



Optimization Of Used Cooking Oil Into Biodiesel With Sulfated Zirconia Zeolit Catalyt

Paramita Dwi Sukmawati¹

Jurusan Teknik Lingkungan Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Bima Sakti No.3 Pengok Yogyakarta 55222

mita.teling@gmail.com

Abstract

Used cooking oil is oil that come from oil frying foodstuffs. The difference of used cooking oil with new vegetable oil lies in the composition of new saturated fatty acids and unsaturated. Used cooking oil has saturated fatty acid that is greater than new vegetable oil. As a result Used cooking oil is very dangerous when consumed and when discharged into the environment and will pollute the around environment. Therefore Used cooking oil is suitable to be used for biodiesel feedstock. Utilization of Used cooking oil as raw material for biodiesel is one of the ways to reduce waste that produce economic value and creating an alternative fuel for diesel fuel substitute. Used cooking oil can be processed into biodiesel by transesterification with methanol using zeolite sulfated zirconia catalyst. Used cooking oil containing free fatty acids of 1,64% and a density of 0,911 g / ml Transesterification of Used cooking oil with sulfated zirconia zeolit catalyst was conducted in a batch reactor with maximum volume of 1000 mL equipped with a heater, thermometer, stirrer, and tap of the sample taker. Variables which were studied in this research include the ratio of methanol to oil (1:4, 1:6, 1:9, 1:12), reaction temperature (100°C, 110°C, 120°C), and concentration of catalyst (0,5%, 1%, 2%). Condition process that was optimum was achieved at the ratio of oil to methanol 1:6, 2% catalyst concentration, reaction temperature of 120°C, and reaction time for 120 minutes with a conversion of 71.62%.

Keywords: *Used cooking oil, transesterification, sulfated zirconia zeolit, biodiesel*

Pendahuluan

Minyak goreng bekas atau sering disebut dengan minyak jelantah merupakan minyak yang berasal dari sisa minyak penggorengan bahan makanan. Perbedaan minyak goreng bekas dengan minyak nabati yang baru terletak pada komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuhnya. Minyak goreng bekas memiliki kandungan asam lemak jenuh lebih besar dari minyak nabati yang baru. Sebagai akibatnya minyak jelantah menjadi limbah yang sangat berbahaya bila dikonsumsi karena akan menimbulkan beberapa penyakit bagi manusia dan jika dibuang ke lingkungan akan dapat mencemari lingkungan sekitar.

Biodiesel merupakan jenis bahan bakar diesel yang diproses dari bahan hayati terutama minyak nabati dan lemak hewan yang secara kimiawi dinyatakan sebagai alkil ester dari asam lemak rantai panjang yang bersumber dari golongan lipida (Ma dan Hanna, 1999). Sehingga untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel.

Telah banyak peneliti yang melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel diantaranya Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Pagar Dengan Katalisator Zirkonia Tersulfatasi (Rustamaji), Kinetika Reaksi Esterifikasi Pada Produksi Biodiesel Dari Palm Fatty Acid Distilate (PFAD) Dengan Katalisator Zirkonia Tersulfatasi (Sawitri). Kinetika Reaksi Esterifikasi Palm Fatty Acid Distilate (PFAD) Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit Zirkonia Tersulfatasi (Masduki). Katalis zeolit zirkonia tersulfatasi juga dapat digunakan untuk reaksi transesterifikasi. Akan tetapi berdasarkan studi literatur yang penulis lakukan, penelitian tentang penggunaan Zeolit Zirkonia Tersulfatasi sebagai katalis pada produksi biodiesel secara transesterifikasi belum pernah dilakukan. Untuk itu dalam penelitian ini penulis berpikir perlu dilakukannya penelitian tentang Optimalisasi Minyak Jelantah Menjadi Biodiesel Dengan Katalis Zeolit Zirkonia Tersulfatasi

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan kondisi proses yang optimum dalam proses produksi biodiesel dari minyak jelantah dengan katalis Zeolit Zirkonia Tersulfatasi.

