

# Optimaslisasi Kinerja Zeolit Alam Bayah Sebagai Katalis Untuk Pembuatan Triacetin Sebagai Aditif Premium

**Meri Yulvianti<sup>1</sup>, Nuryoto<sup>1</sup>, Muhammad Iqbal Sobari<sup>1</sup>, Sahrul Rijal<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: [meri\\_yulvianti@untirta.ac.id](mailto:meri_yulvianti@untirta.ac.id)

## ABSTRAK

Dewasa ini pengembangan energi alternatif sangat banyak dilakukan untuk mengatasi permasalahan energi, salah satunya adalah pembuatan biodiesel yang memiliki produk samping berupa gliserol. Seiring berkembangnya produksi biodiesel maka gliserol yang dihasilkan pun akan mengalami peningkatan. Pengolahan gliserol menjadi aditif berupa triacetin dapat menjadi alternatif dalam mengatasi melimpahnya gliserol dan dapat menjadi terobosan baru untuk menaikkan angka oktan premium dan angka setana pada minyak diesel. Penggunaan katalisator padat berupa zeolit alam Bayah dimaksudkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap katalisator impor dan menggali potensi alam yang belum termanfaatkan secara maksimal. Tujuan penelitian ini menentukan kondisi optimal zeolit dalam pembuatan triacetin dengan melakukan variasi pengadukan, suasana kondisi reaksi dan persen berat zeolit. Dan untuk diharapkan dapat menghasilkan teknologi baru yang sederhana, ekonomis dan ramah lingkungan serta dapat memberikan manfaat berupa pemecahan masalah produk samping dari proses pembuatan biodiesel sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi dari produksi biodiesel tersebut. Penelitian ini dilakukan pada reactor *batch*. Kondisi optimal yang dicapai dalam pembuatan triacetin ini adalah pada kecepatan 600 rpm, perbandingan massa katalis 3% dan rasio perbandingan mol reaktan 1:3 mol gliserol : mol asam asetat, dengan konversi sebesar 89,90 %.

Kata kunci: biodiesel, triasetin, zeolite

## ABSTRACT

*Researches of alternative energy resources have been massively done to overcome the problem of energy recently. One of the researches is synthetic biodiesel that also produce glycerol as by product. The abundant of glycerol as biodiesel by product has attracted researchers to use glycerol to synthesize other molecules. Triacetin is one molecule that can be synthesized from glycerol. It can be used as premium additive that can raise the octane number on premium fuel and cetane number on diesel fuel. Solid catalyst such as natural zeolite from Bayah Banten is used to minimize the use of imported expensive catalyst and to maximize the use of the natural potential in Banten province. The aim of his research is to use the glycerol as a precursor to produce triatin.*

*The optimum of zeolite condition has been determined by mixing speed variation, reaction conditions, and weight percentage of zeolite. This research is done in reactor batch. The optimum condition is reached when the mixing speed is 600 rpm, ratio 1:3 for the glycerol and acetic acid used, and catalyst mass 3%. The conversion of glycerol to triacetin in the optimum condition can reach up to 89,90 %.*

*Keyword: biodiesel, triacetin, zeolite*

## 1. PENDAHULUAN

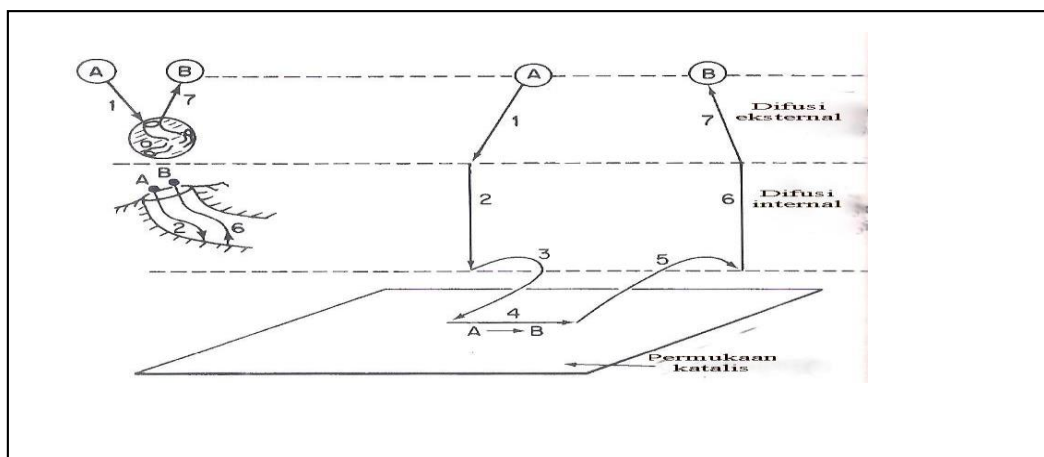
Penggunaan energi yang bersumber dari bahan bakar fosil yang merupakan sumber energi yang tidak dapat terbarukan (*Unrenewable Energy*) semakin meningkat seiring perkembangan zaman dan teknologi yang semakin maju. Peningkatan penggunaan bahan bakar fosil tersebut membuat semakin dikembangkannya sumber energi baru dan terbarukan (EBT). Salah satu sumber energi baru dan terbarukan yang dikembangkan adalah *biodiesel*. Biodiesel adalah salah satu bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodiesel antara lain minyak kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak pagar, dan beberapa jenis tumbuhan lainnya (Rahayu, 2006).

