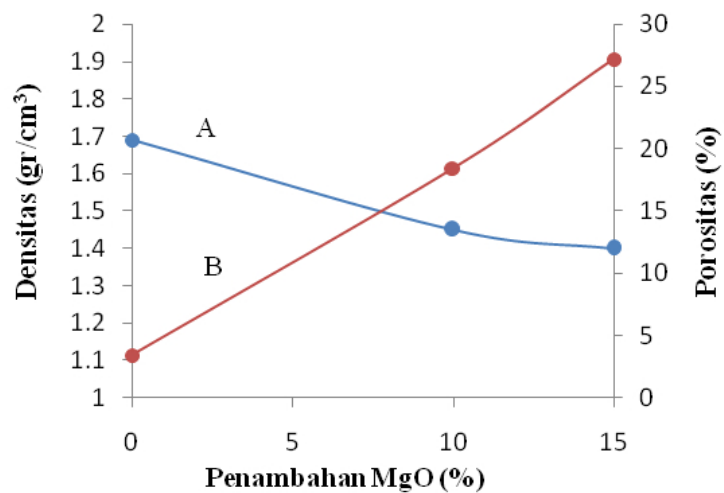
Karakteristik Kekerasan

Analisis nilai kekerasan menggunakan metode vickers dengan memberikan beban 0,2 kgf. Grafik hasil pengukuran nilai kekerasan ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai kekerasan mengalami penurunan, dimana kekerasan sampel C₀ sebesar 260,26 kgf/mm² dan sampel C₁₀ dan C₁₅ berturut-turut, yaitu 138,90 kgf/mm², 91,83 kgf/mm². Hal ini disebabkan sampel mengandung tiga fasa yakni kordierit, spinel, dan forsterit.

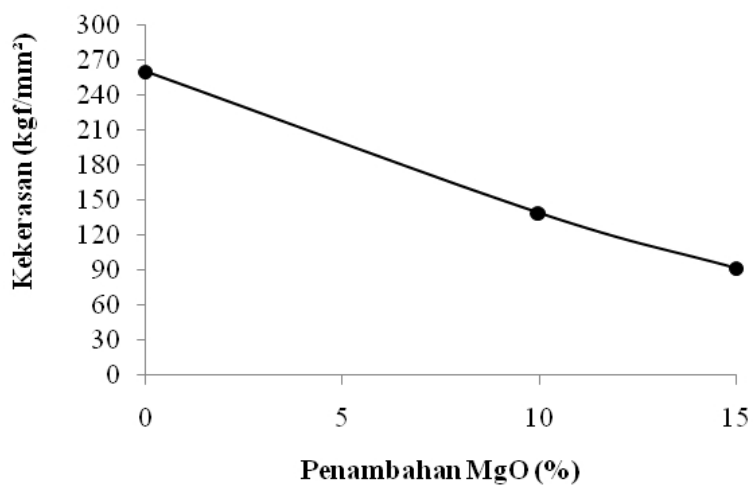
Penurunan kekerasan disebabkan hilangnya kordierit dan penurunan fraksi massa spinel serta munculnya forsterit, yang menyebabkan nilai porositas semakin besar. Hal ini sesuai dengan penelitian Tang et al. (2012). Nilai uji fisis berkaitan dengan kekerasan karena semakin kecil nilai densitas maka kerapatan pori akan semakin besar yang menyebabkan kekerasan akan semakin menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa struktur fasa yang terbentuk pada sampel C₀ yakni kordierit dan spinel. Namun, pada sampel C₁₀ dan C₁₅ struktur fasa yang terbentuk yakni spinel dan forsterit. Hasil analisis Rietveld menunjukkan persentase fraksi massa spinel mengalami penurunan, sementara forsterit mengalami sedikit peningkatan seiring pening-



Gambar 3: Pengaruh penambahan MgO pada analisis fisis sampel C₀, C₁₀, C₁₅ (A: densitas dan B: porositas.)



Gambar 4: Perubahan nilai kekerasan kordierit pada penambahan MgO sampel C₀, C₁₀, C₁₅.

katan persentase MgO. Selain itu, nilai densitas kekerasan kordierit semakin menurun, sementara porositas semakin meningkat akibat perubahan komposisi kordierit.

REFERENSI

- Banjuraizah J., H. Mohamad, & A. Z. Ahmad. 2011. Effect of Excess MgO Mole Ratio in a Stoichiometric Cordierite ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) Composition on the Phase Transformation and Crystallization Behavior of Magnesium Silicate Phase. *International Journal of Applied Ceramic Technology*. Vol. 8. No. 3. pp 637-645.
- Kisi E. H. 1994. *Rietveld Analysis of Powder Diffraction Pattern*. Department of Mechanical Engineering University of Newcastle. Australia.
- Li Y., X. Cheng, & R. Zhang. 2015. Effect of Excess MgO on the Properties of Cordierite Ceramic Sintered by Solid-State Method. *International Journal Of Applied Ceramic Technology*. Vol. 12. No. 2. pp 443-450.
- Sebayang P., Muljadi., M. Ginting, & S. K. Deni. 2007. Pengaruh Penambahan Serbuk Kayu Terhadap Karakteristik Keramik Cordierite Berpori Sebagai Bahan Filter Gas Buang. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*. Vol. 7. No. 1. pp 25-38.
- Sembiring S., W. Simanjuntak, R. Situmeang, A. Riyanto, & K. Sebayang. 2016. Preparation of Refractory Cordierite Using Amorphous Rice Husk Silica for Thermal Insulation Purposes. *Journal Ceramics International*. Vol. 42. pp 8431-8437.
- Shukur M. M., A. M. Asward, & Khadhim, J. Z. 2015. Preparation of Cordierite Ceramic from Iraqi Raw Materials. *International Journal of Engineering and Technology*. Vol. 5. No. 3. pp 172-175.
- Tang L., X. Cheng, P. Lu, & F. Yue. 2012. Effect of MgO/CuO on the Microstructure and Thermal Properties of Cordierite-Alumina Ceramics. *Key Engineering Materials*. Vol. 509. pp 240-244.