Biodiesel terdiri dari alkil ester minyak nabati, dimana rantai hidrokarbon trigliserida dari minyak nabati diubah secara kimia menjadi ester asam lemak. Penggunaan minyak nabati dan lemak hewani secara langsung pada mesin diesel tidak tepat dikarenakan tingginya viskositas kinematik dan rendahnya volatilitas pada minyak tersebut. Sehingga minyak nabati dan lemak hewani perlu mengalami suatu proses reaksi kimia, misalnya reaksi





transesterifikasi (Kee Lam et al., 2010). Transesterifikasi adalah reaksi antara alkohol dan minyak dengan hasil ester dan gliserin. Campuran tersebut meninggalkan gliserin di lapisan bawah dan biodiesel di lapisan atas. Gliserin selanjutnya dapat dimurnikan untuk dijual kepada industri kosmetika ataupun farmasi. Transesterifikasi bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak dan meningkatkan daya pembakaran sehingga dapat digunakan sesuai dengan standar minyak diesel untuk kendaraan bermotor. Selain reaksi transesterifikasi, juga ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk memproduksi biodiesel. Di antaranya thermal cracking, dan microemulsi. Akan tetapi menurut Ma dan Hanna (1999), metode yang paling umum digunakan adalah transesterifikasi dari minyak nabati.

Senyawa yang terkandung dalam minyak goreng adalah trigliserida atau triasilgliserida, yaitu senyawa ester yang tersusun atas senyawa-senyawa asam lemak rantai panjang (R) dan gliserol. Jenis asam lemak yang menyusun trigliserida bermacam-macam, tergantung dari jumlah atom karbon yang menyusunya.

Batas asam lemak bebas (FFA) yang masih dapat diijinkan untuk dilakukan reaksi transesterifikasi adalah pada kisaran sebesar 5%. Di atas nilai tersebut, sabun yang terbentuk dapat menyebabkan terbentuknya gel sehingga reaksi sulit dilakukan. Jika ini terjadi perlu dilakukan dua tahap proses untuk menghasilkan biodiesel, yaitu reaksi esterifikasi untuk menurunkan kadar FFA yang kemudian di ikuti dengan reaksi transesterifikasi (Berchmans dan Hirata, 2008).

Untuk mengetahui hasil reaksi pembentukan biodiesel, perlu ditinjau beberapa parameter yang mempengaruhi yaitu:

1. Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kesempatan zat-zat untuk bereaksi semakin banyak sehingga konversi semakin besar. Pada saat kesetimbangan reaksi tercapai, bertambahnya waktu reaksi tidak akan meningkatkan konversi.

2. Suhu reaksi.

Laju reaksi semakin meningkat dengan kenaikan suhu karena energi kinetik molekul-molekul zat yang bereaksi akan bertambah sehingga akan lebih banyak molekul yang memiliki energi sama atau lebih besar dari energi aktivasi. Dengan demikian lebih banyak molekul yang dapat mencapai keadaan transisi atau dengan kata lain kecepatan reaksi menjadi lebih besar. Pada proses transesterifikasi, pengaruh suhu terhadap laju reaksi ditentukan oleh katalisator yang dipakai.

3. Perbandingan pereaksi.

Reaksi transesterifikasi umumnya memerlukan alkohol berlebih agar berjalan sempurna. Penggunaan alkohol berlebih bertujuan menggeser kesetimbangan ke arah produk karena transesterifikasi merupakan reaksi reversibel.

4. Konsentrasi pereaksi.

Kecepatan reaksi sebanding dengan besarnya konsentrasi reaktan. Makin besar konsentrasi, makin banyak zat-zat yang bereaksi sehingga makin besar kemungkinan terjadinya tumbukan. Dengan demikian makin besar pula kemungkinan terjadinya reaksi. Semakin murni zat pereaksi yang dipakai, maka jumlah molekul yang bertumbukan akan bertambah, sehingga mempercepat terjadinya reaksi.