Biodiesel diproduksi melalui reaksi *transesterifikasi* minyak nabati dengan alkohol rantai pendek seperti metanol dengan bantuan katalis yang bersifat asam atau basa menghasilkan produk samping berupa *gliserol* (Van Gerpen, 2005). Secara ekivalensi hasil samping gliserol akan meningkat seiring semakin meningkatnya produksi biodiesel. Maka dari itu usaha pengolahan gliserol menjadi produk lain harus dilakukan. Gliserol bila diesterifikasi dengan asam asetat akan membentuk trigliserida yang sering disebut *triacetin* (*gliserol triasetat*). Kegunaan *triacetin* sangat banyak, dimana salah satunya adalah dapat digunakan sebagai aditif untuk menaikkan angka oktan premium dan angka setana pada minyak diesel. Pada penelitian mengenai triacetin sebelumnya (Nuryoto, dkk, 2011) pembentukan triacetin dilakukan dengan menggunakan katalis berupa resin penukar ion Indion 225 Na dan diperoleh konversi sebesar 41,7%. Pada penelitian ini katalis yang digunakan berupa katalis padat zeolit alam bayah. Penggunaan katalis ini merupakan suatu cara untuk memaksimalkan potensi sumber daya alam lokal yang saat ini melimpah dan penggunaannya terbatas. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana memaksimalkan sisi aktif, dan menghilangkan pengotor dari zat yang terkandung di dalam zeolit, sehingga kinerja zeolit meningkat dan dapat menghasilkan konversi gliserol menjadi *triacetin* yang maksimal. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimal zeolit dalam pembuatan triacetin dengan melakukan variasi pengadukan, Perbandingan rasio mol reaktan dan persen massa zeolit. Ruang lingkup penelitian meliputi labu leher tiga dengan sistem reaktor batch, gliserol teknis, asam asetat teknis dan katalisator alam Bayah Banten. Penggunaan bahan teknis pada penelitian ini ditujukan agar hasil penelitian ini dapat digunakan pada kondisi nyata. Senyawa pengaktif katalisator yang digunakan berupa asam sulfat. Gliserol (propa-1,2,3-triol) adalah senyawa netral dengan rasa yang manis dan tidak berwarna. Gliserol merupakan cairan kental dengan bobot molekul 92.09 g/mol yang memiliki titik lebur 20°C dan titik didih yang tinggi yaitu 290°C. Titik didih yang tinggi dimiliki oleh senyawa ini disebabkan adanya ikatan hidrogen yang sangat kuat antar molekul gliserol. Gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya, banyak zat dapat mudah larut dalam gliserol dibanding dalam air maupun alkohol. Oleh karena itu gliserol merupakan pelarut yang baik. Gliserol adalah produk samping produksi biodiesel dari reaksi transesterifikasi dan merupakan senyawa alkohol dengan gugus hidroksil berjumlah tiga buah.

Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Pagliaro dan Rossi dalam Ari Eko dkk,

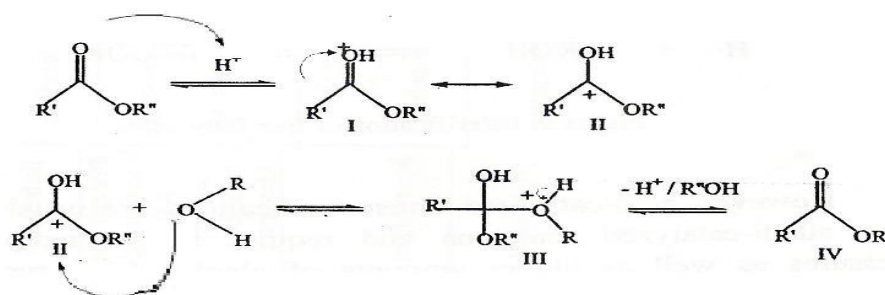
2012). Gliserol dapat dimurnikan dengan proses destilasi agar dapat digunakan pada industri makanan, farmasi atau juga dapat digunakan untuk pengolahan air. Sebagai produk samping industri biodiesel, gliserol belum banyak diolah sehingga nilai jualnya masih rendah. Penelitian tentang proses produksi turunan gliserol dalam satu dekade ini telah mulai banyak dilakukan. Industri turunan gliserin klasik, gliserol tri-nitrat yang digunakan sebagai bahan peledak, secara bertahap kehilangan dominasinya. Resin alkid berasal dari gliserin mewakili penggunaan tunggal terbesar dari gliserin dikombinasikan akhir-akhir ini. Dalam barang-barang toilet dan bidang makanan, ester dari gliserin, terutama ester parsial (mono- dan di-gliserida) telah menjadi komponen yang sangat khusus produk emulsi, memberikan kontribusi pengendalian atas kelembutan dari kecantikan, juga untuk margarin (Miner dan Dalton, 1953). Proses esterifikasi gliserol adalah salah satu metode yang banyak digunakan untuk memproduksi produk turunan gliserol. Dalam reaksi esterifikasi dihasilkan bermacam-macam ester yang mempunyai banyak kegunaan dan bernilai lebih tinggi. Produk dari konversi gliserol ini bersifat ramah lingkungan dan terbarukan karena bukan merupakan turunan dari minyak bumi. (Ari Eko dkk, 2012). Nama zeolit berasal dari kata "zein" yang berarti mendidih dan "lithos" yang artinya batuan, disebut demikian karena mineral ini mempunyai sifat mendidih atau mengembang apabila dipanaskan. Hal ini menggambarkan perilaku mineral ini yang dengan cepat melepaskan air bila dipanaskan sehingga kelihatan seolah-olah mendidih Zeolit merupakan kristal berongga yang terbentuk oleh jaringan silika alumina tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur dengan rongga yang di dalamnya terisi oleh logam alkali atau alkali tanah sebagai penyeimbang muatannya. Rongga-rongga tersebut merupakan suatu sistem saluran yang didalamnya terisi oleh molekul air (Ismaryata, dalam Dian Kusuma Rini dan Fendy Anthonius L, 2010). Zeolit alam mempunyai beberapa sifat di antaranya dehidrasi, adsorpsi, penukar ion, katalisator dan separator (Amelia, dalam Dian Kusuma Rini dan Fendy Anthonius L, 2010). Proses dehidrasi mempunyai fungsi utama melepas molekul air dari kerangka zeolit sehingga mempertinggi keaktifan zeolit dengan proses pemanasan. Dehidrasi menyebabkan zeolit mempunyai struktur pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah besar substansi selain air dan mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran molekul dan kepolarannya. Zeolit alam mempunyai struktur rangka, mengandung ruang kosong yang ditempati oleh kation dan molekul air yang bebas sehingga memungkinkan pertukaran ion atau *chemisorptions* (Adamson, dalam Dian Kusuma Rini dan Fendy Anthonius L). Dengan adanya rongga intra kristalin, zeolit dapat digunakan sebagai katalis. Reaksi katalitik dipengaruhi oleh ukuran mulut rongga dan sistem alur, karena reaksi ini tergantung pada difusi pereaksi dan hasil reaksi. (Dian Kusuma Rini dan Fendy Anthonius L). Zeolit alam adalah mineral dengan struktur kristal alumino silikat yang berbentuk rangka (framework) tiga dimensi, mempunyai rongga dan saluran, serta mengandung ion Na, K, Mg, Ca dan Fe serta molekul air. Zeolit terdiri dari tiga komponen, yaitu kerangka Alumino-silikat, ion-ion, dan molekul air (Setiono, Marlene, 2011). Pada umumnya zeolit alam masih mengandung pengotor-pengotor organik dan anorganik yang menutupi porinya, sehingga untuk meningkatkan kemampuan daya serap zeolit alam harus dilakukan aktivasi terlebih dahulu (Khairinal dan Trisunaryanti, dalam Dian Kusuma Rini dan Fendy Anthonius L). Penelitian ini akan dilakukan dengan mengamati kemampuan zeolit dalam mengadsorpsi air di udara sehingga kita dapat mengkaji pengaruh aktivasi terhadap performansi zeolit sebagai adsorben air. Selain itu, penelitian ini ditujukan untuk mencari pengaruh suhu, volume, dan konsentrasi NaOH terhadap adsorpsi uap air di udara, serta mendapatkan karakteristik zeolit dalam menyerap air pada berbagai suhu dan kelembaban. *Triacetin* merupakan senyawa hasil reaksi esterifikasi antara gliserol dan asam asetat. *Triacetin* merupakan produk yang dihasilkan dari reaksi antara gliserol dan asam asetat yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan aditif bahan bakar minyak untuk menaikkan angka oktan (octane booster). Bilangan oktan adalah angka yang menunjukkan seberapa besar tekanan yang bisa diberikan sebelum Bensin





