

# Pemanfaatan Bentonit dan Karbon Sebagai *Support* Katalis NiO-MgO pada Hidrogenasi Gliserol

Ferlyna Sari, Iqbaal Abdurrokhman dan Ignatius Gunardi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail*: gunadi\_tk@yahoo.com

**Abstrak**—Semakin meningkatnya produksi biodiesel maka gliserol kasar yang merupakan produk samping dari reaksi transesterifikasi dari minyak nabati juga semakin besar. Salah satu cara yang dikembangkan untuk memanfaatkan gliserol adalah dengan mengubahnya menjadi propilen glikol (1,2-propanadiol) melalui proses hidrogenasi menggunakan katalis heterogen (padat). Dalam penelitian ini digunakan katalis padat NiO-MgO dengan *support* bentonit dan karbon aktif dalam hidrogenasi gliserol untuk mengetahui pengaruh jumlah katalis, berat promoter terhadap bentonit atau karbon, suhu, serta waktu reaksi terhadap besarnya konversi gliserol dan yield propilen glikol yang dihasilkan. Penelitian ini terdiri dari dua tahapan, yaitu preparasi katalis dan pembuatan propilen glikol. Preparasi katalis dilakukan melalui proses impregnasi dan kalsinasi. Kemudian dilakukan proses pembuatan propilen glikol di dalam reaktor batch berpengaduk dengan berat katalis, berat promoter terhadap bentonit dan karbon aktif, suhu, serta waktu reaksi sesuai variabel. Produk hasil proses hidrogenasi dipisahkan dari katalis, lalu menganalisa kadar gliserol sisa dengan menggunakan metode titrimetri dan propilen glikol terbentuk menggunakan analisa *gas chromatography* (GC). Konversi gliserol terbaik pada proses hidrogenasi gliserol menjadi propylene glycol dengan katalis NiO-MgO/Bentonit dan NiO-MgO/Karbon masing-masing sebesar 50,419% dan 52,882% pada kondisi suhu 200°C, tekanan 200 psi dengan 20% berat promoter terhadap katalis dan 7% berat katalis selama 2 jam. Yield propylene glycol terbaik dengan menggunakan katalis NiO-MgO/Bentonit sebesar 8,1848% pada kondisi suhu 220°C dengan 10% berat promoter terhadap katalis dan 7% berat katalis selama 3 jam, sedangkan pada katalis NiO-MgO/Karbon diperoleh yield terbaik sebesar 7,2607% pada kondisi suhu 200°C dengan 5% berat promoter terhadap katalis dan 7% berat katalis selama 3 jam.

**Kata Kunci**— bentonit, hidrogenasi, karbon aktif, NiO-MgO, propilen glikol

## I. PENDAHULUAN

PROPILEN GLIKOL merupakan salah satu komoditas utama bahan kimia dengan produksi tahunan dunia di atas 705.000 ton/tahun, pertumbuhan pasar sebesar 6 %, dan harga jual produk sekitar US\$ 98/liter [1]. Beberapa kegunaan propilen glikol adalah sebagai resin *polyester unsaturated*, fluida fungsional anti beku pengganti etilen glikol, farmasi, kosmetik, liquid detergen, parfum, cat, dan *personal care*. Propilen glikol dapat diperoleh melalui reaksi hidrogenasi

gliserol yang merupakan produk samping pembuatan biodiesel dalam reaksi transesterifikasi [2].

Degradasi gliserol menjadi propilen glikol pada umumnya menggunakan katalis heterogen (padat). Pemilihan katalis jenis ini disebabkan karena kelebihanannya dalam hal kemudahan dipisahkan dari campuran reaksinya (produk), tidak diperlukan adanya kondisi operasi pada temperatur tinggi, sehingga tidak perlu dilakukan adanya proses pemanasan dalam operasinya, yang secara tidak langsung dapat mereduksi kebutuhan energi yang diperlukan dibandingkan dengan katalis homogen [3]. Beberapa jenis katalis heterogen yang pernah diteliti dalam proses hidrogenasi gliserol menjadi propilen glikol antara lain Ru/C, Ru/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pd/C, Cu, Cu/Cr, Ni/C, Ni/Si-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, serta beberapa jenis katalis logam yang lain [4].