5. Parameter Pengadukan.

Reaksi dapat berjalan baik apabila dilakukan pencampuran dengan baik. Pengadukan dapat menurunkan tahanan perpindahan massa dan mempercepat difusi zat reaksi (Fogler, 1999). Menurut Nouredini dan Zhu (1997), pada kecepatan pengadukan di atas 600 rpm dan suhu reaksi yang tinggi, campuran minyak dan alkohol akan membentuk fasa homogen sehingga tahanan transfer massa antara minyak dan alkohol dapat diabaikan.

6. Katalisator.

Katalisator adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar kecepatan reaksi. Katalis terkadang ikut terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi yang permanen. Dengan kata lain, pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi. Fungsi katalis adalah memperbesar kecepatan reaksinya (mempercepat reaksi) dengan jalan memperkecil energi aktivasi suatu reaksi. Dengan menurunnya energi aktivasi maka pada suhu yang sama reaksi dapat berlangsung lebih cepat. Katalis yang digunakan berupa asam, basa, garam, maupun penukar ion.

Katalisator yang digunakan dalam penelitian ini adalah katalis Zeolit Zirkonia Tersulfatasi. Zirkonia adalah nama sebuah unsur yang memiliki symbol Zr yang merupakan unsur logam transisi berwarna perak keabuan yang lunak, mengkilat, elastis dan tidak larut dalam larutan asam maupun basa. Zirkonia atau zirkonium dioksida (ZrO_2) merupakan bahan semi konduktor keramik yang mempunyai sifat tahan korosi, memiliki titik lebur yang sangat tinggi $>2000^\circ C$ (Masduki, 2013). Zirkonia dapat dimodifikasi dengan asam sulfat membentuk katalisator dengan sifat keasaman yang tinggi yang selanjutnya disebut sebagai zirkonia tersulfatasi (Kiss et al., 2005). Zirkonia tersulfatasi dapat dembangkan pada pengembangan katalis dan dapat mempercepat reaksi. Seperti yang telah dilakukan oleh Masduki (2013), yang mengembangkan zirkonia tersulfatasi pada zeolit. Sehingga zeolit zirkonia tersulfatasi merupakan katalis zirkonia tersulfatasi yang diembangkan kedalam zeolit.

Hipotesa dalam penelitian ini adalah : kondisi operasi optimum pada reaksi transesterifikasi minyak jelantah akan tercapai pada perbandingan pereaksi, konsentrasi katalis, dan suhu reaksi tertentu.

Metode Penelitian



Bahan Baku

Bahan baku yang diinginkan dalam penelitian ini terdiri dari bahan baku untuk reaksi transesterifikasi dan bahan baku untuk pembuatan katalis zeolit zirkonia tersulfatasi.

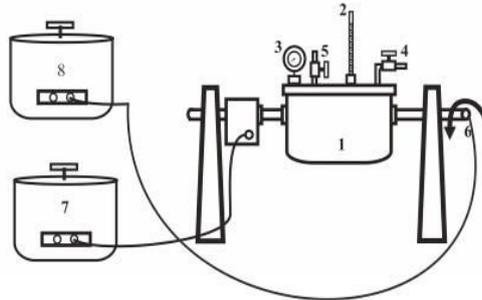
1. Bahan baku pada reaksi transesterifikasi.

- Minyak jelantah, diperoleh dari UKM Kerupuk Klaten.
- Metanol (CH_3OH), p.a., Merck dengan kemurnian 99,99% dan densitas 0,79 g/cm.

2. Bahan baku pada pembuatan katalis zeolit zirkonia tersulfatasi.

- Zirkonia oksiklorida ($\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), p.a, Merck,
- Zeolit alam.
- Amonium sulfat, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, p.a., Merck, berupa butir kristal berwarna putih.

