

## KATALIS Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> TERHADAP PROSES DEHIDRASI ETANOL

Maja Pranata Marbun, Kufana Dewi, Rensi Dwi Cahyasani, Yosita Dyah Anindita, Muhammad Al Muttaqii, dan Ahmad Roesyadi\*

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sunan Bonang,  
Jl. Raya Wahidin Sudirohusodo 798 Tuban 62310 Indonesia  
e-mail author: majapranata123@gmail.com

### Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> granul dan uji aktifitas katalis pada proses produksi dietil eter. Variabel yang dipelajari yaitu pengaruh loading logam Cu-Zn dan suhu reaksi terhadap konversietanol dan yield dietil eter. Pembuatan katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> granul dilakukan dengan metode impregnasi kering. Perbandingan logam Cu:Zn yang digunakan sebesar 1:1 dan loading logam 5%, 10% dan 15% dengan ukuran granul kurang lebih 3 mm. Proses dehidrasi etanol dilakukan pada reaktor fixed bed secara kontinyu dengan fase reaktan berupa gas dan suhu reaksi 100 °C, 125 °C, 150 °C, dan 200 °C. Produk yang terbentuk dikondensasi dan dilakukan analisa Gas Chromatography (GC) untuk mengetahui konsentrasi dietil eter. Karakterisasi katalis dilakukan pada katalis terbaik dari hasil produksi dietil eter. Dalam penelitian ini, didapatkan bahwa loading logam Cu-Zn dan suhu reaksi dapat mempengaruhi konversi etanol, dimana semakin besar loading logam Cu-Zn dan suhu reaksi, maka konversi semakin besar pula. Sedangkan untuk yield dietil eter mengalami peningkatan pada suhu 100 °C hingga 150 °C dan mengalami penurunan pada suhu 200 °C. Katalis terbaik yaitu Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> loading 10% menghasilkan nilai konversi sebesar 64,287% dan yield dietil eter sebesar 0,843%.

**Kata Kunci:** katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; dehidrasi Etanol; dietil eter

## Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CATALYST ON ETHANOL DEHYDRATION PROCESS

### Abstract

This research aims to study the effect of granular Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst and catalyst activity test on the diethyl ether production process. The variables studied were the effect of Cu-Zn metal loading and reaction temperature on ethanol conversion and yield of diethyl ether. The Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> granule catalyst was prepared using the dry impregnation method. The ratio of Cu-Zn metal used was 1:1 and the metal loading was 5%, 10%, and 15% with a granule size of approximately 3 mm. The ethanol dehydration process was carried out in a continuous fixed bed reactor with the reactant phase in the form of gas and reaction temperatures of 100 °C, 125 °C, 150 °C, and 200 °C. The product formed was condensed and analyzed using Gas Chromatography (GC) to determine the concentration of diethyl ether. Catalyst characterization was carried out on the best catalyst from diethyl ether production. In This study, it was found that the loading of Cu-Zn metal and reaction temperature can affect the conversion of ethanol, where the greater the loading of Cu-Zn metal and the reaction temperature, the greater the conversion. Meanwhile, the yield of diethyl ether increased at 100 °C to 150 °C and decreased at 200 °C. The best catalyst was Cu-Zn//  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> with a loading of 10%, which resulted in a conversion value of 64.28% and a diethyl ether yield of 0.843%.

**Keywords:** Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst; dehydration ethanol; diethyl ether

## PENDAHULUAN

Katalis sering digunakan dalam industri kimia. Katalis adalah suatu zat yang dapat mempercepat dan mengarahkan reaksi kimia supaya menghasilkan produk yang diinginkan. Hampir seluruh proses di industri kimia memakai katalis sehingga hal ini merupakan salah satu kunci keberhasilan dalam pengembangan dan penyelenggaraan industri kimia, industri perminyakan, dan perlindungan lingkungan. Akan tetapi, belum ada industri di Indonesia yang mengembangkan katalis, sehingga kebutuhan industri kimia Indonesia akan katalis terpaksa harus dipenuhi dengan melakukan impor dari negara lain terutama Amerika, Jepang, dan Eropa (Setiawan, B.D., 2013)

