



**PENGARUH JUMLAH *HYDROXYETHYL SULFONIC ACID*,
TEOS DAN WAKTU HIDROTERMAL TERHADAP
PEMBUATAN KATALIS ASAM HETEROGEN MELALUI
PROSES HIDROTERMAL SATU TAHAP**

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar sarjana
di bidang Ilmu Teknik Kimia

Oleh :

Albert (2011620083)

Fitriah (2012620096)

Pembimbing :

Dr. Herry Santoso, S.T., M.T.M



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**

No. Kode	: TK ACB p/IT 2017
Tanggal	: 22 Februari 2017
No. Ind.	: 4228-FTI/SKP 33499
Bidang	:
Matiah / Etni	:
Dari	: FTI



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL: PENGARUH JUMLAH *HYDROXYETHYL SULFONIC ACID*, TEOS DAN WAKTU HIDROTERMAL TERHADAP PEMBUATAN KATALIS ASAM HETEROGEN MELALUI PROSES HIDROTERMAL SATU TAHAP

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 18 Januari 2017

Pembimbing,

Dr. Herry Santoso, S.T., M.T.M



SURAT PERNYATAAN

Kami, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Albert
NRP : 6211083
Nama : Fitriah
NRP : 6212096

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul:

**PENGARUH JUMLAH *HYDROXYETHYL SULFONIC ACID*, TEOS DAN WAKTU
HIDROTHERMAL TERHADAP PEMBUATAN KATALIS ASAM HETEROGEN
MELALUI PROSES HIDROTHERMAL
SATU TAHAP**

Adalah hasil pekerjaan kami, dan seluruh ide, pendapat, dan materi dari sumber lain, telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 18 Januari 2017

Albert
(6211083)

Fitriah
(6212096)



LEMBAR REVISI

JUDUL: PENGARUH JUMLAH *HYDROXYETHYL SULFONIC ACID*, TEOS DAN WAKTU HIDROTERMAL TERHADAP PEMBUATAN KATALIS ASAM HETEROGEN MELALUI PROSES HIDROTERMAL SATU TAHAP

CATATAN

Telah diperiksa dan disetujui,
Bandung, 18 Januari 2017

Penguji,

Jenny Novianti M Soetedjo, S.T., M.Sc

Penguji,

I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat anugerah-Nya yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan tepat waktu. Proposal penelitian yang berjudul “Pengaruh Jumlah *Hydroxyethyl Sulfonate*, TEOS dan Waktu Hidrotermal Terhadap Pembuatan Katalis Asam Heterogen Berbahan Baku Pati Jagung Melalui Proses Hidrotermal Satu Tahap” ini ditulis sebagai salah satu bentuk prasyarat kelulusan dalam Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini tidak mungkin diselesaikan dengan baik tanpa orang-orang yang berada di samping penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Herry Santoso, S.T., M.TM., Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan proposal penelitian.
2. Orang tua yang sangat penulis hormati dan sayangi, yang telah mendukung penulis baik secara moril maupun materi
3. Hans Kristianto, S.T., M.T., selaku koordinator penelitian yang memberikan informasi tentang tata cara penulisan laporan penelitian.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
5. Semua pihak yang ikut membantu penulis dalam proses penyusunan proposal penelitian.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal penelitian ini.

Akhir kata, melalui proposal penelitian ini penulis berharap agar pembaca dapat memperluas pengetahuan serta wawasannya.