Alat Penelitian



Keterangan

- Reaktor
- Termometer
- Alat pengukur tekanan
- Kran pengambil sampel
- Dinamo pengaduk
- Regulator untuk pemanas
- Regulator untuk pengaduk

Gambar 1. Rangkaian Alat Reaksi Transesterifikasi

Cara Penelitian

1. Analisa Bahan Baku

Penelitian didahului dengan menganalisa bahan baku minyak jelantah. Perlu dilakukan pengujian kadar asam lemak bebas (FFA) dari bahan baku untuk mengetahui proses yang akan dilakukan dalam pembuatan biodiesel.

2. Alkoholisis minyak jelantah menjadi biodiesel

Proses alkoholisis dilakukan dengan memasukkan minyak jelantah, metanol dan katalisator ke dalam outoklaf kemudian ditutup rapat. Suhu diatur dengan memutar regulator sesuai dengan yang diinginkan. Setelah suhu tercapai, kecepatan pengadukan diatur dengan memutar regulator sesuai dengan yang diinginkan, reaksi dijalankan selama 120 menit. Variabel yang diteliti meliputi perbandingan mol reaktan minyak dengan metanol, suhu reaksi dan konsentrasi katalis.

3. Analisis Hasil

Pengambilan sampel pada titik awal ($t = 0$ menit) dilakukan pada waktu awal (waktu saat suhu operasi tercapai) dan untuk pengambilan sampel di titik berikutnya dilakukan setiap selang waktu tertentu. Sampel diambil dengan tabung reaksi, kemudian didinginkan untuk menghentikan reaksi. Selanjutnya campuran *disentrifuse* untuk memisahkan antara lapisan ester/biodiesel dengan gliserol. Kemudian sampel dianalisa kadar gliserol bebasnya dengan menggunakan metode iodometri.

Untuk mengetahui konsentrasi trigliserida pada umpan reaktor (trigliserida mula – mula) digunakan metode analisa penyabunan.

Dengan mengetahui nilai gliserol bebas yang dihasilkan selama reaksi dan nilai konsentrasi trigliserida pada umpan reaktor, maka dapat dihitung konversi trigliserida (x_T) dengan persamaan 1.

$$x_T = \frac{\text{Mol gliserol bebas}}{\text{Mol trigliserida mula-mula}} \quad (1)$$

Hasil dan Pembahasan

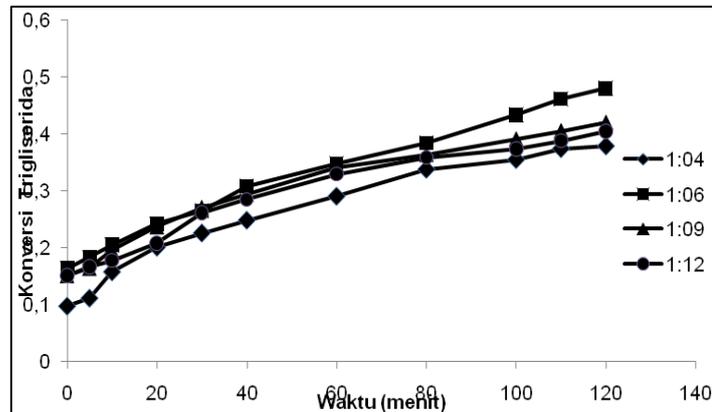
Pengaruh Perbandingan Pereaksi

Pengaruh perbandingan mol pereaksi (minyak jelantah : metanol) yang dipelajari adalah 1:4, 1:6, 1:9, 1:12. Sementara itu variabel lain dijaga tetap yaitu persen berat katalis terhadap berat minyak jelantah 1% dan suhu reaksi 100°C .

Dari Gambar 2 terlihat bahwa semakin besar perbandingan mol pereaksi (minyak jelantah : metanol), konversi trigliserida meningkat. Hal ini terjadi karena frekuensi tumbukan antara trigliserida dengan metanol semakin besar. Sehingga dalam waktu yang sama dengan konsentrasi metanol yang lebih besar akan menghasilkan konversi trigliserida yang lebih besar pula.

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa pada kenaikan perbandingan mol pereaksi (minyak jelantah : metanol) sebesar 1:4 dan 1:6 terdapat kenaikan konversi trigliserida yang cukup signifikan.