Katalis merupakan bahan yang dapat mempengaruhi laju reaksi kimia tanpa mengalami perubahan diakhir reaksi (Fogler, 1991). Katalis sangat penting dalam perkembangan industri kimia, hampir semua produk industri dihasilkan melalui proses yang memanfaatkan jasa katalis. Berdasarkan reaksinya katalis dapat digolongkan menjadi katalis homogen dan heterogen. Katalis homogen merupakan katalis yang memiliki fase yang sama dengan fase pereaksi. Sedangkan katalis heterogen merupakan katalis yang berada dalam fase berbeda dengan pereaksi dalam reaksi yang dikatalisisnya. Katalis yang mampu digunakan saat proses hidrasi dan dehidrasi adalah jenis katalis alumina dan MgO dan silika alumina dan WO<sub>3</sub> (Smith, 1981)

Support katalis merupakan bagian terpenting dalam mereaksikan katalis heterogen. Support katalis merupakan komponen katalis yang memiliki luas permukaan yang tinggi, porositas, sifat-sifat mekanik, dan kestabilan yang baik. Umumnya support katalis berupa oksida logam dengan melting point tinggi seperti tanah liat (clay) ataupun carbon (Richardson, 1989). Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) adalah salah satu material keramik yang sangat banyak digunakan sebagai katalis atau absorbent untuk mensupport katalis, dan juga sebagai resistant coating (Mirjalili 2011).

Alumina memiliki luas permukaan yang besar dan memiliki sisi aktif yang bersifat asam basa. Sisi aktif ini dihasilkan dari pelepasan molekul air (Wibowo, 2007). Penggunaan alumina menjadi katalis telah banyak dilakukan, diantaranya adalah dengan pengembangan logam Cr (Setyawan dan Handoko, 2002), dimana logam ini dapat meningkatkan keasaman alumina (Trisunaryati, dkk 2007).

Disisi lain Meningkatnya konsumsi energi untuk bahan bakar dan menipisnya persediaan minyak bumi mengakibatkan harga BBM juga meningkat, sehingga mulai dikembangkan energi alternatif lainnya untuk memenuhi kebutuhan akan bahan bakar tersebut.

Salah satu energi alternatif yang saat ini dikembangkan yaitu etanol karena sifatnya yang dapat diperbarui dan emisi akibat karbon monoksida rendah (Bailey, 1996). Pemanfaatan etanol konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengkonversi menjadi produk yang lebih potensial seperti dietil eter (DEE). Dietil eter merupakan cairan bening yang mudah terbakar dan memiliki bau yang khas. Dietil eter memiliki aplikasi yang cukup luas dalam dunia industri, biasanya digunakan sebagai pelarut atau ekstraktan yang baik untuk lemak, lilin, minyak, parfum, resin, pewarna, mikroselulosa, dan alkaloid serta sebagian kecil dipakai dalam industri butadiena. Di dalam dunia kedokteran dietil eter sangat diidentikkan sebagai bahan anestesi (Ulmann, 1987).

Pada umumnya dietil eter diproduksi melalui reaksi dehidrasi etanol. Secara konvensional, reaksi dehidrasi etanol dapat dicapai, dengan memanaskan etanol dengan senyawa yang sangat asam seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> pada temperature 125°C – 140°C. Proses ini sering disebut dengan proses Barbet. Proses barbet mempunyai kelemahan dalam pemisahan katalis. Hal ini dikarenakan, sifat katalis asam sulfat yang homogen. Selain itu katalis asam sulfat juga bersifat korosif. Dengan demikian membutuhkan biaya investasi yang mahal (Widayat, 2012).

