

UJI PERFORMA KATALISATOR RESIN PENUKAR ION UNTUK PENGOLAHAN HASIL SAMPING PEMBUATAN BIODIESEL MENJADI TRIACETIN

Nuryoto^[1], Hary Sulisty^[2], Suprihastuti Sri Rahayu^[2], dan Sutijan^[2]

^[1]Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jendral Sudirman KM.3 Cilegon, Banten
E-mail : bagasrafiif@yahoo.com
Telp. 088216287723

^[2]Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No 2, Yogyakarta 55281

Abstrak

Produk samping berupa gliserol selama ini menjadi kendala yang cukup berarti pada pembuatan biodiesel. Untuk itu, perlu adanya usaha untuk mengatasi masalah tersebut yang dapat memberikan nilai tambah. Salah satunya dengan mengolahnya menjadi triacetin. Pembuatan triacetin dilakukan dengan mereaksikan gliserol dan asam asetat dengan menggunakan katalisator padat berupa resin penukar ion indion 225Na. Penggunaan katalisator padat dimaksudkan agar memudahkan dalam pemisahan hasil.

Pembuatan triacetin dilakukan dengan reaktor batch pada perbandingan pereaksi 7 gmol asam asetat/gmol gliserol, konsentrasi katalisator 3% berat asam asetat, dan kecepatan pengadukan 1000 rpm. Variabel yang divariasikan adalah suhu dan ukuran diameter katalisator. Pengambilan sampel setiap 15 menit sampai waktu reaksi 90 menit untuk dianalisis kadar asam bebasnya. Diawal reaksi sampel dianalisis asam totalnya secara volumetri.

Hasil percobaan menunjukkan semakin besar suhu reaksi dan semakin kecil ukuran diameter partikel laju reaksi semakin meningkat. Konversi tertinggi yang diperoleh sebesar 42,3% pada suhu 373K, dan ukuran diameter katalisator 0,046cm. Namun pada suhu 373K terjadi perubahan warna katalisator yang cukup signifikan yaitu dari coklat cerah menjadi coklat kehitaman.

Kata kunci: biodiesel; resin penukar ion; triacetin

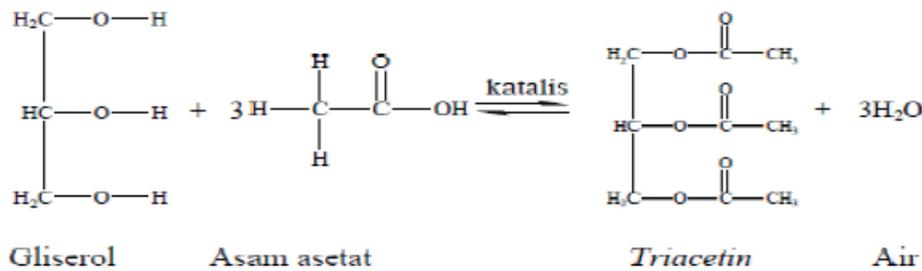
1. Pendahuluan

Jenis sumber energi baru dan terbarukan (EBT) yang menjadi perhatian dewasa ini adalah biofuel, termasuk biodiesel, bioetanol, dan bio-oil (Dewan Riset Nasional, 2006). Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang terbuat dari minyak nabati dengan alkohol. Pada pembuatan biodiesel akan diperoleh hasil samping berupa gliserol. Jika pembuatan biodiesel meningkat, maka secara ekivalensi hasil samping gliserol juga akan meningkat. Untuk itu usaha pengolahan gliserol menjadi produk lain harus dilakukan.

Gliserol bila diesterifikasi dengan asam asetat akan membentuk *triacetin*. Kegunaan *triacetin* sangat banyak baik untuk keperluan bahan makanan maupun non makanan. Untuk bahan makanan, *triacetin* dapat digunakan sebagai bahan aroma pada permen (gula-gula), minuman dari susu, minuman ringan dan permen karet. Sedangkan untuk bahan non makanan *triacetin* dapat digunakan untuk pelarut pada parfum, tinta cetak, pelarut pada aroma, plastisizer untuk resin selulosa, polimer dan ko-polimer, bahkan dapat digunakan sebagai bahan aditif bahan bakar untuk mengurangi knocking pada mesin mobil (www.wikipedia.com).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh ukuran diameter katalisator dan suhu reaksi terhadap konversi yang dihasilkan pada reaksi esterifikasi antara asam asetat dan gliserol dan mengamati perubahan warna katalisator pada tiap perubahan suhu.