**Gambar 2 Tahap – tahap reaksi katalis heterogen**

Mekanisme reaksi esterifikasi menggunakan katalis zeolit pada penelitian ini diawali dengan difusi reaktan yang terdiri dari campuran gliserol dan asam asetat serta Etanol yang masuk ke dalam mulut pori zeolit. Ukuran pori zeolit yang cocok dengan ukuran molekul reaktan memudahkan masuknya reaktan ke dalam pori zeolit. Sifat hidrofobik zeolit teraktivasi juga memudahkan adsorpsi reaktan ke dalam mulut pori zeolit. Reaktan akan diadsorpsi ke bagian permukaan aktif zeolit dan reaksi esterifikasi akan berlangsung pada permukaan aktif yang terdapat dalam pori zeolit. Haerudin *et al.* (2007) menggambarkan mekanisme reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam yang ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3 Mekanisme reaksi esterifikasi menggunakan katalis asam**

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Prosedur Percobaan

Prosedur penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap *pretreatment*, tahap pengambilan sampel, dan terakhir tahap analisa sampel.

#### 2.1.1. Pretreatment (Pengaktifan Zeolit)

Tahap yang pertama kali dilakukan adalah tahap *pretreatment* yaitu pengaktifan zeolit. Pada tahap ini, pertama kali dilakukan adalah penghancuran zeolit. Zeolit ini dihancurkan untuk menyesuaikan ukuran katalis yang dibutuhkan yaitu 40 mesh. Setelah zeolit dihancurkan, zeolit tersebut diayak melewati susunan ayakan hingga didapat berat sesuai variasi yang

ditentukan. Zeolit yang sudah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 2N selama 2 jam. Setelah itu, zeolit tersebut disaring dengan kertas saring. Zeolit tersebut dicuci dengan aquades sebanyak tiga kali. Selanjutnya zeolit tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu 110<sup>0</sup>C selama 1 jam.

### **2.1.2. Pengambilan Sampel (Reaksi Esterifikasi)**

Tahap selanjutnya adalah tahap reaksi esterifikasi dengan menggunakan alat yang sudah dirangkai yaitu terdiri dari labu leher tiga, agitator, jaket pemanas, dan kondenser. Selanjutnya, bahan-bahan reaksi esterifikasi disiapkan, yaitu asam asetat, gliserol, zeolit yang sudah diaktifkan. Bahan-bahan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang sudah dirangkai. Proses pemanasan, dilakukan pada suhu maksimum yaitu 100<sup>0</sup>C. Ketika suhu sudah tercapai 100<sup>0</sup>C, sampel awal atau A<sub>0</sub> diambil. Setelah sampel awal didapat suhu dijaga konstan selama 90 menit. Selama waktu tersebut, dilakukan pengambilan sampel asam bebas (A<sub>1</sub>-6) dalam selang waktu 15 menit.

### **2.1.3. Analisa Sampel**

Tahap terakhir, yaitu tahap analisis sampel. Tahap analisis ini dibagi menjadi dua yaitu analisis sampel awal (A<sub>0</sub>) dan sampel asam bebas (A<sub>1</sub>-6).