Baru-baru ini, proses pembuatan dietil eter dengan menggunakan katalis heterogen telah dikembangkan. Penggunaan katalis heterogen dianggap lebih menguntungkan karena katalis heterogen mudah dipisahkan, tahan dan stabil terhadap temperatur tinggi, serta konstruksinya sederhana. Katalis heterogen yang umum digunakan dalam proses dehidrasi etanol berupa alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) berperan sebagai support katalis. Hal ini dikarenakan alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) telah dikenal memiliki surface area yang besar dengan sisi aktif asam dan basa (Wibowo, 2007).

Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan dietil eter melalui proses dehidrasi etanol dengan katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dimana persen *loading* katalis dan kondisi operasi temperatur sebagai variabel berubah.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Di dalam penelitian ini bahan yang digunakan yaitu penyangga gamma alumina ( $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) karena katalis alumina memiliki luas permukaan yang sangat besar dan juga tahan terhadap suhu tinggi. Logam yang digunakan yaitu logam tembaga (Cu) dan seng (Zn). Pada proses dehidrasi larutan yang digunakan etanol

absolut 99% 1000 mL dan di alirkan menggunakan gas hidrogen (H<sub>2</sub>).

### Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peralatan preparasi katalis, peralatan kalsinasi dan peralatan uji katalitik (proses dehidrasi etanol).

### Pembuatan Katalis Cu-Zn/ $\gamma$ - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

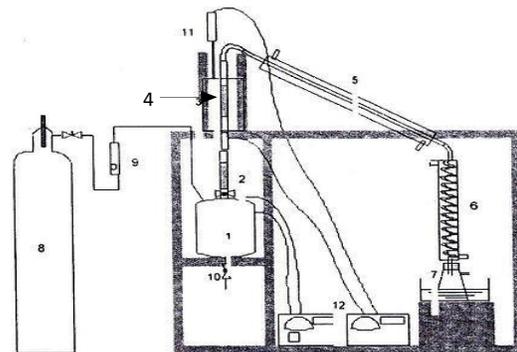
$\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebagai *support* diimpregnasi dengan larutan garam logam yaitu Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O dan Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O menggunakan metode *incipient wetness impregnation* (kering) metode impregnasi tersebut dilakukan pada katalis dengan *loading* logam 5%, 10%, dan 15%.

- a. Persiapan katalis Cu-Zn/ $\gamma$ - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
1.  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ditimbang yang telah diaktivasi sesuai hasil perhitungan pada masing-masing variabel *loading* dan diletakkannya pada cawan porselen.
  2. Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O ditimbang dan di larutkannya dengan aquadest di dalam botol spreli.
  3. Larutan Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.3H<sub>2</sub>O di impregnasi dengan cara menyemprotkan larutan garam logam sedikit demi sedikit ke  $\gamma$ - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sambil diaduk dan dijaga agar tidak lembab sampai larutan habis. Jika mulai lembab, pengadukan dilakukan diatas *hotplate* untuk mengurangi kadar airnya.
  4. Katalis dikeringkan selama 12 jam dalam oven pada suhu 110 °C
  5. Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O ditimbang dan di larutkan dengan aquadest sesuai variabel *loading* katalis.
  6. Larutan Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O diimpregnasi dengan cara di semprotkan larutan garam logam sedikit demi sedikit ke  $\gamma$ - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sampai larutan habis
  7. Di lakukan tahap 4 dan 5
  8. Katalis di kalsinasi dengan gas N<sub>2</sub> pada suhu 500 °C selama 3 jam
  9. Katalis di proses reduksi dengan gas H<sub>2</sub> pada suhu 550 °C selama 5 jam
  10. Setelah proses reduksi, aliran gas H<sub>2</sub> dan *furnace* dimatikan namun gas N<sub>2</sub> tetap dialirkan hingga katalis mencapai suhu ruangan
- b. Preparasi Katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan *binder clay*
  - a. *Clay* ditimbang sebanyak 15% dari massa katalis hasilreduksi
  - b. Aquadest ditambahkan sedikit demi sedikit dan mengaduknya hingga terbentuk pasta.