Bandung, 18 Januari 2017

Penulis



DAFTAR ISI

COVER DALAM.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
INTISARI.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis.....	3
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Tujuan Penelitian.....	4
1.7 Manfaat Penelitian.....	4
1.7.1 Bagi Ilmuan.....	4
1.7.2 Bagi Dunia Industri.....	4
1.7.3 Bagi Lingkungan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Katalis.....	5
2.1.1 Katalis Asam Homogen.....	8
2.1.2 Katalis Asam Heterogen.....	12
2.1.2.1 Katalis Asam Heterogen yang Banyak Digunakan.....	12
2.2 Katalis Asam Heterogen Berbahan Dasar Sakarida.....	14

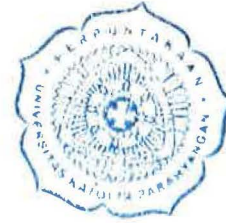
2.3 Pembuatan Katalis Asam Heterogen.....	15
2.3.1 Pembuatan Katalis Asam Heterogen dengan Metode Sulfonasi Biomassa .	15
2.3.2 Pembuatan Katalis Asam Heterogen dengan Metode Pirolisis dan Sulfonasi.....	16
2.3.3 Pembuatan Katalis Asam Heterogen dengan Metode Aktivasi, Pirolisis dan Sulfonasi.....	17
2.3.4 Pembuatan Katalis Asam Heterogen dengan Metode Hidrotermal Sulfonasi.....	17
2.3.5 Pembuatan Katalis Asam Heterogen dengan Metode Hidrotermal Satu Tahap.....	18
2.3.6 Pembuatan Katalis Asam Heterogen dengan Metode Hidrotermal Satu Tahap dan Aktivasi.....	19
2.4 Metode Analisa Katalis.....	23
2.5 Reaksi Esterifikasi	24
2.6 Metode Analisa Standar	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Pembuatan Katalis.....	29
3.2 Uji Kinerja Katalis.....	30
3.2.1 Reaksi Esterifikasi Asam Oleat.....	30
3.2.2 Analisa Kadar FFA	32
3.2.3 Analisa Sifat Kimia dan Fisika Oleat	33
3.2.4 Analisa <i>Acid Site Density</i>	33
3.3 Variasi Percobaan.....	34
3.6 Lokasi dan Rencana Kerja Penelitian.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Percobaan Pendahuluan Pembuatan Katalis dengan Metode Hidrotermal Satu Tahap Menggunakan Asam <i>Hydroxyethyl Sulfonate</i>	36
4.2 Pembuatan Katalis dengan Metode Hidrotermal Satu Tahap Menggunakan Asam <i>Hydroxyethyl Sulfonate</i>	38
4.3 Uji Performa Katalis.....	41
4.3.1 Katalis <i>Hydrothermal</i> 4 Jam	42
4.3.2 Katalis <i>Hydrothermal</i> 24 Jam.....	44
4.3.3 Analisa nilai <i>Acid Site Density</i> dari Katalis.....	44