Gliserol merupakan salah satu senyawa alkohol yang memiliki 3 buah gugus hidroksil dengan nama baku 1,2,3-propanatriol yang sangat mudah larut dalam air [5].

Propilen glikol atau yang biasa disebut dengan 1,2-propanadiol merupakan senyawa organik suatu diol atau ganda alkohol dengan rumus molekul C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>. Propilen glikol merupakan senyawa tak berwarna, hampir tidak berbau, jernih, kental, higroskopis, dan larut dalam air, aseton dan kloroform [6].

Katalis adalah suatu zat atau senyawa yang berfungsi untuk mempercepat jalannya suatu reaksi kimia, yaitu bekerja dengan menurunkan energi aktivasi [7]. Pada umumnya katalis terbentuk oleh beberapa komponen yaitu: fasa aktif, peyanga, promoter, pengikat (*binder*) [8].

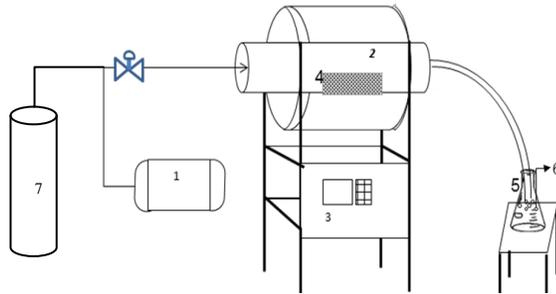
Pada penelitian ini dipilih katalis NiO-MgO dengan *support* bentonit dan karbon aktif. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mempelajari penggunaan bentonit dan karbon aktif sebagai *supporting agent* pada katalis NiO-MgO sehingga di dapatkan produk yang diinginkan dan mengurangi biaya produksi. Mendapatkan pengetahuan tentang pengaruh penggunaan katalis NiO-MgO *support* bentonit dan NiO-MgO *support* karbon aktif terhadap yield propilen glikol hasil hidrogenasi gliserol. Memperoleh alternatif proses terbaik dalam pembuatan propilen glikol dari gliserol dengan proses katalitik, sehingga dapat memanfaatkan dan meningkatkan nilai tambah gliserol sebagai produk samping pada proses pembuatan biodiesel.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk penelitian ini ada dua yaitu alat proses kalsinasi dan reaktor hidrogenasi. Alat proses kalsinasi digunakan untuk aktivasi katalis. Reaktor hidrogenasi digunakan untuk menghidrogenasi gliserol menjadi propilen glikol. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bentonit dan karbon aktif yang digunakan sebagai support katalis. NiCl<sub>2</sub> dan MgCO<sub>3</sub> untuk sisi aktif katalis.

B. Prosedur Pembuatan Katalis



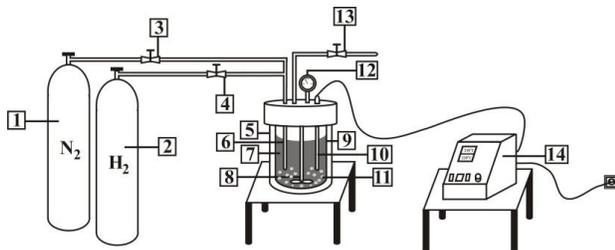
Gambar.1 Alat kalsinasi

Keterangan :

1. Kompresor
2. Furnace
3. Panel kontrol furnace
4. Katalis
5. Erlenmeyer
6. Gelembung gas
7. Tabung gas H<sub>2</sub>

Preparasi katalis NiO-MgO support bentonit dengan menggabungkan metode dealuminasi bentonit dan metode impregnasi [9]. Kemudian dikalsinasi selama 5 jam dengan suhu 500 °C. Katalis NiO-MgO support karbon aktif di preparasi dan di kalsinasi pada suhu 400°C selama 4 jam, dengan mengalirkan udara.