- c. Katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> di tambahkan sedikit demi sedikit dan mengaduknya hingga merata
- d. Katalis campuran Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan *clay* dibentuk granular
- e. Katalis di keringkan selama 12 jam dalam oven padasuhu 110 °C
- f. Katalis dikalsinasi pada suhu 500 °C selama 3 jam
- g. katalis Binder *Clay* Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> di Analisa menggunakan XRD dan XRF

### Tahap Uji Katalitik

Proses produksi dietil eter dilakukan pada reaktor *fixed bed* menggunakan katalis granul sebanyak 3 gram. Reaktan etanoldiupkan dalam *vaporizer* pada suhu antara 70 °C sampai 80 °C dengan gas nitrogen sebagai gas pendorong dengan kecepatan 200 ml/menit. Temperatur dalam reaktor dijaga sesuai variabel operasi yang dikehendaki yaitu 100 °C, 125 °C, 150 °C dan 200 °C. Produk keluaran reaktor dikondensasi menggunakan air pendingin dan es batu, kemudian kondensat dianalisa menggunakan *Gas Chromatography* (GC).



### Keterangan

1. Tangki Vaporizer
2. Kolom adsorpsi
3. Heater
4. Reaktor
5. *Liebig condenser*
6. *Graham condenser*
7. Akumulator
8. Rotameter
9. Valve
10. Termokopel
11. *Thermoregulator*

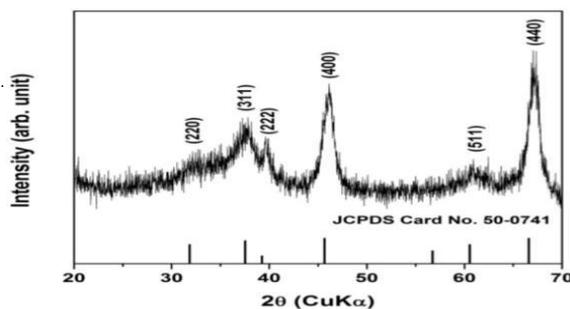
**Gambar 1** Rangkaian Produksi Dietil Eter

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Karakterisasi Melalui XRD (X-Ray Diffractometer)

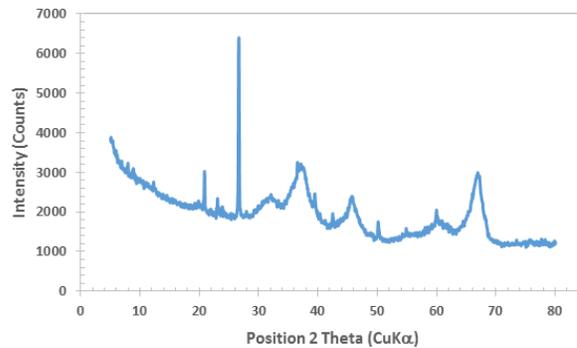
Analisis XRD digunakan untuk mengetahui kristalinitas dari katalis yang terbentuk setelah proses impregnasi menggunakan logam Cu-Zn. Pada analisis XRD juga ditinjau apakah impregnasi logam Cu-Zn kedalam pori  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> berhasil dilakukan atau tidak. Difraktometer sinar X merupakan instrumen yang digunakan untuk mengetahui informasi struktur dan mengidentifikasi fase material dari katalis. Setiap kristal memberikan pola khusus sehingga posisi puncak dalam difraktogram merupakan petunjuk akan adanya senyawa tertentu (Fransisca, 2012). Dari hasil pengukuran XRD didapatkan nilai d (jarak bidang kristal) dan sudut 2 $\theta$  serta intensitasnya dengan cara membandingkan dengan data standar. Pola XRD  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang digunakan sebagai acuan adalah dokumen JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*) no. 50-0741. Pada pola difraksi acuan ini, distandarisasi puncak-puncak pembacaan difraktogram untuk  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah pada sudut 2 $\theta$  = 37°; 45°; 67°. Pola difraksi menurut standar JCPDS no. 50-0741 dapat dilihat pada Gambar 2