Sementara itu, ketika perbandingan mol pereaksi (minyak jelantah: metanol) ditingkatkan menjadi 1:9 tidak terdapat perbedaan konversi trigliserida yang cukup signifikan dibandingkan dengan rasio mol 1:6 bahkan cenderung berimpit atau sama. Namun ketika rasio mol minyak jelantah-metanol ditingkatkan menjadi 1:12 konversi trigliserida mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena pada perbandingan pereaksi 1:6 sudah mulai mencapai rasio pereaktan yang memberikan konversi trigliserida maksimum. Akibatnya penambahan rasio mol minyak jelantah - metanol 1:9 tidak memberikan efek yang cukup signifikan. Saat rasio mol minyak jelantah-metanol ditingkatkan menjadi 1:12 konversi trigliserida menjadi lebih rendah. Hal ini diakibatkan oleh konsentrasi trigliserida menjadi turun sehingga kemungkinan tumbukan antara katalis dan trigliserida menjadi lebih kecil, akibatnya terjadi penurunan konversi trigliserida (Kurniawan,2013).

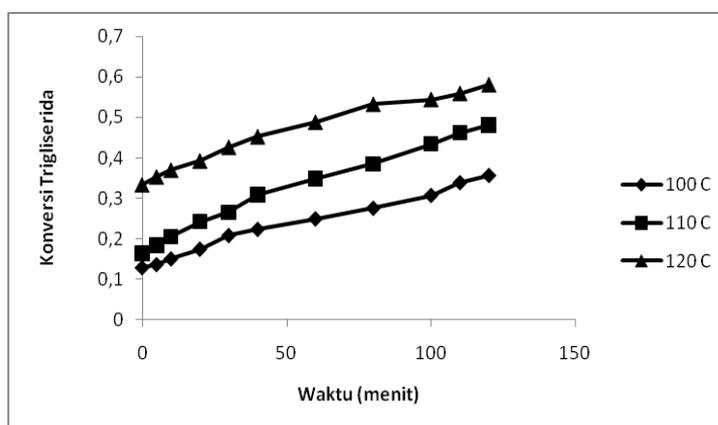


Gambar 2. Hubungan Antara Konversi Trigliserida Dengan Waktu Pada Berbagai Perbandingan Pereaksi

Pengaruh Suhu Reaksi

Pengaruh suhu reaksi yang dipelajari pada penelitian ini adalah 100 °C, 110°C dan 120 °C, sementara itu variabel lain dijaga tetap yaitu konsentrasi katalis 1% berat minyak jelantah dan kenaikan perbandingan mol pereaksi (minyak jelantah : metanol) 1:6.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa untuk waktu reaksi yang sama konversi trigliserida relatif meningkat dengan meningkatnya suhu reaksi. Hal ini disebabkan karena saat suhu dinaikkan maka akan semakin banyak energi yang dapat digunakan oleh reaktan untuk mencapai energi aktivasi. Ini menyebabkan reaktan akan lebih sering mengalami tumbukan diantara molekul-molekulnya, sehingga kecepatan reaksi meningkat.

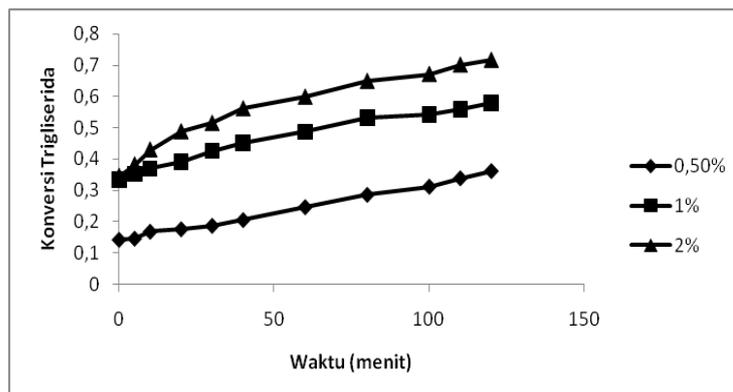


Gambar 3. Hubungan Antara Konversi Trigliserida Dengan Waktu Pada Berbagai Suhu Reaksi