4.3.4 Pengaruh Variasi Massa TEOS, Massa Asam Dan Waktu Hidrothermal Terhadap Densitas Asam dan Konversi Hasil Esterifikasi.....	45
4.3.4.1 Pengaruh Variasi Jumlah TEOS.....	45
4.3.4.2 Pengaruh Variasi Jumlah <i>Hydroxyethyl Sulfonic Acid</i>	46
4.3.4.3 Pengaruh Variasi Waktu Hidrotermal.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN A METODE ANALISIS.....	54
LAMPIRAN B LEMBAR DATA KESELAMATAN BAHAN	58
LAMPIRAN C HASIL ANTARA	65
LAMPIRAN D GRAFIK.....	67
LAMPIRAN E CONTOH PERHITUNGAN.....	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mekanisme Kerja Katalis.....	5
Gambar 2.2 Diagram Perbandingan Energi Potensial Reaksi dengan Menggunakan Katalis dan Tanpa Katalis.....	6
Gambar 2.3 Mekanisme Reaksi Katalis Asam Homogen dari Trigliserida.....	11
Gambar 2.4 Reaksi Alkilasi menggunakan Katalis Amberlyst 15	14
Gambar 2.5 Metode Sulfonasi Biomassa.....	15
Gambar 2.6 Mekanisme Pembentukan Katalis Karbon Berbahan Dasar Sakarida Melalui Proses Pirolisis & Sulfonasi	16
Gambar 2.7 Struktur <i>2-hydroxyethyl sulfonic acid</i>	18
Gambar 2.8 Proses hidrotermal satu tahap menggunakan <i>hydroxyethyl sulfonic acid</i> dan TEOS	19
Gambar 2.9 Struktur TEOS	20
Gambar 2.10 Mekanisme Reaksi yang Terjadi.....	21
Gambar 2.11 Reaksi Esterifikasi Asam Oleat Dengan Metanol.....	25
Gambar 3.1 Prosedur Pembuatan Katalis.	29
Gambar 3.2 Prosedur Reaksi Esterifikasi Asam Oleat	31
Gambar 3.3 Prosedur Analisa Kadar FFA.....	32
Gambar 3.4 Analisa <i>Acid Side Density</i>	33
Gambar 4.1 Reaksi Sulfonasi <i>Polycyclic Aromatic Carbon</i>	38
Gambar 4.2 Karbon Hasil <i>Hydrothermal Carbonization</i>	39
Gambar 4.3 Reaksi Hidrotermal Satu Tahap	41
Gambar 4.4 Hasil Reaksi Esterifikasi	42
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Jumlah TEOS Terhadap Densitas Asam	45
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Jumlah TEOS Terhadap Konversi Metal Oleat	46
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Jumlah Asam Terhadap Densitas Asam	46
Gambar 4.8 Reaksi Hidrolisis TEOS	47
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Jumlah Asam Terhadap Konversi Metal Oleat	47
Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Variabel Waktu Hidrotermal Terhadap Densitas Asam ..	48
Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Variabel Waktu Hidrotermal Terhadap Densitas Asam ..	49



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Katalis Homogen dalam Industri	7
Tabel 2.2 Contoh Katalis Heterogen dalam Industri	8
Tabel 2.3 Kekuranga dan Kelebihan dari Metode untuk Mensintesa Katalis Asam	21
Tabel 2.4 Hasil Percobaan Santoso et.al (2014) Dalam Reaksi Esterifikasi Asam Oleat Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Berbahan Dasar Pati	23
Tabel 2.5 Sifat-sifat Fisik Asam Oleat, Metanol, dan Metil Oleat.....	25
Tabel 3.1 Alat-alat Yang Digunakan Pada Pembuatan Katalis	30
Tabel 3.2 Bahan-bahan Yang Digunakan dalam Tahap Pembuatan Katalis.....	30
Tabel 3.3 Alat-alat Yang digunakan Pada Reaksi Esterifikasi Asam Oleat.....	31
Tabel 3.4 Bahan Yang digunakan Pada Reaksi Esterifikasi Asam Oleat.....	32
Tabel 3.5 Alat-alat Yang digunakan Pada Analisa Kadar FFA.....	32
Tabel 3.6 Bahan-bahan Yang digunakan Pada Analisa Kadar FFA.....	33
Tabel 3.7 Rancangan Percobaan	34
Tabel 3.8 Rencana Kerja.....	35
Tabel 4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan.....	37
Tabel 4.2 Katalis yang Didapatkan dan Perolehan Yield.....	39
Tabel 4.3 Variasi Katalis HTC 4 Jam.....	42
Tabel 4.4 Densitas Dan Viskositas HTC 4 Jam.....	43
Tabel 4.5 Variasi Katalis HTC 24 Jam.....	43
Tabel 4.6 Densitas Dan Viskositas HTC 24 Jam.....	44
Tabel 4.7 Nilai <i>Acid Site Density</i>	44