Hasil dari analisa XRD untuk katalis loading 10% yang ditampilkan pada Gambar 3 menunjukkan adanya puncak-puncak kristal pada sudut 2 $\theta$  tertentu. Puncak logam Cu terdapat pada sudut 2 $\theta$  berturut-turut 42,49° dengan intensitas relatif (IR) sebesar 6,59% dan 50,16° dengan IR sebesar 9,21%. Sedangkan puncak logam Zn terdapat pada sudut 2 $\theta$  berturut-turut 36,579° dengan IR sebesar 25,45% dan 45,699° dengan IR sebesar 17,31%. Hal ini menunjukkan bahwa logam Cu-Zn telah terimpregnasi kedalam  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.



Gambar 2 Pola JCPDS No. 50-0741

Loading Cu dan Zn tidak merubah struktur dari katalis  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan hanya terjadi pergeseran intensitas pada masing-masing *peak* difraksi. Menurut Marsih dkk, 2012 intensitas rendah dan puncak difraksi yang luas menyiratkan kristalinitas rendah atau ukuran kristal yang kecil dari partikel.



Gambar 3. Hasil Analisa XRD Katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> loading 10%

### B. Hasil Karakterisasi Melalui XRF (X-Ray Fluorescence)

Analisis ini dilakukan untuk memastikan kandungan logam yang terdapat pada katalis  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> terimpregnasi dengan baik atau tidak dengan mengetahui persentase logam yang terdeteksi setelah impregnasi. Hasil analisa XRF yang berupa persentase unsur dan oksida logam yang terdapat pada katalis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis XRF (X-Ray Fluorescence) Katalis Loading 10%

Oksida		Unsur	
Komponen	Konsentrasi (%)	Komponen	Konsentrasi (%)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	64,497	Al	55,153
SiO <sub>2</sub>	15,332	Si	13,241
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,888	P	0,74
SO <sub>3</sub>	2,3	Si	1,777
K <sub>2</sub> O	0,262	K	0,429
CaO	0,313	Ca	0,445
TiO <sub>2</sub>	0,187	Ti	0,226
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,551	Fe	2,221
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,08999	Co	0,135
NiO	0,08022	Ni	0,127
<b>CuO</b>	<b>4,147</b>	<b>Cu</b>	<b>7,159</b>
<b>ZnO</b>	<b>10,119</b>	<b>Zn</b>	<b>17,93</b>

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa masih terdapat oksida logam Cu dan Zn dalam katalis. Hal ini dapat disebabkan oleh kurang optimalnya proses reduksi katalis sehingga komponen oksida belum tereduksi keseluruhan. Persentase total logam Cu dan Zn yang terkandung dalam katalis menunjukkan hasil yang lebih besar dari 10%, hal tersebut dapat dikarenakan proses impregnasi belum merata atau homogen, sehingga terjadi penumpukan logam Zn pada titik-titik tertentu.

### Uji Katalis Reaksi Dehidrasi Etanol

Proses produksi dietil eter dilakukan pada reaktor *fixed bed* menggunakan katalis granul sebanyak 3 gram. Reaktan etanol diupkan dalam *vaporizer* pada suhu antara 70 °C sampai 80 °C dengan gas nitrogen sebagai gas pendorong dengan kecepatan 200 ml/menit. Temperatur dalam reaktor dijaga sesuai variabel operasi yang dikehendaki yaitu 100 °C, 125 °C, 150 °C dan 200 °C. Produk keluaran reaktor dikondensasi menggunakan air pendingin dan es batu, kemudian kondensat dianalisa menggunakan *Gas Chromatography* (GC).