Pengaruh Porsen Berat Katalis

Pengaruh porsen berat katalis yang dipelajari adalah 0,5 ; 1 dan 2% berat minyak jelantah. Sementara itu variabel lain dijaga tetap yaitu perbandingan mol pereaksi (minyak jelantah : metanol) 1: 6 dan suhu 120°C. Dari Gambar 4 terlihat bahwa konversi trigliserida meningkat dengan naiknya konsentrasi katalis. Dari Gambar 4 terlihat bahwa perbedaan konversi pada konsentrasi katalis 0,5% dan 1% lebih signifikan dibanding perbedaan konversi pada

konsentrasi katalis 1% dan 2%. Hal ini disebabkan karena jumlah total situs aktif yang ada pada katalis sudah mulai mendekati jumlah maksimum yang di butuhkan reaktan.



Gambar 4. Hubungan Antara Konversi Trigliserida Dengan Waktu Pada Berbagai Persen Katalis

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa kondisi operasi optimum didapatkan pada perbandingan molar minyak jelantah : metanol 1:6, persen berat katalis terhadap minyak jelantah 2% dan suhu reaksi 120°C selama 120 menit. Pada kondisi tersebut diperoleh konversi trigliserida sebesar 71,63%.

Daftar Pustaka

- Berchmans, H.J., and Hirata, S. Biodiesel Production From *Jatropha Curcas* L Seed Oil With A High Content Of Free Fatty Acids. *Bioresour. Technol.* 2008; 99: 1716–1721.
- Kiss, A.A., Dimian, A.C., and Rothenberg, G. Solid Acid Catalysts for Biodiesel Production-Towards Sustainable Energy. *Adv. Synth. Catal.* 2006; 348: 75-81.
- Kurniawan, S.M. Kinetika Reaksi Esterifikasi Asam Lemak Bebas Pada Minyak Nyamplung Dengan Etanol Menggunakan Katalis Tin (II) Klorid. Universitas Gadjah Mada, Teknik Kimia, 2013.
- Masduki. Kinetika Reaksi Esterifikasi Palm Acid Distilate (PFAD) Menjadi Biodiesel Dengan katalis Zeolit Zirkonia Tersulfatasi. Universitas Gadjah Mada, Teknik Kimia, 2013 .
- Rustamaji, H. Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Pagar Dengan Katalisator Zirkonia Tersulfatasi. Universitas Gadjah Mada, Teknik Kimia, 2010.
- Sawitri, D.R. Kinetika Reaksi Esterifikasi pada Produksi Biodiesel dari Palm Fatty Acid Distilate (PFAD) dengan Katalisator Zirkonia Tersulfatasi. Universitas Gadjah Mada, Teknik Kimia, 2012.
- Yano. Proses dan Pemodelan Proses Produksi Dari Minyak Sawit Secara Kontinyu Dengan Reactive Distillation Menggunakan Katalis Kalium Karbon Aktif. Universitas Gadjah Mada, Teknik Kimia, 2013.



Lembar Tanya Jawab
Moderator : Endang Kwartiningsih (UNS Surakarta)
Notulen : Putri Restu Dewati (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Luqman B (UNDIP Semarang)
Pertanyaan : T reaksi 120⁰C?, Metanol titik didih 70 – 90 ⁰C ? Apa tidak menguap ?
Jawaban : T tinggi metanol tidak menguap, batch tertutup auto clave. Rapat/jadi metanol menguap tidak keluar dari sistem.

2. Penanya : Endang K (UNS Surakarta)
Pertanyaan : Grafik4? % kritis 2%, optimum?
Jawaban : Melakukan maksimum 2% dengan persediaan katalis. Juga dengan waktu dan dana tersedia. Dan sebenarnya ada kemungkinan akan terjadi kenaikan konversi jika menggunakan katalis >2>, tetapi di penelitian ini maksimum21