Mekanisme reaksi esterifikasi gliserol dan asam asetat menjadi *triacetin* sebagai berikut:



Pembuatan *triacetin* antara gliserol dan asam asetat telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, baik dengan katalisator fase cair dan fase padat. Anindito (2008) telah melakukan pembuatan *triacetin* antara gliserol dan asam asetat dengan katalisator asam sulfat, konversi tertinggi diperoleh pada perbandingan pereaksi 6 gmol asam asetat/gmol gliserol, konsentrasi katalisator 0,67% berat gliserol, dan konversi 85%. Gelosa dkk. (2003) mempelajari reaksi esterifikasi gliserol dengan asam asetat memakai katalisator berupa resin amberlyst-15 dalam reaktor kromatografi. Konversi tertinggi diperoleh pada suhu 373K, perbandingan pereaksi 3,9 gmol asam asetat/gmol gliserol yaitu sebesar 50%. Sementara Nuryoto dkk. (2010) telah melakukan esterifikasi gliserol dan asam asetat dengan katalisator indion 225Na pada suhu 343K, kecepatan pengadukan 1000 rpm, dengan memvariasikan perbandingan pereaksi 3-7 gmol asam asetat/gmol gliserol, konsentrasi katalisator 1-9% berat asam asetat, dan ukuran diameter katalisator -16 dan +25mesh (lolos pada 16mesh dan tertahan di 25mesh). Konversi tertinggi diperoleh pada perbandingan pereaksi 7 gmol asam asetat/gmol gliserol dan konsentrasi katalisator 3% berat asam asetat yaitu sebesar 40,7%.

Penggunaan katalisator padat berupa penukar ion dimaksudkan akan memudahkan pemisahan hasil dan penggunaan bisa berulang-ulang, karena katalisator padat berupa penukar ion yang telah jenuh dapat diaktifkan lagi dengan regenerasi (Choi dkk., 1996). Beberapa peneliti telah melakukan penelitian dengan menggunakan katalisator penukar ion seperti Pireira dkk. (2008) mengevaluasi kinetika dan kesetimbangan termodinamika pada esterifikasi asam laktat dengan etanol memakai amberlyst-15. Hasil percobaan menunjukkan data kinetika untuk reaksi permukaan merupakan langkah yang menentukan dan kesetimbangan reaksi dipengaruhi oleh suhu.

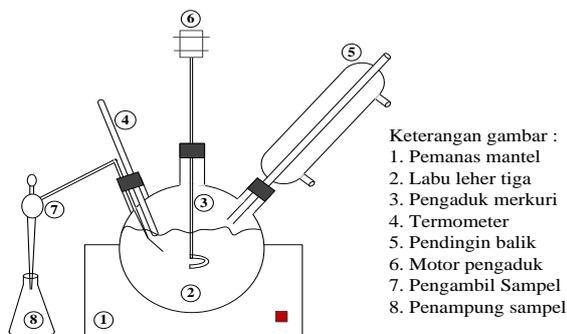
2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1. Bahan Penelitian

Gliserol ($\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$) berupa gliserol teknis yang telah dievaporasi, setelah dianalisis dengan cara volumetri memiliki kadar 82,5% dengan rapat massa $1,23 \text{ g/cm}^3$. Asam asetat (CH_3COOH) berupa asam asetat p.a. Merck memiliki kadar 99,8 % dengan rapat massa $1,05 \text{ g/cm}^3$, dan katalisator indion 225 Na yang *treatment* dengan HCl 5% kemudian dicuci, dikeringkan, dan diayak, diperoleh diameter partikel katalisator rerata 0,046, 0,078, dan 0,10cm.

2.2. Alat Penelitian

Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Reaktor yang digunakan berupa labu leher tiga volume 0,5 liter dan dilengkapi dengan pengaduk merkuri, pemanas mantel, termometer, pendingin balik, pengambil sampel, dan penampung sampel.



Gambar 1. Rangkaian alat esterifikasi gliserol dan asam asetat

2.3. Jalannya Penelitian

Gliserol dengan volume tertentu dimasukkan ke dalam reaktor, kemudian dipanaskan sampai mendekati suhu yang diinginkan. Asam asetat dengan volume tertentu dipanaskan sampai suhu tertentu dalam gelas piala, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor, dan reaktor dipanaskan sampai suhu yang diinginkan, sambil pengaduk dijalankan. Ambil contoh larutan untuk dianalisis konsentrasi asam awal/asam total (Ao). Selanjutnya katalisator dimasukkan dan waktu dicatat sebagai waktu awal reaksi. Setiap selang waktu 15 menit contoh diambil untuk dianalisis asam bebas (Ab). Reaksi dihentikan setelah waktu reaksi 90 menit. Percobaan diulangi dengan mempelajari pengaruh ukuran diameter katalisator dan pengaruh suhu.