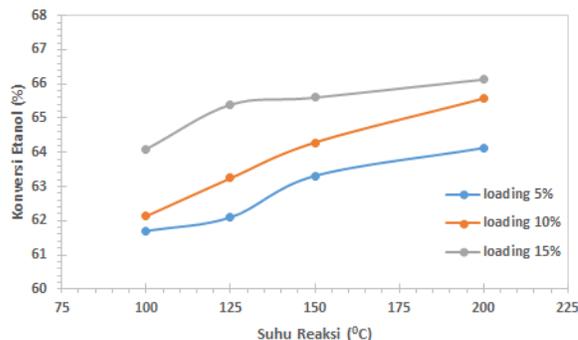
Hasil analisa GC yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bio Proses dan Proses Lingkungan Universitas Surabaya menunjukkan persentase volume masing-masing komponen per volume larutan yang diujikan, kemudian dilakukan perhitungan konversi etanol dan yield dietil eter untuk mengetahui pengaruh *loading* katalis dan suhu reaksi dehidrasi etanol. Hasil perhitungan konversi etanol dan yield dietil eter disajikan dalam Tabel 2 dan diperjelas dengan Gambar 4.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Konversi Etanol dan Yield Dietil Eter

Suhu (°C)	Loading					
	5%		10%		15%	
	Konversi	Yield	Konversi	Yield	Konversi	Yield
100	61,702	0,267	62,131	0,546	64,092	-
125	62,099	0,291	63,244	0,801	65,394	0,268
150	63,312	0,463	64,287	0,843	65,602	0,222
200	64,128	-	65,577	0,755	66,131	0,175

### Pengaruh Suhu dan Loading Logam Terhadap Konversi Etanol

Konversi merupakan salah satu parameter yang biasa digunakan untuk mengetahui kinerja dari katalis, dimana konversi menunjukkan derajat penyelesaian reaksi yang umumnya merupakan persentase atau fraksi dari reaktan pembatas yang berubah menjadi produk (Fauziyah, 2009). Basis yang digunakan dalam perhitungan konversi harus jelas agar tidak terjadi kesalahan, dimana dalam penelitian ini basis yang digunakan adalah laju alir yaitu mol per satuan waktu. Hasil perhitungan hubungan suhu reaksi terhadap konversi disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.

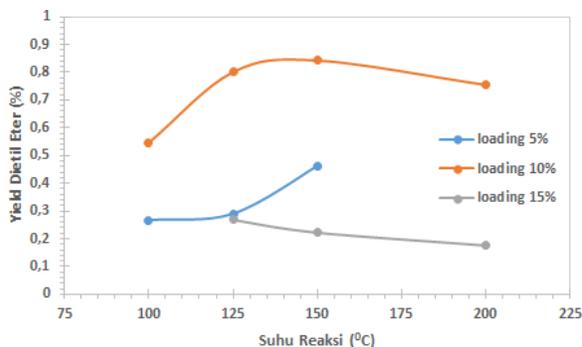


**Gambar 4.** Hubungan Suhu Reaksi Terhadap Konversi Etanol

Berdasarkan Gambar 4 konversi terbesar diperoleh pada katalis loading 15% suhu 200 °C yaitu sebesar 66,131%, sedangkan konversi terkecil diperoleh pada katalis loading 5% suhu 100 °C yaitu sebesar 61,702%. Kurva konversi etanol pada katalis loading 5% menunjukkan kurva naik dengan nilai konversi sebesar 61,702%, 62,099%, 63,312%, 64,128% pada suhu reaksi secara berurutan 100 °C, 125 °C, 150 °C dan 200 °C. Namun jika dibandingkan dengan konversi etanol pada katalis *loading* 10%, konversi etanol pada katalis *loading* 10% lebih besar daripada katalis *loading* 5%, yaitu sebesar 62,131%, 63,243%, 64,287% dan 65,577% pada suhu reaksi 100 °C, 125 °C, 150 °C dan 200 °C secara berurutan. Begitu pula dengan konversi etanol pada katalis *loading* 15%, menunjukkan hasil yang lebih besar dibandingkan katalis *loading* 10%, yaitu sebesar 64,092%, 65,394%, 65,602% dan 66,131% pada suhu reaksi 100 °C, 125 °C, 150 °C dan 200 °C secara berurutan. Hal ini menandakan bahwa *loading* logam pada katalis mempengaruhi konversi reaksi, dimana semakin besar *loading* logam pada katalis semakin besar pula konversi yang tercapai seiring dengan peningkatan temperature (Xu dkk, 1989)