#### **2.1.3.1. Analisa Sampel Awal**

Pada tahap analisis sampel awal (A<sub>0</sub>), sampel diambil sebanyak satu gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Sampel tersebut ditambahkan dengan larutan KOH alkoholik sebanyak 50 ml. Sampel dipanaskan dan *direfluks* dengan menggunakan kondenser *buble pipe* selama satu jam. Setelah satu jam, sampel didinginkan hingga suhu sama dengan suhu ruangan. Sampel dititrasi dengan larutan HCl 0.5 N yang sebelumnya sudah ditambahkan dengan indikator PP sebanyak 2-3 tetes. Proses titrasi dilakukan hingga sampel berubah warna, merah jambu menjadi putih bening dan mencatat volume HCl.

#### **2.1.3.2. Analisa Sampel Asam Bebas (A<sub>1</sub>-6).**

Selanjutnya adalah tahap analisis sampel asam bebas (A<sub>1</sub>-6), sampel diambil sebanyak satu gram dengan perlakuan yang sama seperti sampel awal (A<sub>0</sub>). Sampel tersebut ditambahkan dengan larutan KOH alkoholik sebanyak 10 ml dan indikator PP sebanyak 2-3 tetes. Sampel dipanaskan dan *direfluks* selama lima belas menit. Setelah itu, sampel didinginkan hingga sama dengan suhu ruangan. Sampel dititrasi dengan larutan NaOH 0.5 N hingga sampel berubah warna, dari putih bening menjadi merah jambu. Volume NaOH yang dibutuhkan dicatat. Prosedur tersebut diulangi dengan variasi pengadukan, perbandingan gliserol dan asam asetat dan persen berat zeolit. yang sudah ditentukan secara berurutan.

## **2.2. Alat dan Bahan**

### **2.2.1. Alat**

Alat yang digunakan untuk reaksi *esterifikasi* terjadi di dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan alat pemanas mantel, gelas piala, pengaduk mercuri, pendingin balik, termometer dan pengambil sampel disusun menjadi suatu rangkaian alat seperti gambar di bawah ini

### **2.2.2. Bahan**

Bahan yang digunakan menghasilkan triacetin dari hasil reaksi esterifikasi pada penelitian ini adalah Larutan asam asetat 7 mol (98%), PT Brataco, Larutan gliserol 1 mol, PT Brataco, Zeolit alam bayah 3% berat asam asetat, 40 mesh

### 2.3. Variabel Percobaan

Variabel percobaan ini terdiri dari variabel tetap dan variabel berubah, di bawah ini merupakan variabel yang dilakukan Variabel tetap dari percobaan ini terdiri dari: Konsentrasi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk aktivasi zeolit, yaitu 2N dan perendaman selama 2 jam, Waktu reaksi esterifikasi, yaitu 90 menit, Suhu pemanasan zeolit 110<sup>0</sup>C, Suhu Reaksi Esterifikasi 100<sup>0</sup>C. Variabel berubah dari percobaan ini terdiri dari Kecepatan pengadukan reaksi esterifikasi 500, 600, 700 dan 800rpm, perbandingan pereaksi esterifikasi (asam asetat : gliserol), yaitu 7 : 1, 5:1, 3:1, Massa katalis yang digunakan, yaitu 3% , 5%, 7% dan 9% dari massa asam asetat.

### 2.4. Analisis Hasil Reaksi

Hasil dari reaksi esterifikasi terdiri dari sampel asam awal (A0) dan sampel asam sisa (A1-6). Untuk menganalisis kadar triacetin yang terbentuk dari hasil reaksi, asam awal dan asam sisa dihitung konsentrasi asam asetatnya dengan menggunakan metode titrasi. Pada sampel asam awal (A0) dititrasi dengan larutan HCL 0.5 N, sedangkan sampel asam sisa (A1-6) dititrasi dengan larutan NaOH 0.5 N. Setelah konsentrasi dari setiap sampel diketahui, kadar triacetin yang terkandung di dihitung dengan reaksi stoikometrinya. Nilai konversi didapat dari hasil rasio reaktan yang bereaksi dengan reaktan mula-mula.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan katalis padat Zeolit alam bayah dan bervariasi variabel kecepatan pengadukan, massa katalis, dan perbandingan rasio mol dengan harapan mendapatkan kondisi operasi optimum.