C. Proses Hidrogenasi



Gambar.2 Serangkaian Alat Hidrogenasi

Keterangan Gambar:

1. Tabung gas N<sub>2</sub>
2. Tabung gas H<sub>2</sub>
3. Valve tube gas N<sub>2</sub>
4. Valve tube gas H<sub>2</sub>
5. Heater
6. Tube reaktor gas N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>

7. Larutan gliserol
8. Pengaduk
9. Reaktor
10. Thermocouple
11. Katalis
12. Indikator tekanan reactor
13. Gas outlet valve
14. Panel control heater-reactor

Untuk memperoleh produk propilen glikol maka dilakukan hidrogenasi dengan menggunakan reaktor hidrogenasi dengan memasukkan bahan baku gliserol 85% dan menambahkan katalis NiO-MgO dengan support bentonit atau karbon sesuai variabel.

D. Analisa Katalis dan Produk

Katalis NiO-MgO support bentonit maupun karbon di analisa kristalinitas oksida NiO dan MgO dengan menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) dan di analisa luas permukaan dengan menggunakan analisa Braumer Emmet Teller (BET).

Produk di analisa dengan menggunakan analisa kromatografi gas untuk mengetahui kadar propilen glikol yang terbentuk. Kadar gliserol sisa di analisa dengan metode titrimetri menggunakan sodium meta periodate (NaIO<sub>4</sub>), asam sulfat(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), asam klorida(HCl) dan natrium hidroksida (NaOH).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakterisasi Katalis

1. Luas Area

Luas area dari katalis NiO-MgO dengan support bentonit maupun karbon ditunjukkan pada table 1 sebagai berikut :

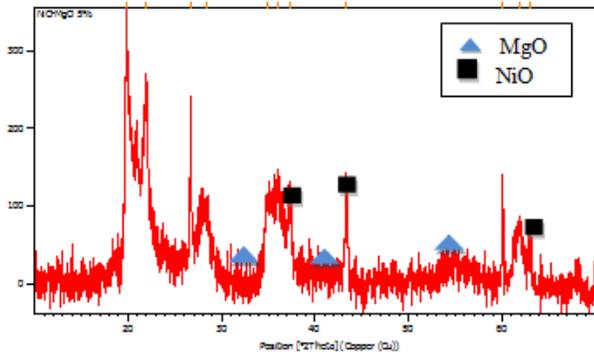
Tabel.1 Hasil Analisa BET katalis NiO-MgO

Katalis	Luas Area(m <sup>2</sup> /g)
Carbon aktif	460,706
Bentonit	71,612
NiO-MgO/Karbon (berat promote 5%)	333,250
NiO-MgO/Bentonit (berat promote 10%)	37,574

Dari Tabel.1 dapat diketahui bahwa katalis NiO-MgO/Karbon dan NiO-MgO/Bentonit hasil preparasi dalam penelitian ini memiliki ukuran luas area yang lebih kecil dibandingkan dengan support nya. Maka NiO dan MgO hasil preparasi telah terimpregnasi ke permukaan support.

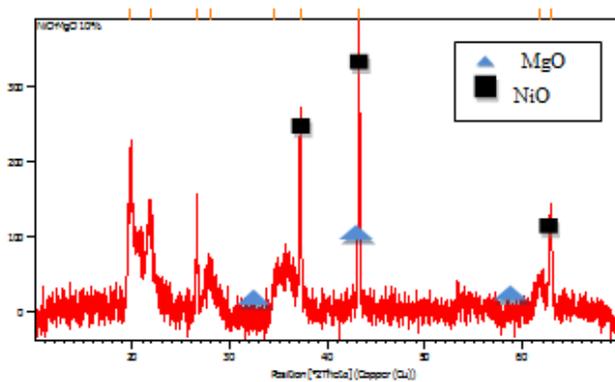
2. X-Ray Diffraction (XRD)

Fase kristal dari katalis NiO-MgO/Karbon dan NiO-MgO/Bentonit yang digunakan dalam reaksi hidrogenasi gliserol diidentifikasi melalui analisa XRD.