Kurva konversi etanol yang menunjukkan kurva naik pada variabel *loading* 5%, 10% dan 15%, menandakan bahwa konversi semakin meningkat seiring dengan kenaikan suhu reaksi. Hal tersebut telah sesuai dengan persamaan Arrhenius dimana peningkatan temperatur akan meningkatkan konstanta kecepatan reaksi sehingga akan meningkatkan laju reaksi dan konversi (Scott Fogler, 1987).

### Pengaruh Suhu dan Loading Logam Terhadap Yield Dietil Eter



**Gambar 5.** Hubungan Suhu Reaksi Terhadap Yield Dietil Eter

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa kurva yield yang terbentuk pada katalis *loading* 10% cenderung naik pada suhu reaksi 100 °C, 125 °C hingga 150 °C, dengan nilai yield sebesar 0,546%, 0,801% dan 0,843% secara berurutan, namun pada suhu 200 °C mengalami penurunan yield dietil eter yaitu sebesar 0,755%. Pada katalis *loading* 5% kurva yield dietil eter juga menunjukkan kurva naik dengan nilai yield yang diperoleh sebesar 0,267%, 0,291% dan 0,463% pada suhu reaksi secara berurutan 100 °C, 125 °C, 150 °C dan tidak terbentuk produk dietil eter pada suhu reaksi 200 °C. Namun untuk katalis *loading* 15% kurva yang dihasilkan cenderung turun dengan nilai yield sebesar 0,268%, 0,222% dan 0,175% pada suhu reaksi secara berurutan 125 °C, 150 °C, 200 °C dan tidak terbentuk produk dietil eter pada suhu 100 °C. Tidak terbentuknya dietil eter pada katalis *loading* 5% suhu 200 °C dapat dikarenakan reaksi ini tidak hanya reaksi tunggal. Reaksi-reaksi kimia yang mungkin terjadi pada proses reaksi katalitik etanol ini selain pembentukan DEE adalah reaksi pembentukan etilen. Adanya reaksi samping yang menghasilkan produk yang tidak terkondensasi, sehingga tidak terdeteksi pada saat analisa GC.

Profil *yield* DEE terhadap temperatur reaksi tidak sama pada tiap katalis, dimana ini menunjukkan bahwa tiap katalis memiliki temperatur optimum dalam menghasilkan *yield* DEE. Pada Gambar 5 terpenuhinya energi minimum yang dibutuhkan untuk terbentuknya dietil eter. Dengan demikian menunjukkan bahwa kondisi optimum pembentukan dietil eter terdapat pada *loading* 5% dan 10% sedangkan pada katalis *loading* 15% tidak terdapat suhu optimum sehingga perlu melakukan range temperatur yang lebih luas untuk penelitian karena reaksi pembentukan DEE merupakan reaksi eksotermis. Reaksi yang terjadi pada proses uji

katalitik ini bukanlah reaksi tunggal. Reaksi-reaksi kimia yang mungkin terjadi pada proses reaksi katalitik etanol ini selain pembentukan DEE adalah reaksi pembentukan etilen (Kamsuwan & Jongsomjit 2016)