2.4. Analisis Hasil

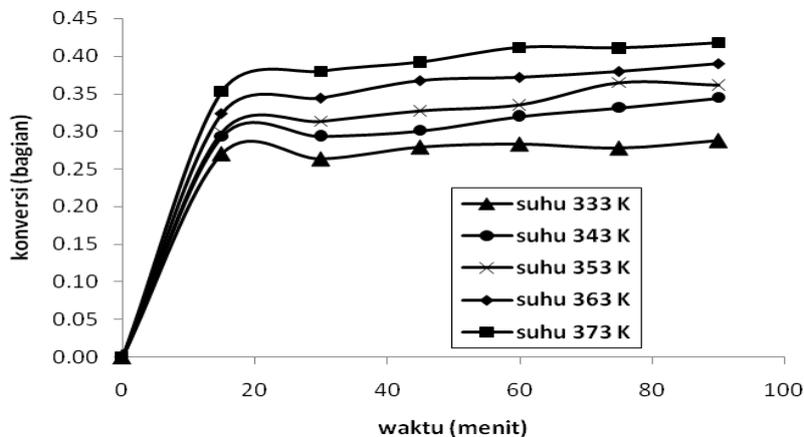
Analisis asam total (Ao) dilakukan dengan cara volumetri menggunakan asam klorida (menurut metode FBI AO3-03), sementara asam bebas dianalisis menggunakan NaOH (menurut metode AOCS CA 30-63 atau ASTM D-664, FBI AO1-03). Perhitungan konversi pereaksi berdasarkan hasil dari pengurangan antara asam total dikurangi asam bebas dibagi dengan asam total.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan memvariasikan variabel ukuran diameter katalisator yaitu 0,046-0,100cm, dan suhu reaksi 333-373K, dengan pengadukan yang tinggi yaitu 1000 rpm dimaksudkan agar mampu untuk memperbesar kemungkinan tumbukan antar molekul zat-zat yang bereaksi sehingga akan semakin memperbesar laju reaksi (Prausnitz dkk., 1999), dan menaikkan turbulensi fluida yang akan menyebabkan berkurangnya lapisan film sehingga hambatan eksternal akan semakin kecil (Fogler, 2006).

3.1. Pengaruh suhu

Secara detail pengaruh suhu terhadap konversi reaktan disajikan pada Gambar 2 berikut:

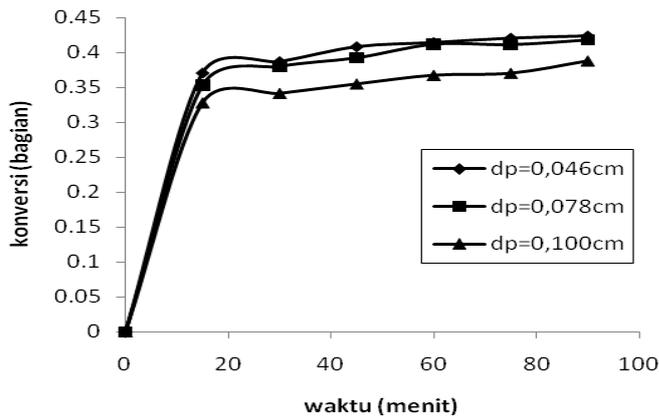


Gambar 2. Hubungan antara konversi dan waktu pada pelbagai suhu pada diameter katalisator 0,078cm

Dari Gambar 2 terlihat bahwa konversi tertinggi pada kisaran suhu 343 – 373K dihasilkan pada suhu 373K yaitu sebesar 41,8%. Hal ini terjadi karena dengan dinaikan suhu reaksi maka energi yang dimiliki oleh molekul-molekul pereaksi bertambah besar sampai melebihi energi aktivasinya sehingga tumbukan antar molekul meningkat, dan ini berakibat pada meningkatnya laju reaksi. Terlihat secara visual setelah katalisator dikeluarkan dari reaktor pada akhir reaksi, pada suhu 333-363K katalisator tidak terjadi perubahan warna, tetapi pada suhu 373K terjadi perubahan warna katalisator dari coklat cerah menjadi coklat kehitaman, dan ini merupakan tanda-tanda terjadi *coking*.

