

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

*Mullite* ( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) merupakan bahan keramik berbasis silika dalam sistem  $Al_2O_3 - SiO_2$  yang terbentuk dari 2 (dua) komponen utama yakni silika ( $SiO_2$ ) dan alumina ( $Al_2O_3$ ) (Duval, 2008). *Mullite* mempunyai cakupan aplikasi yang luas diberbagai industri seperti industri gelas, industri elektronik dan industri keramik. Keramik *mullite* menarik untuk dikaji karena memiliki karakteristik diantaranya, tahan terhadap zat kimia yang tinggi, konduktivitas termal rendah, dan kestabilan termal tinggi (Accuratus Corporation, 2008), sehingga dapat digunakan sebagai isolator panas suhu tinggi dan isolator listrik tegangan tinggi karena mempunyai resistansi tinggi (Anggono, 2005) . Berdasarkan karakteristik tersebut, keramik *mullite* dapat digunakan sebagai penahan panas dalam peralatan suhu tinggi seperti, pelapis peralatan elektronik, penukar panas dan *furnace*. Selain itu, *mullite* juga memiliki koefisien konduktivitas listrik rendah sehingga sangat baik digunakan juga sebagai isolator listrik dalam peralatan listrik sebagai contoh *fitting*.

Dalam pembuatan keramik *mullite* bahan baku utama yang digunakan adalah silika ( $SiO_2$ ) dan alumina ( $Al_2O_3$ ). Pada umumnya, perbandingan konsentrasi alumina – silika yang digunakan dalam pembuatan keramik *mullite* memiliki

aturan stokiometri yang tetap. Stokiometri yang biasa digunakan yaitu  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  (3 : 2 *mullite*) dan  $2Al_2O_3 \cdot SiO_2$  (2 : 1 *mullite*) (Schneider *et. al*, 1994, Treadwell *et. al*, 1996, Kutty *et. al*, 2000 dan David *et. al*, 2008). Berdasarkan diagram fasa sistem  $Al_2O_3 \cdot SiO_2$ , *mullite* dengan rumus kimia  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  merupakan *mullite* yang paling stabil karena dapat dihasilkan *mullite* yang murni (Schneider dan Komarneni, 2005).

Silika merupakan bahan baku utama yang dapat diperoleh dari bahan sintesis seperti silika fumed, TEOS (*Tetraethylorthosilicate*), dan TMOS (*Tetramethylorosilicate*) (Zubardianzar, 2005). Bahan silika di atas sangat terbatas dan mahal, sehingga untuk mengatasi hal tersebut diperlukan alternatif lain untuk mencari sumber silika dari bahan nabati yang relatif murah dan mudah seperti sekam padi, bambu, tongkol jagung, dan serbuk kayu. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, ternyata dalam sekam padi memiliki kandungan utama silika yang cukup tinggi, berkisar 95% (Della, 2002, Siriluk dan Yuttapong, 2005, Soemaatmadja, 1990) dan komponen minor seperti MgO,  $Al_2O_3$ , CaO,  $K_2O$ , dan  $Na_2O$  (Pearson, 2008) yang merupakan bahan dasar dalam pembuatan keramik.

Selain itu, sekam padi berpotensi sebagai bahan keramik didukung dengan kemudahan dan relatif murah silika diperoleh dari silika sekam padi yakni dengan metode alkalis dan pengabuan. Beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan metode alkalis (Kalapathy dkk, 2000; Daifullah dkk, 2003; Nurhayati, 2006; Ebtadianti, 2007; dan Karo Karo dan Sembiring, 2007) atau dengan menggunakan metode pengabuan (Harsono, 2002). Keunggulan metode alkalis diantaranya

biaya relatif murah dibandingkan dengan silika mineral yang didasarkan pada kelarutan silika amorph yang besar dalam larutan alkalis serta pengendapan silika yang terlarut dalam asam (Sembiring, 2008). Dalam metode ekstraksi suhu yang digunakan adalah suhu rendah dengan tingkat kemurnian lebih besar dan silika yang diperoleh dapat dalam bentuk larutan atau *sol*. Ternyata, karakteristik silika melalui proses termal dapat diperoleh jenis kekristalan, tingkat porositas, ukuran partikel, luas permukaan spesifik, dan kestabilan termal (Nurhayati, 2006; Ebdiyanti, 2007; Karo Karo dan Sembiring, 2007; dan Shinoharadan Kohyama, 2004). Berkaitan dengan pemanfaatan sekam padi menunjukkan bahwa silika sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku keramik diantaranya, keramik cordierite (Sembiring, 2007), borosilikat (Riyanto, 2010, Ginting, 2010), dan *sillimanite* (Oschatz dan Wochter, 1924). Keunggulan karakteristik silika sekam padi yang dipaparkan di atas merupakan pendorong gagasan untuk dilakukannya penelitian pembuatan keramik *mullite*.