Gambar.3 Pola difraksi katalis 5% NiO-MgO/karbon aktif

Dari Gambar.3 dapat diketahui bahwa pola difraksi untuk karakteristik NiO ditunjukkan peak pada sudut 37,3173°, 43,3329°, dan 62,9357°, MgO ditunjukkan oleh peak pada sudut 32,6934°, 41,3556° dan 54,1859°.



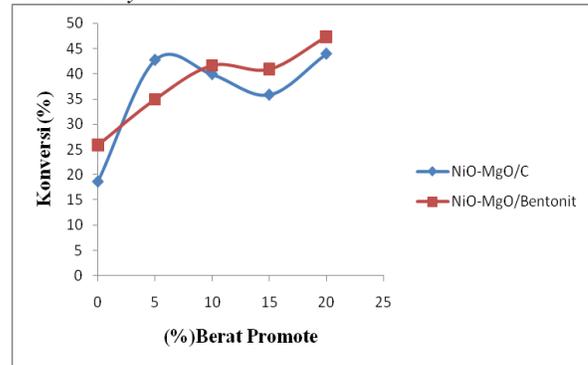
Gambar.4 Pola difraksi katalis 10% NiO-MgO/Bentonit

Dari Gambar.4 dapat diketahui bahwa pola difraksi untuk karakteristik NiO ditunjukkan peak pada sudut 37,2102°, 43,2400°, dan 62,8102°, MgO ditunjukkan peak pada sudut 32,2044°, 43,2170° dan 59,7681°.

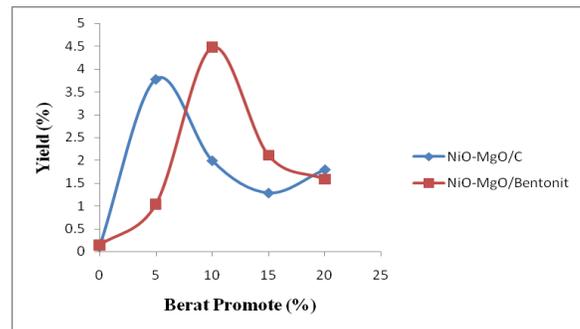
Dari hasil analisa diatas dapat disimpulkan bahwa katalis NiO-MgO support Karbon atau Bentonit telah terimpregnasi ke permukaan support.

B. Hasil Uji katalitik

1. Pengaruh jumlah Promote dalam Katalis terhadap konversi dan yield



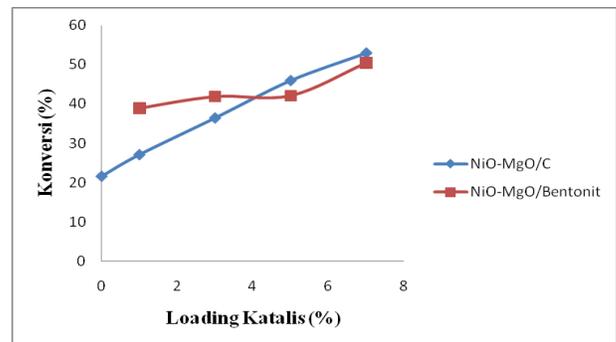
Gambar.5 Pengaruh Berat Promote terhadap konversi



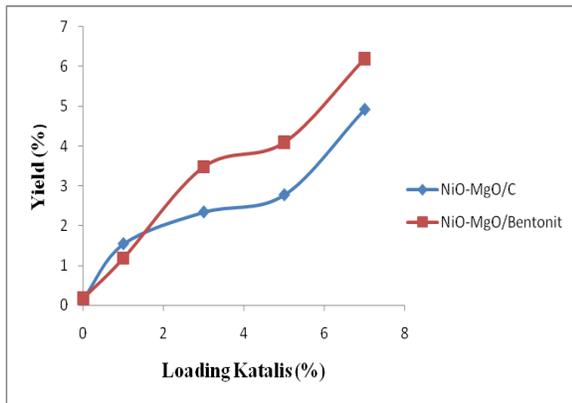
Gambar.6 Pengaruh berat Promote terhadap yield