Hasil *yield* tertinggi terjadi ketika temperatur reaksi 150 °C dengan nilai 0,843%, yang diperoleh dengan menggunakan katalis *loading* 10%.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian menggunakan proses dehidrasi etanol melalui dan menggunakan katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ini dapat disimpulkan bahwa: Katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> granul dapat dibuat dengan metode *dry impregnation* dengan *clay* sebagai penstabil bentuk granul dari katalis. *Loading* logam Cu-Zn dalam katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat mempengaruhi konversi etanol dan yield dietil eter, dimana semakin besar *loading* logam semakin besar pula konversi etanol, dan katalis dengan *loading* 10% menghasilkan nilai yield yang paling tinggi dibandingkan *loading* 5% dan 15%. Pengaruh suhu reaksi terhadap konversi etanol dan yield dietil eter yaitu semakin tinggi suhu maka konversi semakin besar, dan yield terbesar didapatkan pada suhu reaksi 150 °C.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, BK. 1996. "Performance of Ethanol as a Transportation Fuel" dalam Handbook on Bioethanol: Production and Utilization, editor C.E., Wayman, Taylor & Francis, Washington, hal. 37-60
- Budi Setiawan, 2013. Menganalisis Statistik Bisnis dan Ekonomi dengan SPSS 21. Yogyakarta: C.V Andi Offset
- Fauziah, S. 2009. "Sintesis DiMetil Eter Menggunakan Katalis Cu-Zn/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dalam Reaktor Fixed Bed". Laporan Skripsi Program Studi Teknik Kimia Universitas Indonesia
- Fogler, Scott H. 1991. "Elements of Chemical Reaction Engineering". New Jersey : Pearson Education, Inc
- Fransisca, G.A. 2012. "Sintesis Renewable Diesel Dengan Metode Deoksigenasi Menggunakan Katalis Pd/C dan NiMo/C". Skripsi: Universitas Indonesia, Depok
- Kamsuwan, T. dan Jongsomjit, B. (2016), "A Comparative Study of Different Al-Based Solid Acid Catalysts for Catalytic Dehydration of Ethanol", *Engineering Journal*, Vol. 20, No. 3, hal. 63–75.

- Marsih, I. N., Makertihartha, I., Prasertdam, P. dan Panpranot, J. (2012), " $\gamma$ - Alumina Nanotubes Prepared by Hydrothermal Method as Support of Iron, Cobalt and Nickel for Fischer-Tropsch Catalysts", Chemistry and Materials Research, Vol. 2, No. 3, hal. 31–39.
- Mirjalili, F., Hasmaliza, M., Luqman, C. 2011. "Preparation of Nano Scale  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Powder by the Sol Gel Method". Ceramics Silikaty. Vol. 55, No. 4, pp. 378- 383.
- Richardson, James T. (1989). Principles of Catalyst Development. New York: Plenum Press
- Setyawan D dan P. Handoko, 2002. "Preparasi Katalis Cr/Zeorlit Melalui Modifikasi Zeolit Alam". Jurnal Ilmu Dasar Vol 3 No. Hal 15-23
- Smith, J.M. 1981. "Chemical Engineering Kinetics". McGraw-Hill boo Co: Singapura
- Scott Fogler, H, (1987), *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 1<sup>st</sup> edition, Prentice-Hall, New Jersey.
- Trisunaryati, W, S Purwono, dan Hastanti. 2007. "Preparasi dan Karaterisasi Katalis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Yang Diembankan Pada Zeolit Alam Teraktivasi HCL Atau Na<sub>2</sub> EDTA". Prosiding Syimposium dan Konggers Masyarakat Katalis Indonesia Kedua, Jurusan Teknik Kimia FT UNDIP dan jurusan kimia MIPA UNNES Semarang
- Ullmann. 1987. "*Encyclopedia of Industrial Chemistry*". Vol.A.10, edisi 5, VCH Verlagsgesellschaft, Weinhem.
- Widayat. 2012. "Kinetika Reaksi pada Proses Produksi Dietil Eter dari Etanol dengan Katalis H-Zeorlit". Jurnal Reaktor, Vol. 14 No. 2 Hal 101-108.
- Wibowo, W., Sunardi., dan Yulia, I. 2007. "Studi Reaksi Konversi Katalitis 2- Propanol Menggunakan Katalis dan Pendukung Katalis  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>". Buletin of chemical Reaction Engineering & Catalysis Vol.2, pp. 56-61
- Xu,Wei Chun., Tomita, Akira. 1989. "The Effects of Temperature and Residence Time on the Secondary Reactions of Volatiles from Coal Pyrolysis". Amsterdam: Elsevier Science Publishers.