### 3.1. Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Kecepatan pengadukan pada sistem reaksi dapat memperbesar kemungkinan tumbukan antar molekul zat-zat yang bereaksi, ini menyebabkan laju reaksi yang terjadi semakin besar. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan 500 rpm, 600 rpm, 700 rpm dan 800 rpm terhadap konversi gliserol disajikan di tabel 1 dan gambar 9 dibawah ini

**Table 1 Pengaruh kecepatan pengadukan  
(Suhu 110<sup>0</sup>C, Perbandingan mol pereaksi ( 3 gliserol: 1 asam asetat)**

Waktu (menit)	Konversi gliserol pada berbagai variasi pengadukan (%)			
	500 rpm	600 rpm	700 rpm	800 rpm
15	65.286	87.363	76.554	69.294
30	67.726	88.723	69.119	70.850
45	69.658	87.899	74.349	72.184
60	64.727	89.176	76.111	73.104
75	73.440	91.760	75.441	74.371
90	74.054	89.896	75.429	76.118

Dari Table 1 di atas konversi optimum diperoleh pada kecepatan pengadukan 600 rpm yaitu sebesar 91,76%, sedangkan pada kecepatan pengadukan 500 rpm konversi yang dihasilkan

lebih kecil dari kecepatan pengadukan 600 rpm yaitu sebesar 73,44%. Hal ini dapat di jelaskan besarnya pengadukan akan berdampak pada meningkatnya turbulensi pada sistem reaksi dan akan menyebabkan menipisnya lapisan film (Fogler, 2006). Kondisi tersebut dampak meningkatkan disperse serta kontak antara partikel katalis dengan molekul-molekul reaktan sehingga meningkatkan laju reaksi. Laju reaksi yang meningkat akan berdampak peningkatan konversi yang dihasilkan

Kecepatan pengadukan yang tinggi tidak serta merta akan menaikkan turbulensi fluida dan katalisator, justru pada kondisi tertentu akan mempunyai dampak sebaliknya. Seperti pada pengadukan 700 dan 800 rpm dimana konversi yang dihasilkan lebih kecil dari 600 rpm, data konversi yang didapatkan adalah sebesar 75,44% dan 74,37%. Kondisi ini disebabkan karena gerakan katalisator cenderung mengikuti putaran fluida dan menempel di dinding-dinding reaktor dengan dinaikannya kecepatan pengadukan, sehingga gesekan fluida ke dinding katalisator meningkat dan terjadi stagnansi gerakan dari partikel katalisator

### 3.2. Pengaruh Massa Katalis

Katalisator berfungsi menurunkan energi aktivasi. Penurunan energi aktivasi menyebabkan laju reaksi akan meningkat. Pengaruh konsentrasi katalis disajikan pada tabel 2.

**Table 2 Pengaruh Konsentrasi Katalis**

(Suhu 110 °C, Perbandingan mol pereaksi ( 3 gliserol: 1 asam asetat)

Waktu (Menit)	Konversi (%)			
	3%	5%	7%	9%
15	57,40	47,50	52,92	46,51
30	68,02	51,95	54,89	48,22
45	68,30	50,90	43,16	54,38
60	77,47	51,42	59,08	54,23
75	71,27	54,95	50,25	53,16
90	76,14	55,73	55,21	48,75

Berdasarkan gambar 10 konversi optimum yang diperoleh yaitu pada konsentrasi 3% massa katalisator (zeolit) sebesar 76,14%. Sedangkan untuk peningkatan konsentrasi katalisator sebesar 5%, 7% dan 9% mengalami penurunan konversi menjadi 55,73%, 55,21% dan 48,75%. Pada prinsipnya penambahan katalisator akan mempercepat laju reaksi, hal ini dikarenakan semakin banyak sisi aktif yang dapat digunakan untuk reaksi. Dengan demikian akan mengakibatkan konversi gliserol menjadi triacetin akan semakin tinggi. Namun pada data yang didapat peningkatan konsentrasi katalisator justru menyebabkan konversi gliserol mengalami penurunan. Hal ini dapat disebabkan karena dengan penambahan katalis dapat mengakibatkan *dead zone* pada bagian dasar reaktor. *Dead zone* ini terjadi karena penimbunan katalis zeolit yang mengakibatkan semakin sedikit reaktan yang berdifusi kedalam sisi aktif katalis. Selain itu dengan peningkatan jumlah katalis menyebabkan semakin cepatnya laju reaksi yang akan berdampak pada peningkatan jumlah air yang terbentuk, sehingga air menjadi penghambat difusi reaktan ke sisi aktif katalisator. Hal ini sejalan dengan penelitian Nuryoto, dkk (2013) mengenai studi peningkatan unjuk kerja Indion 225 Na pada proses sintesis gliserol karbonat yang mendapatkan konversi tertinggi pada variasi 1% massa zeolit, dan mengalami penurunan pada peningkatan variasi konsentrasi 3%, 5% dan 7%. Menurut analisa Wibawa dan Juhairiyah (2013) dalam Nuryoto, dkk (2013) peningkatan konsentrasi katalisator akan mempercepat laju reaksi dan mempercepat air yang terbentuk di awal, sehingga air akan menjadi penghambat difusi reaktan ke sisi aktif