Gambar.5 menunjukkan bahwa konversi semakin besar dengan bertambahnya jumlah promote dalam katalis.. Pada gambar.6 menunjukkan yield terbaik untuk katalis NiO-MgO/Karbon pada berat promote 5% sebesar 3,776% dengan konversi 42,707%. Katalis NiO-MgO/Bentonit pada berat promote 10% sebesar 4,474% dengan konversi 41,386%.

2. Pengaruh Jumlah Katalis pada reaktan terhadap Konversi dan yield



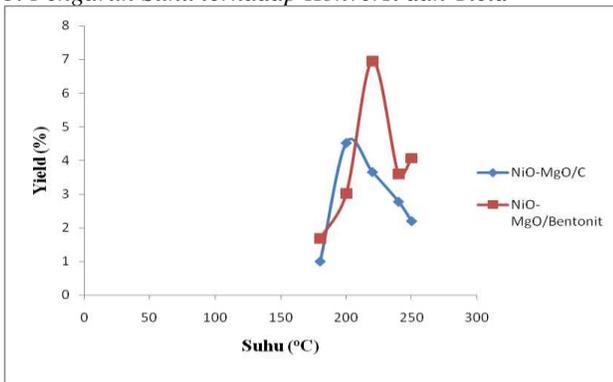
Gambar.7 Pengaruh berat katalis terhadap konversi



Gambar.8 Pengaruh berat katalis terhadap yield

Gambar.7 menunjukkan bahwa konversi semakin besar dengan bertambahnya jumlah katalis dalam reaktan. Gambar.8 menunjukkan bahwa yield semakin besar dengan bertambahnya berat katalis dalam reaktan. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa semakin banyak jumlah katalis semakin besar konversi dan yield yang terjadi. Yield terbaik untuk katalis NiO-MgO/Karbon pada berat katalis 7% sebesar 4,296% dengan konversi 52,882%. Katalis NiO-MgO/Bentonit pada berat katalis 7% sebesar 6,199% dengan konversi 50,419%.

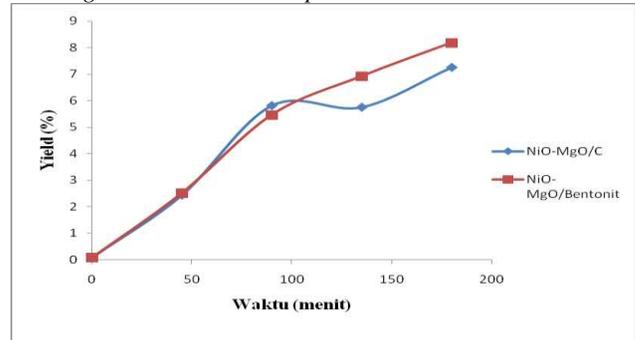
3. Pengaruh Suhu terhadap Konversi dan Yield



Gambar.9 Pengaruh suhu terhadap konversi dan yield

Pengaruh suhu terhadap konversi adalah semakin tinggi suhu reaksi maka konversinya juga semakin tinggi. Pada Gambar.9 menunjukkan bahwa suhu operasi maksimal untuk memperoleh propilen glikol pada katalis NiO-MgO/Karbon aktif adalah pada suhu 200°C, untuk katalis NiO-MgO/bentonit pada suhu 220°C. Yield terbaik untuk katalis NiO-MgO/Karbon pada berat suhu reaksi 200°C sebesar 4,5215% dengan konversi 39,551%. Katalis NiO-MgO/Bentonit pada suhu reaksi 220°C sebesar 6,9563% dengan konversi 40,451%.