INTISARI

Katalis asam merupakan katalis yang sering digunakan dalam dunia industri. Katalis asam dibagi menjadi dua berdasarkan fasanya, yaitu katalis asam homogen dan katalis asam heterogen. Katalis asam homogen memiliki kekurangan yaitu dikarenakan katalis berada pada fasa yang sama dengan reaktan, sehingga pada akhir reaksi pemisahan katalis dengan produk atau reaktan yang tidak bereaksi akan sulit untuk dipisahkan. Katalis katalis asam mudah dipisahkan dari produk dan dapat didaur ulang kembali.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh asam *hydroxyethyl sulfonate*, jumlah TEOS dan waktu hidrotermal terhadap kualitas katalis asam yang dihasilkan, dan melakukan uji kinerja katalis dalam esterifikasi asam oleat. Manfaat yang didapat dari penelitian ini diantaranya menambah pengetahuan para ilmuwan dalam mengembangkan katalis asam heterogen berbahan dasar pati. Metode penelitian yang dilakukan dalam pembuatan katalis asam heterogen berbahan baku pati jagung ini yaitu melakukan sintesa katalis dengan menggunakan metode hidrotermal satu tahap, dan analisa katalis. Kondisi operasi yang divariasikan antara modifikasi jumlah asam *hydroxyethyl sulfonate*, jumlah TEOS dan waktu hidrotermal. Katalis dikarakterisasi dengan reaksi esterifikasi asam oleat dan dititrasi untuk mengetahui konversi metil oleat yang dihasilkan dan katalis dilakukan titrasi untuk mengetahui densitas asam.

Pada proses karbonisasi dengan metode hidrotermal satu tahap, katalis yang dihasilkan pada waktu hidrotermal 24 jam (TL) memiliki nilai konversi dan densitas asam rata-rata yang lebih tinggi dari katalis yang dihasilkan pada waktu hidrotermal 4 jam (TS). Nilai konversi tertinggi dari hasil reaksi esterifikasi yang dihasilkan oleh katalis TL dengan nilai 87,55 % dan konversi tertinggi dari katalis TS sebesar 60,84 %. Nilai densitas asam terbesar yang dihasilkan oleh katalis TL yaitu 0,175 mmol/gram dan densitas asam tertinggi dari katalis TS yaitu sebesar 0,125 mmol/gram.

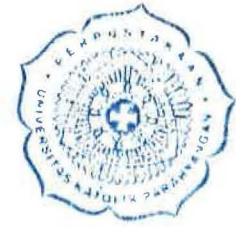


ABSTRACT

Acid catalyst is a catalyst that is often used in the industrial world. An acid catalyst is divided into two by the phase, which is the homogeneous acid catalyst and heterogeneous acid catalyst. Homogeneous acid catalyst has the disadvantage that because the catalyst is in the same phase with the reactants, so the separation process will be difficult to perform. While heterogeneous acid catalyst is easier to separated from the product and can be recycled.

The purpose of this study is to determine the effect of the amount of hydroxyethyl sulfonate acid used, the amount of TEOS used, and hydrothermal time on the quality of the resulting acid catalyst, and to test the performance of the catalyst in the esterification reaction of oleic acid. The catalysts are made from corn and using one-stage hydrothermal carbonization method. The catalysts are then characterized by the esterification reaction of oleic acid and titrated to determine the resulting methyl oleate conversion, and the catalyst to the titration to determine the acid density.

In the hydrothermal carbonization process with a one-stage method, the catalyst produced during 24 hours hydrothermal (TL) has a higher average conversion and average acid density than the catalyst produced during 4 hours hydrothermal (TS). The highest conversion of the results produced by the esterification reaction TL catalyst with a value of 87.55% and the highest of TS catalyst conversion of 60.84%. The acid density values produced by the catalyst TL is 0.175 mmol / gram and the highest density of catalyst TS acid in the amount of 0.125 mmol / gram.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam proses industri, penggunaan suhu yang lebih tinggi untuk mempercepat suatu reaksi seperti proses Haber untuk sintesis ammonia bisa saja dilakukan, akan tetapi biaya operasionalnya akan menjadi sangat mahal dikarenakan untuk meningkatkan suhu pada suatu proses produksi berarti menambah biaya untuk pasokan energi. Oleh karena itu, diperlukan suatu zat yang mampu mempercepat reaksi tanpa harus meningkatkan suhu atau tekanan sehingga biaya produksi menjadi lebih murah. Zat tersebut adalah katalis. Katalis itu sendiri berperan sebagai aktivator yang dapat menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi dapat berjalan lebih cepat (Brady, 1975).