katalisator. Hal ini disebabkan sifat dari zeolit yang hidrofilik. Molekul yang polar (misal amoniak atau air) akan berinteraksi lebih kuat dengan gradien medan elektronik intrakristal, dibanding molekul-molekul non polar. Zeolit yang banyak mengalami substitusi kerangka isomorfis, sehingga cenderung memilih molekul-molekul yang polar untuk diadsorpsi. (Dewi Yuanita, 2010). Terbentuknya air yang terlalu cepat pada proses reaksi adalah akan menyebabkan proses reaksi mengalami penurunan cukup berarti.

### 3.3. Pengaruh Perbandingan Rasio Mol Reaktan

Pengaruh perbandingan Rasio mol reaktan disajikan pada Tabel 3.

**Table 3 Pengaruh Perbandingan Rasio Mol Reaktan**

Waktu (Menit)	Konversi %		
	1 Gliserol : 7 Asam asetat	1 Gliserol : 5 Asam asetat	1 Gliserol : 3 Asam asetat
15	57.40	80.89	87.36
30	68.02	79.76	88.72
45	68.30	82.62	87.90
60	77.47	82.51	89.18
75	71.27	82.58	91.76
90	76.14	86.73	89.90

Menurut asas Le Chatelier dimana bila mol reaktan ditambahkan maka arah reaksi akan bergeser ke arah produk sehingga semakin besar asam asetat yang ditambahkan maka produk yang dihasilkan akan semakin besar, sehingga seharusnya perbandingan rasio mol 1 gliserol : 7 asam asetat memiliki konversi yang lebih tinggi dibandingkan perbandingan rasio mol reaktan 1 gliserol : 3 asam asetat dan 1 gliserol : 5 asam asetat. Berdasarkan data yang diperoleh ditunjukkan pada gambar 4.3 konversi optimum yang diperoleh yaitu pada perbandingan rasio mol reaktan 1 gliserol : 3 asam asetat sebesar 91.76%. Sedangkan untuk perbandingan rasio mol reaktan 1 gliserol : 5 asam asetat, dan 1 gliserol : 7 asam asetat mengalami penurunan konversi menjadi 86,73% dan 77,47%. Hal ini dapat disebabkan karena dengan peningkatan jumlah perbandingan mol asam asetat semakin banyak kadar air. Air ini merupakan tahanan bagi reaktan untuk berdifusi ke dalam sisi aktif katalisator sehingga dapat menurunkan kerja zeolit dan berdampak pada penurunan konversi asam asetat menjadi triacetin. Setiap tahap pembentukan triacetin menghasilkan 1 molekul air, sehingga dalam pembentukan triacetin dibutuhkan 1 molekul gliserol 3 molekul asam asetat dan 3 molekul air sebagai produk samping. Oleh sebab itu pada tahap awal reaksi akan semakin banyak air yang terbentuk dan asam asetat yang diperlukan untuk reaksi. Air yang merupakan tahanan bagi reaktan untuk berdifusi ke dalam sisi aktif katalisator menyebabkan pada reaksi tahap selanjutnya terjadi penurunan konversi asam asetat karena asam asetat tidak ikut bereaksi. Dari variasi yang dilakukan pada penelitian ini, kondisi terbaik yang dicapai dalam penelitian ini adalah pada kecepatan 600 rpm, perbandingan massa katalis 3% dan rasio perbandingan mol reaktan 1:3 mol gliserol : mol asam asetat, dengan konversi asam asetat sebesar 89,90 % dan berdasarkan hasil analisa GCMS didapatkan kadar triacetin sebesar 0,64. Hal ini menunjukkan bahwa konversi asam asetat sebesar 89,90% baru terkonversi menjadi monoacetin dan diacetin dan hanya sedikit yang terkonversi menjadi triacetin.

