

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kebutuhan pada senyawa berukuran atau berstruktur nano khususnya dalam bidang sintesis material, memacu para peneliti untuk mengembangkan atau memodifikasi metode preparasi bahan nano. Metode yang sudah dikembangkan dalam pembuatan nano material adalah metode kopresipitasi (Deraz *et al.*, 2013), hidrotermal (Giri *et al.*, 2005), dan sol gel (Hankare *et al.*, 2013). Berdasarkan tinjauan literatur, ternyata metode sol gel lebih unggul dalam pembuatan nanokatalis karena proses sol-gel memungkinkan kontrol yang baik dari bentuk struktur dan magnetik material (Maensiri *et al.*, 2007). Sintesis material nano tidak hanya menghasilkan butiran yang berukuran nano, tetapi juga membentuk struktur pori yang dapat meningkatkan selektivitas, sifat katalitik, dan stabilitas katalis pada temperatur tinggi. Sifat fisika dan kimia material nano sangat berbeda dengan material yang sama tetapi dalam ukuran yang besar (*bulk*). Pada ukuran yang sangat kecil (nanometer), partikel magnetik menjadi domain tunggal, sedangkan pada bulk material berupa multidomain. Material nanopartikel menunjukkan potensi sebagai katalis karena material nanopartikel memiliki area permukaan yang luas dan rasio-rasio atom yang tersebar secara merata pada permukaannya, sifat ini menguntungkan untuk transfer massa di dalam pori-pori, terbukanya situs aktif, dan juga menyumbangkan antar muka yang besar untuk

reaksi-reaksi adsorpsi dan katalitik (Widegren *et al.*, 2003). Maka pada kesempatan ini, preparasi yang digunakan dalam pembuatan nanokatalis  $\text{Ni}_{(1-x)}\text{Fe}_2\text{Co}_x\text{O}_4$  (dimana  $x = 0,1 - 0,3$ ) adalah metode *sol gel* yang digabung dengan proses *freeze dry* dengan menggunakan senyawa organik pektin.

Dalam penelitian ini metode *sol gel* digunakan karena metode tersebut secara luas telah digunakan dalam sintesis katalis berpendukung logam (Lambert and Gonzalez, 1998). Selain itu, metode ini memiliki beberapa kelebihan yaitu dispersi yang tinggi dari spesi aktif yang tersebar secara homogen pada permukaan katalis, tekstur porinya memberikan kemudahan difusi dari reaktan untuk masuk ke dalam situs aktif (Lecloux and Pirard, 1998), luas permukaan yang cukup tinggi, dan peningkatan stabilitas termal (Lambert and Gonzalez, 1998), sedangkan pada metode *freeze dry* dapat mempertahankan stabilitas struktur bahan (pengkerutan dan perubahan bentuk setelah pengeringan sangat kecil). Penggunaan senyawa organik pektin karena pektin memiliki pasangan elektron bebas pada atom oksigennya sehingga bisa digunakan sebagai pengikat bahan prekursor katalis yaitu logam-logam transisi yang masih memiliki orbital d kosong. Selain itu, senyawa organik pektin yang tidak beracun dan bersifat gel merupakan pelarut yang ramah lingkungan pada proses pembuatan nanokatalis.

Salah satu pemanfaatan nanokatalis adalah untuk konversi katalitik menghasilkan senyawa kimia bermanfaat dan sumber energi terbarukan serta mengurangi pencemaran lingkungan (Sietsma *et al.*, 2007). Dengan menggunakan nanokatalis, gas  $\text{CO}_2$  (penyumbang terbesar gas polutan hasil aktivitas mesin-

mesin kendaraan dan industri) dapat dikonversi menjadi senyawa kimia bermanfaat dan sumber energi terbarukan seperti LPG, etilen, propilen (Fujiwara *et al.*, 1995), alkohol (Cabrera *et al.*, 1998 ; Joo, 1999 ; Olah *et al.*, 2009), olefin ringan atau hidrokarbon cair (Jun *et al.*, 2006), dan dimetil eter (Olah *et al.*, 2009). Salah satu metode konversi yang telah dikembangkan untuk konversi gas CO<sub>2</sub> adalah hidrogenasi katalitik untuk menghasilkan alkohol. Pada metode ini molekul-molekul gas CO<sub>2</sub> dapat berinteraksi sangat kuat dengan logam transisi dan menimbulkan kepolaran dan kereaktifan sehingga dapat bereaksi dengan molekul-molekul syn-gas. Berdasarkan alasan ini, banyak peneliti mengembangkan pembuatan dan modifikasi katalis, sehingga kegunaannya dapat ditingkatkan dan efek samping terhadap lingkungan dapat dikurangi seminimal mungkin.