Pada umumnya sintesis keramik *mullite* dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu metode padatan (*solid reaction*) dengan karakteristik temperatur rendah dan homogenitas rendah (Kurama, S dan Kurama, H, 2006), metode peleburan (*melting*) dengan temperatur tinggi dan homogenitas rendah (Amista, 1995), serta metode *sol-gel* dengan temperatur rendah dan homogenitas tinggi (Petrovic, 2001). Metode *sol-gel* adalah suatu proses pembentukan jaringan oksida dari suatu bahan dalam medium cair yang terjadi melalui reaksi polikondensasi. Secara umum, proses *sol-gel* terdiri dari beberapa tahapan yaitu pembentukan *sol*, pembentukan *gel*, penuaan (*aging*), pengeringan yang disertai dengan pemanasan hingga proses pemadatan (*densification*) (Brinker dan Schere, 1990). Metode *sol-*

*gel* memerlukan dua perlakuan thermal yaitu suhu rendah (kalsinasi) dan suhu tinggi (sintering). Kalsinasi adalah suatu proses pemanasan untuk menghilangkan kadar uap air ( $H_2O$ ), sedangkan sintering adalah suatu proses pemadatan material dengan suhu tinggi dibawah titik leleh.

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan diatas, secara garis besar penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mempelajari karakteristik struktur kristal dan mikrostruktur pada bahan keramik *mullite*, yang disintesis dengan menggunakan metode sol-gel dan memanfaatkan sekam padi sebagai sumber silika. Untuk mengkarakterisasi struktur kristal digunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) sedangkan untuk melihat mikrostruktur digunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), serta dilakukan pengukuran penyusutan (*shrinkage*) untuk mengetahui kaitan karakteristik struktur dan mikrostruktur.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, rumusan masalah dari penelitian ini adalah (i) bagaimana karakteristik pembentukan struktur dan mikrostruktur keramik *mullite* dan (ii) bagaimana kaitan karakteristik struktur dan mikrostruktur terhadap perubahan penyusutan (*shrinkage*).

## **C. Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini masalah di batasi pada :

1. Sample uji berupa keramik *mullite* ( $3Al_2O_3.2SiO_2$ ) dengan menggunakan silika sekam padi.

2. Perbandingan antara alumina ( $Al_2O_3$ ) dan silika ( $SiO_2$ ) pada penelitian ini adalah 3:2.
3. Suhu sintering yang digunakan pada penelitian ini adalah  $1100^{\circ}C$ ,  $1200^{\circ}C$ , dan  $1300^{\circ}C$ .
4. Karakterisasi struktur kristal menggunakan *X-Ray diffraction* (XRD), mikrostruktur menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan karakterisasi sifat fisis adalah perubahan pengaruh penyusutan (*shrinkage*).

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pembentukan struktur dan mikrostruktur keramik *mullite* yang terbentuk setelah disintering dengan suhu  $1100^{\circ}C$ ,  $1200^{\circ}C$ , dan  $1300^{\circ}C$  pada keramik *mullite* ( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ).
2. Mengetahui kaitan pembentukan struktur dan mikrostruktur keramik *mullite* terhadap penyusutan (*shrinkage*).

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yakni dapat meningkatkan dan mempercepat tingkat kemampuan dalam mentransfer ilmu pengetahuan sekaligus sebagai informasi bagi pihak-pihak yang ingin melakukan penelitian mengenai keramik *mullite* berbasis silika sekam padi serta dapat digunakan sebagai bahan referensi ilmiah dan sekaligus bermanfaat bagi industri menengah.

## F. Sistematika Penulisan

Bab I menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II menjelaskan tentang teori dasar yang meliputi : keramik, *mullite*, silika, alumina, proses *sol-gel*, *sintering*, *X-Ray Diffraction (XRD)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Bab III menjelaskan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, prosedur penelitian, dan diagram alir penelitian. Bab IV menjelaskan tentang hasil analisis dan pembahasan mengenai karakteristik keramik *mullite* berbasis silika sekam padi meliputi pengaruh suhu *sintering* terhadap struktur dan mikrostruktur serta hubungan antara pembentukan struktur dan mikrostruktur keramik *mullite* terhadap penyusutan (*shrinkage*). Bab V menjelaskan tentang kesimpulan dan saran terhadap hasil penelitian yang diperoleh dari seluruh tahapan yang telah dilakukan.