Berdasarkan fasanya, katalis dibagi menjadi dua jenis, yaitu katalis homogen dan katalis heterogen. Katalis homogen memiliki fasa yang sama dengan reaktan, sedangkan katalis heterogen memiliki fasa yang berbeda dengan reaktan. Oleh karena itu, penggunaan katalis homogen memiliki kendala dalam hal pemisahan katalis baik dengan reaktan maupun hasil reaksinya (Arundhati dkk., 2011). Katalis homogen yang telah digunakan untuk reaksi organik oleh beberapa peneliti adalah katalis $AlCl_3$, $FeCl_3$, dan H_2SO_4 . Namun, katalis tersebut memiliki kelemahan, yaitu sifat racun yang tinggi, dapat menyebabkan korosi, hasil samping dalam jumlah besar dan perlu katalis dalam jumlah besar. Selain itu, katalis tersebut juga berdampak negatif terhadap lingkungan karena adanya ion klorida seperti yang diamati oleh Bonrath dan Netscher (2005) pada reaksi sintesis vitamin E. Produk bercampur dengan ion Cl^- sehingga menyebabkan kontaminasi pada air limbah (Bonrath dan Netscher, 2005). Oleh karena itu, penggunaan katalis homogen mulai beralih ke katalis heterogen.

Katalis heterogen memiliki keunggulan, yaitu mudah di regenerasi, memiliki ketahanan mekanik, ketahanan termal, stabilitas hidrotermal dan tidak menyebabkan korosi. mudah dipisahkan. Katalis padat yang ideal harus memiliki stabilitas yang tinggi, jumlah sisi aktif asam yang banyak, pori-pori yang besar, *hydrophobic*, dan murah. Katalis asam padat konvensional seperti Amberlyst-15, Nafion-NR50 dan Zirconia sulfat kebanyakan memiliki stabilitas yang

rendah dan harganya mahal. Oleh karena itu diperlukan upaya lebih lanjut untuk mengembangkan katalis asam heterogen dengan performa yang tinggi namun dengan harga yang lebih ekonomis. Sehingga banyak dikembangkan katalis berbasis dasar karbon. Katalis asam berbasis dasar karbon banyak diminati karena inert dan memiliki stabilitas termal yang tinggi (Liang Geng, *et al.*, 2011). Penelitian menunjukkan bahwa katalis asam berbasis dasar karbon dari pati merupakan katalis yang sangat efektif, *ecofriendly*, dan katalis asam padat yang menjanjikan dibandingkan dengan jenis katalis padat berbasis dasar karbon lainnya (Wen-Yong Lou, *et al.*, 2008). Pati jagung adalah pati yang baik untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan katalis asam berbasis dasar asam karena cukup mudah diperoleh.

Katalis berbasis dasar pati dapat disintesa dengan beberapa metode. Metode yang paling banyak digunakan adalah pembuatan katalis 2 tahap yang terdiri dari proses pirolisis dan dilanjutkan dengan proses sulfonasi. Tahap pirolisis pada metode ini menghasilkan banyak limbah karena *yield* produk relatif kecil (Liang, Li, & Qi, 2011). Disamping itu, tahap sulfonasi menggunakan larutan H_2SO_4 pekat yang sulit untuk dipisahkan (Xiao, YingxueGuo, XuezhengLiang, & ChenzeQi, 2010). Keseluruhan metode pembuatan katalis 2 tahap juga memakan waktu cukup lama. Banyak penelitian dilakukan untuk menyederhanakan metode tersebut menjadi 1 tahap dimana proses pirolisis dan sulfonasi dilakukan secara bersamaan dengan larutan H_2SO_4 pekat. Metode ini menghasilkan katalis dengan gugus fungsional yang sedikit dan mudah mengalami leaching (Hara *et al.*, 2004). Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan metode lain yaitu metode hidrotermal satu tahap, metode ini dipilih karena masih sedikit penelitian yang menggunakan metode hidrotermal satu tahap, dan larutan H_2SO_4 pekat diganti dengan 2- *Hydroxyethylsulfonic acid* yang berfungsi untuk membentuk gugus asam sulfonate pada proses sulfonasi. Pada metode ini luas permukaan katalis yang kecil diperbesar dengan penambahan TEOS. Pati yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan katalis akan dimodifikasi terlebih dahulu agar menghasilkan struktur katalis yang baik. Katalis yang dihasilkan diuji coba dalam reaksi esterifikasi asam oleat .