Farhadi *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa katalis ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> dapat digunakan dalam hidrogenasi katalitik untuk menghasilkan alkohol, meskipun hasil konversi sangat kecil 420 ppm/jam dan selektifitas berkisar 11 sampai 30%. Menurut El-Kherbawi (2010), katalis dengan berbagai macam campuran oksida logam dalam suatu sistem katalis mempunyai keaktifan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan logam tunggal itu sendiri. Ma *et al.*, (2009) melaporkan bahwa katalis Ni<sub>x</sub>Zn<sub>1-x</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> menunjukkan efisiensi yang besar terhadap dekomposisi gas CO<sub>2</sub> dibandingkan katalis NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan konversi CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub> menggunakan katalis dengan berbagai macam campuran oksida logam dapat dilihat pada

Tabel 1. Pada penelitian tersebut permukaan katalis berukuran nano belum merata ( $\leq 10\%$ ) dan masih terbentuknya fasa kristalin lainnya ( $\text{NiO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) serta hasil terhadap konversi  $\text{CO}_2/\text{H}_2$  memiliki rendemen alkohol yang masih sedikit. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi aktivitas katalis. Salah satunya faktor yang mempengaruhi aktivitas katalis adalah pada suhu kalsinasi.

Tabel 1. Hasil konversi  $\text{CO}_2/\text{H}_2$  menjadi alkohol

No	Katalis	Ukuran katalis	Hasil konversi	Sumber
1.	$\text{NiFe}_2\text{O}_4$	50 $\mu\text{m}$	793,62 ppm	Situmeang <i>et al.</i> , (2010)
2.	$\text{Ni}_{0.2}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.6}\text{O}_4$	92 nm	892,72 ppm	Septanto (2011)
3.	$\text{Ni}_{0.2}\text{Cu}_{0.1}\text{Fe}_{0.7}\text{O}_4$	85 nm	330,62 ppm	Sulistiyo (2013)

Suhu kalsinasi merupakan faktor penting pada pembuatan nanokatalis.

Berdasarkan hasil penelitian Laokul *et al.*, (2011) pada pembuatan  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  dengan variasi suhu kalsinasi (600-900 °C) didapat nanokatalis yang memiliki ukuran partikel 15-70 nm dan fasa kristalin yang didapat mendekati murni pada suhu kalsinasi 800 °C sehingga pada penelitian ini dilakukan variasi suhu kalsinasi (600-800 °C) untuk mengetahui suhu optimal dalam pembuatan nanokatalis yang memiliki area permukaan yang luas dan rasio-rasio atom yang tersebar secara merata, serta uji aktivitas katalitiknya terhadap reaksi konversi ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ ) pada suhu 200-400 °C.

## **B. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, berikut ini beberapa tujuan spesifik dari penelitian ini antara lain:

1. Membuat nanokatalis  $\text{Ni}_{(1-x)}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$  dengan metode *solgel-freezedry* menggunakan pektin.
2. Menguji aktivitas nanokatalis  $\text{Ni}_{(1-x)}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$  terhadap gas  $\text{CO}_2/\text{H}_2$  menjadi alkohol pada suhu 200, 300 dan  $400^\circ\text{C}$  untuk mendapatkan katalis dengan unjuk kerja terbaik.
3. Mengetahui informasi pada faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas katalis pada preparasi nano katalis.

## **C. Manfaat Penelitian**

Memberi gambaran tentang penggunaan nanokatalis  $\text{Ni}_{(1-x)}\text{Co}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$  pada reaksi hidrogenasi katalitik yang merupakan penanganan efek gas rumah kaca dan pemanfaatan gas  $\text{CO}_2$  menjadi alkohol dalam bidang industri.