3.2. Pengaruh ukuran diameter katalisator

Pengaruh ukuran diameter katalisator pada reaksi esterifikasi antara asam asetat dan gliserol disajikan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Hubungan antara konversi dan waktu pada pelbagai ukuran diameter katalisator pada suhu 373K

Dari Gambar 3 terlihat bahwa dengan semakin kecil ukuran diameter katalisator konversi yang dihasilkan meningkat. Hal ini terjadi karena semakin kecil ukuran diameter katalisator menyebabkan lapisan film antara cairan dan katalisator semakin kecil sehingga laju perpindahan massa pereaksi ke permukaan katalisator semakin besar, selain itu dengan semakin kecil ukuran diameter katalisator menyebabkan luas permukaan kontak antara pereaksi dan katalisator semakin besar, sehingga laju reaksi akan meningkat (Fogler, 2006). Dari ketiga variasi ukuran diameter katalisator yaitu 0,046cm, 0,078cm, dan 0,100cm konversi tertinggi dihasilkan pada ukuran diameter katalisator 0,046cm yaitu sebesar 42,3%. Hasil ini sesuai dengan apa yang dilakukan oleh Gangadwala dkk. (2003) yang memvariasikan ukuran diameter katalisator, dimana konversi yang dihasilkan meningkat dengan semakin kecil ukuran diameter katalisator.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Laju reaksi antara asam asetat dan gliserol dengan katalisator indion 225 Na akan lebih cepat dengan dinaikan suhu reaksi. Konversi tertinggi pada percobaan pengaruh suhu dengan menggunakan ukuran diameter katalisator 0,078cm, dengan kisaran suhu 333K-373K dihasilkan pada suhu 373K yaitu sebesar 41,8%, tetapi pada suhu 373K telah terjadi tanda-tanda terjadinya *coking*.
2. Semakin kecil ukuran diameter katalisator menyebabkan luas kontak dan laju perpindahan massa pereaksi ke permukaan katalisator semakin besar, dengan konversi tertinggi pada suhu reaksi 373K, dan kisaran ukuran diameter katalisator 0.046-0,100cm diperoleh pada ukuran diameter katalisator 0,046 cm yaitu sebesar 42,3%.

Daftar Pustaka

- Anindito, B., 2008, "Peningkatan Nilai Produk Gliserol Hasil Pembuatan Biodiesel," Skripsi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Choi, J. I., Hong, W. H., and Cham, H.N., 1996, "Reaction kinetics of Lactic Acid with Methanol Catalyzed by Acid Resins", *Int. J. Chem. Kinet.*, 28, 37-41.
- Dewan Riset Nasional, 2006, "Agenda Riset Nasional 2006 – 2009".
- Fogler, S.H., 2006, "Elements Of Chemical Reaction Engineering," 4th Edition Prentice Hall International Series in the Physical and Chemical Engineering Sciences.
- Gangadwala, J., Mankar, S., and Mahajani, S., 2003, "Esterification of Acetic Acid with Butanol in the Presence of Ion-Exchange Resins as Catalysts", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 42, 2146-2155
- Gelosa, D., Ramaioli, M., Valente, G., and Morbidelli, M., 2003, "Chromatographic Reactors: Esterification of Glycerol with Acetic Acid Using Acidic Polymeric Resins", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 42, 6536-6544.
- Nuryoto, Sulisty, H., Sri Rahayu, S., dan Sutijan, 2010, "Esterifikasi Gliserol dan Asam asetat Dengan Katalisator Indion 225 Na", Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke-16, PSIT UGM Yogyakarta.
- Pereira, C. S. M., Pinho, S. P., Silva, V. M. T. M., and Rodrigues, A.E., 2008, "Thermodynamics Equilibrium and Reaction Kinetics for the Esterification of Lactic acid with Ethanol Catalyzed by Acid Ion-Exchange Resin", *Ind. Eng. Chem. Res.*, 47, 1453-1463.



SEMILAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2010
ISSN : 1411-4216

Prousnitz, J.M., Lichtenthaler, R.N., and Azevedo, E.G., 1999, "Molecular Thermodynamics of Fluid Phase Equilibria, 3rd ed., pp. 213-299, 417-503, 808-839, Prentice Hall PTR, New Jersey.
www.wikipedia.com, 2009, "Triacetin", waktu akses 4/24/2010 jam 9:31:54 PM
URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Triacetin>