1.2 Tema Sentral Masalah

Katalis asam heterogen dapat dibuat dengan menggunakan bahan dasar pati yang dimodifikasi yaitu di glatinasi dan juga pati tanpa modifikasi. Pembuatan katalis dilakukan dengan

metode hidrotermal satu tahap, dengan menggunakan asam *2-hydroxyethylsulfonic* untuk membentuk gugus asam sulfonate pada proses sulfonasi dan tanpa atau dengan penambahan TEOS . Pembuatan katalis membutuhkan waktu dan campuran reaksi yang disesuaikan dengan kondisi optimum agar mendapat katalis dengan kualitas terbaik.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Apakah waktu hidrotermal dapat memberikan dampak pada kualitas katalis?
2. Apakah banyaknya TEOS dapat memberikan luas permukaan katalis yang lebih besar?
3. Apakah banyaknya asam *2-hydroxyethylsulfonic* dapat memberikan nilai *acid site density* yang besar ?

1.4 Premis

1. Proses gelatinasi dilakukan pada temperatur 70 °C selama 30 menit (Ratnayake, *et al*, 2006).
2. Pembuatan katalis menggunakan metode hidrotermal 1 tahap dengan temperatur pemanasan 180 °C selama 4 jam, pengeringan secara vakum pada temperatur 100 °C selama 24 jam (Wu Linxi, *et al*, 2012)
3. Penambahan TEOS akan meningkatkan luas permukaan katalis (Wu Linxi, *et al*, 2012)

1.5 Hipotesis

1. Penambahan jumlah asam *2-hydroxyethylsulfonic* akan meningkatkan densitas asam katalis yang dihasilkan (Wu Linxi *et al*, 2010).
2. Penambahan jumlah asam TEOS akan meningkatkan luas permukaan katalis yang dihasilkan (Wu Linxi *et al*, 2010).
3. Reaksi esterifikasi asam oleat membutuhkan katalis dengan luas permukaan yang besar (Amir Mehdi Dehkhoda *et al*, 2010).

1.6 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh banyaknya asam *2-hydroxyethylsulfonic* terhadap nilai *acid site density*
2. Mengetahui pengaruh penambahan TEOS terhadap luas permukaan katalis
3. Melakukan uji kinerja katalis dalam proses esterifikasi asam oleat

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian mengenai pembuatan katalis asam heterogen berbahan dasar pati memiliki manfaat bagi ilmuwan, industri, dan lingkungan.

1.7.1. Bagi Ilmuwan

1. Menambah pengetahuan para ilmuwan dalam mengembangkan katalis asam heterogen berbahan dasar pati
2. Mengetahui pengaruh dari penambahan TEOS pada pembuatan katalis berbahan dasar pati

1.7.2. Bagi Dunia Industri

1. Menemukan cara yang efektif untuk meningkatkan hasil produksi dan kualitas produk yang dihasilkan
2. Menurunkan biaya produksi dengan menggunakan katalis asam padat heterogen yang dibuat dari proses yang lebih sederhana

1.7.3. Bagi Lingkungan

1. Mengurangi limbah asam sulfat cair bagi lingkungan
2. Mengurangi dampak korosif dari penggunaan katalis homogen asam pada lingkungan