## 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan pengaktivasian zeolit menggunakan

larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2N, selama 2 jam perendaman, suhu pemanasan zeolit 110<sup>o</sup>C dan waktu reaksi selama 90 menit suhu 100<sup>o</sup>C dapat diambil kesimpulan bahwa kondisi optimal yang dicapai dalam pembuatan triacetin ini adalah pada kecepatan 600 rpm, perbandingan massa katalis 3% dan rasio perbandingan mol reaktan 1:3 mol gliserol : mol asam asetat, dengan konversi sebesar 89,90 %, Namun konversi asam asetat yang dihasilkan tidak sepenuhnya terkonversi menjadi triacetin, terdapat monoacetin dan diacetin. Dalam pembuatan triacetin, gliserol yang digunakan sebaiknya menggunakan gliserol yang berasal langsung dari produk samping hasil pembuatan biodiesel, sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelebihan dibanding dengan menggunakan gliserol teknis. Sebaiknya dilakukan treatment khusus untuk menghilangkan kandungan air awal dalam gliserol dan asam asetat untuk meningkatkan konversi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ari dkk. 2012. *Potensi Gliserol dalam Pembuatan Turunan Gliserol melalui Proses Esterifikasi*. Jurnal Ilmu Lingkungan. Semarang
- Buchori Luqman dan Budiyo. 2003. *Aktivasi Zeolit dengan Menggunakan Perlakuan Asam dan Kalsinasi*
- C, S. Miner, N. N. Dalton. 1953. *Glycerol volume 117 dari Monographs- American Chemical Society*
- Fogler, S.H. 2006. *Elements Of Chemical Reaction Engineering, 4<sup>th</sup> Edition Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences*.
- Kasim, Rahmiyati. 2010. *Desain Esterifikasi Menggunakan Katalis Zeolit Pada Proses Pembuatan Biodiesel dari Crude Palm Oil (CPO) Melalui Metode Dua Tahap Esterifikasi- Transesterifikasi*. Sekolah Pasca Sarjana Institute Pertanian Bogor. Bogor
- Kasim, Rahmiyati. 2012. *Esterifikasi Asam Lemak Bebas Pada Campuran Asam Oleat dan Minyak Sawit Murni Menggunakan Microwave*. Laporan Penelitian Pengembanagn IPTEK Dana PNBPN Tahun Anggaran 2012. Gorontalo
- Nuryoto dkk. 2010. *Uji Performa Katalisator R Resin Penukar Ion Untuk Pengolahan Hasil Samping Pembuatan Biodiesel Menjadi Triacetin*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010
- Nuryoto dkk. 2011. *Kinetika Reaksi Esterifikasi Gliserol dengan Asam Asetat Menggunakan Katalisator Indion 225 Na*. Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 5, No. 2, 2011
- Nuryoto dkk. 2013. *Studi Peningkatan Unjuk Kerja Indion 225 Na Pada Proses Sintesis Gliserol Karbonat*. Prosiding Seminar Nasional Matematika, Sains, dan Teknologi. Volume 4, Tahun 2013, B-96-B103.
- Pereria, Carla.S.M dkk. 2008. *Thermodynamic Equilibrium and Reaction Kinetics for the Esterification of Lactic Acid with Ethanol Catalyzed by Acid Ion- Exchange Resin*. American Chemical Society
- Rahayu Martini. 2006. *Teknologi Proses Produksi Biodiesel*. Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak
- Rini, Dian Kusuma dan Fendy Anthonius L. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang
- Rochmadi dkk. .2012. *Sintesa Bioaditif Dari Gliserol, Limbah Pabrik Biodiesel Berbahan Baku CPO, yang Beroperasi Secara Kontinyu, Kapasitas 15 L/Hari*. Ringkasan Eksekutif Hasil-hasil Penelitian Tahun 2012. Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian Dengan Perguruan Tinggi (KKP3T)
- Setiono, Marlene. 2011. *Adsorpsi Repetitif Komponen Tetes Tebu Dengan Kalium Zeolit*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Katolik Parahyangan. Bandung
- Van Gerpen, J. 2005. *Biodiesel processing and production*. Fuel Processing Technology 86(10): 1097-1107.