

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam beberapa dasawarsa terakhir ini, masalah lingkungan hidup seperti pemanasan global telah menjadi pusat perhatian masyarakat dunia karena dampak negatif yang ditimbulkan bersifat global. Seiring dengan semakin meningkatnya pemanasan global sebagai akibat dari efek rumah kaca, mendorong pengembangan teknologi untuk mengurangi kadar gas CO<sub>2</sub> di udara. Salah satu cara yang menjanjikan adalah dengan reaksi konversi gas CO<sub>2</sub> menjadi metanol dan senyawa hidrokarbon lain seperti etanol, alkana, alkena, dan asam karboksilat. Reaksi konversi sangat menjanjikan karena tidak hanya dapat mengurangi dampak buruk keberadaan gas CO<sub>2</sub>, tetapi juga karena metanol merupakan bahan baku utama untuk menghasilkan beberapa senyawa organik seperti formaldehida, alkilhalida, dan asam asetat. Proses konversi tersebut membutuhkan katalis. Oleh karena itu, untuk mendukung reaksi konversi tersebut, berbagai jenis katalis telah dikembangkan (Joep *et al.*, 2004).

Secara umum diketahui bahwa karakteristik suatu katalis sangat ditentukan oleh tiga faktor, yakni jenis logam, penyangga katalis, dan metode preparasi. Berdasarkan faktor tersebut, beberapa jenis logam telah diteliti untuk mendukung reaksi konversi gas CO<sub>2</sub> menjadi metanol, diantaranya adalah

logam Ni dengan konversi gas CO<sub>2</sub> menjadi metanol mencapai 84% pada temperatur 500°C (Kim *et al.*, 1994).

Berdasarkan fakta tersebut, maka pada kesempatan ini dilakukan pembuatan katalis dengan logam aktif Fe dalam bentuk oksidanya dengan metode sol-gel. Katalis Fe diketahui telah digunakan secara luas karena dapat lebih meningkatkan produksi metanol (Haider *et al.*, 2009). Berdasarkan mekanisme reaksi Fischer-Tropsch dengan Fe sebagai logam aktif (Blanchard *et al.*, 1982), tingkat oksidasi logam Fe mempengaruhi aktivasi logam Fe dalam reaksi tersebut. Selain itu, diketahui bahwa logam Fe dalam bentuk Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> lebih aktif bila dibandingkan dengan logam Fe pada keadaan tingkat oksidasinya +2.

Pembuatan katalis dengan metode sol-gel mempunyai beberapa keunggulan, yaitu distribusi situs aktif akan tersebar secara merata sehingga dihasilkan katalis yang bersifat homogen, kemudian tekstur porinya memberikan kemudahan difusi dari reaktan untuk masuk ke dalam situs aktif (Lecloux and Pirard., 1998). Atas dasar beberapa keunggulan tersebut, maka metode yang dipilih untuk pembuatan katalis Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pada penelitian kali ini adalah metode sol-gel.

Metode pembuatan Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang dilakukan pada penelitian ini merupakan pengembangan dari dua penelitian sebelumnya. Pada penelitian yang dilakukan Cao *et al.*, (1997), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat dikonversi menjadi Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan memanaskan sampel amorf Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dialiri gas N<sub>2</sub> atau dalam keadaan vakum. Pada penelitian tersebut, nanopartikel Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dibuat menggunakan

senyawa  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ . Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Akbar *et al.*, (2004), pembuatan katalis nanopartikel  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dilakukan dengan metode sol-gel menggunakan senyawa  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pembuatan katalis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  menggunakan senyawa  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  dengan metode sol-gel seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Akbar *et al.*, (2004) dan disertakan perlakuan seperti pada penelitian Cao *et al.*, (1997), tetapi gas yang digunakan untuk mengkonversi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  menjadi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  adalah gas  $\text{H}_2$ .

Aspek lain yang terkait dengan pemanfaatan katalis adalah adanya hubungan antara unjuk kerja dan karakteristiknya. Atas dasar ini, katalis yang dibuat dikarakterisasi dengan beberapa metode untuk merumuskan hubungan antara reaktivitas dan karakteristik katalis. Katalis yang telah dibuat dikarakterisasi dengan Spektrofotometer Infra merah (IR) untuk mengevaluasi keasaman katalis, untuk melihat struktur kristal dan analisis fasa katalis dianalisis menggunakan *X-Ray Difraktometer* (XRD), untuk melihat morfologi permukaan dan analisis komposisi unsur permukaan sampel katalis menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectrometer* (SEM-EDX), serta hasil uji aktivitas katalis diukur dengan menggunakan Kromatografi Gas.

Berdasarkan paparan di atas, maka pada kesempatan ini dipelajari pembuatan katalis  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan metode sol-gel dan aplikasinya dalam mengkonversi  $\text{CO}_2$  menjadi metanol, untuk menjawab beberapa masalah, meliputi (1) apakah  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang dibuat dari senyawa  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  dengan metode sol-gel, dapat dikonversikan dengan efisien menjadi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan

mereduksinya menggunakan gas  $H_2$ , (2) apakah  $Fe_3O_4$  yang dihasilkan memiliki unjuk kerja terhadap konversi gas  $CO_2$  menjadi metanol.

## **B. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari perilaku katalis  $Fe_3O_4$  dengan metode sol-gel, dan untuk mengetahui aktivitasnya pada proses konversi gas  $CO_2$  menjadi metanol pada temperatur 100, 200, 300, dan 400 °C.

## **C. Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan akan diperoleh pengetahuan tentang pembuatan katalis  $Fe_3O_4$  dengan metode sol-gel terhadap karakteristiknya dalam konversi gas  $CO_2$  menjadi metanol dan memberikan masukan untuk riset lebih lanjut.