4. Pengaruh waktu terhadap Yield



Gambar.10 Pengaruh waktu terhadap Yield

Gambar.10 menunjukkan bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin besar pula yield yang dihasilkan. Ditunjukkan pada katalis NiO-MgO/Karbon aktif dan NiO-MgO/Bentonit dengan variabel paling besar yield juga semakin besar. Yield terbaik untuk katalis NiO-MgO/Karbon pada waktu reaksi 180 menit sebesar 7,2607%. Katalis NiO-MgO/Bentonit pada waktu reaksi 180 menit sebesar 8,1848%.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Katalis NiO-MgO/Bentonit dan NiO-MgO /Karbon dapat digunakan sebagai katalis dalam reaksi hidrogenasi gliserol menjadi propylene glycol. Konversi gliserol terbaik pada proses hidrogenasi gliserol menjadi propylene glycol dengan katalis NiO-MgO/Bentonit sebesar 50,419% dengan yield 6,199% sedangkan konversi pada katalis NiO-MgO/Karbon sebesar 52,882% dengan yield 4,296% pada kondisi suhu 200°C, tekanan 200 psi dengan 20% berat promote terhadap katalis dan 7% berat katalis selama 2 jam. Yield propylene glycol terbaik dengan menggunakan katalis NiO-MgO/Bentonit sebesar 8,1848% pada kondisi suhu 220°C dengan 10% berat promote terhadap katalis dan 7% berat katalis selama 3 jam, sedangkan pada katalis NiO-MgO/Karbon diperoleh yield terbaik sebesar 7,2607% pada kondisi suhu 200°C dengan 5% berat promote terhadap katalis dan 7% berat katalis selama 3 jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami selaku penulis dari penelitian ini mengucapkan terimakasih kepada pembimbing bapak Ignatius Gunardi, dan bapak Achmad Roesyadi yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia FTI-ITS, serta terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan hasil penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pagliaro, Mario. 2007. From Glycerol to Value-Added Products. New York: Wiley.
- [2] Dasari, A. Mohanprasad. 2006. Catalytic Conversion of Glycerol and Sugar Alcohols to Value-Added Products. Columbia: Disertasi Program Doktor Filsafat. University of Missouri.
- [3] Harahap, Hendar. 2008. Optimasi Transesterifikasi Refinery Bleached Deodorized Palm Oil Menjadi Metil Ester Menggunakan Katalis Lithium Hidroksida. Medan: Tesis Program Studi Pascasarjana Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara.
- [4] Dasari, A.M., Pim-Pahn, K., William, R.S., Galen, J.S. 2005. Low Pressure Hydrogenolysis of Glycerol to Propylene Glycol. *Journal of Applied Catalysis A: General* 281 (2005) 225-231.
- [5] Zulfikar. 2010. Pengaruh Katalis Kalsium Karbonat dan Gliserol Terhadap Produk Gliserolisis Refined Bleached Deodorized Palm Oil. Medan: Skripsi Jurusan Teknik Kimia - FT. Universitas Sumatera Utara.
- [6] Ullmann, Fritz. 2003. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 6<sup>th</sup> Edition. Weinheim: Wiley-VCH.
- [7] Ulyani, Visti. 2008. Reaksi Katalisis Oksidasi Vanili Menjadi Asam Vanilat Menggunakan Katalis  $TiO_2Al_2O_3$  (1:1) Yang Dibuat Dengan PEG 6000. Jakarta: Skripsi Jurusan Kimia - FMIPA. Universitas Indonesia.
- [8] Kirk-Othmer, 1998, Encyclopedia of Chemical Technology, 4<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons Inc., USA.
- [9] Widayat dkk. 2010. Pengaruh Waktu Dealuminasi dan Jenis Sumber Zeolit Alam terhadap Kinerja H-zeolit untuk Proses Dehidrasi Etanol. *Jurnal reaktor*, Vol.13 No. 1, juni 2010, Hal. 51-57