

PENGARUH JUMLAH KATALISATOR DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KONSTANTE KECEPATAN REAKSI DAN HASIL ESTERIFIKASI MINYAK JARAK PAGAR

Moch. Setyadji, Endang Susiantini, Sri Murniasih

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN

ABSTRAK

PENGARUH JUMLAH KATALISATOR DAN KECEPATAN PENGADUKAN TERHADAP KONSTANTE KECEPATAN REAKSI DAN HASIL Esterifikasi Minyak Jarak Pagar. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi katalisator dan kecepatan pengadukan yang optimum dan konstanta kecepatan reaksi pada pembuatan biodisel dari minyak jarak dengan pereaksi metanol. Pembuatan biodisel dilakukan dengan melarutkan katalisator NaOH dengan pereaksi metanol dalam reaktor batch, kemudian minyak jarak ditambahkan ke dalam reaktor dan dilakukan proses esterifikasi pada suhu 60-70 °C dengan waktu reaksi 2 jam dan kecepatan pengadukan divariasi dari 1000 – 1500 rpm. Penentuan keadaan optimum didasarkan pada nilai konversi dan bilangan ester. Komposisi kimia biodisel yang dihasilkan dianalisis dengan GC dan GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan keadaan optimum pada katalisator NaOH 1,1% berat minyak dan kecepatan pengadukan 1500 rpm dengan konversi minyak jarak menjadi biodisel sebesar 97,215% ; bilangan ester 217,740; dan konstanta kecepatan reaksi 0,0298 menit⁻¹.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF CATALYST CONCENTRATION AND AGITATION RATE ON REACTION RATE CONSTANT AND RESULT OF JATROPHA CURCAS OIL ESTERIFICATION. The aim of research is to find the optimum condition of catalyst concentration and agitation speed, and also the reaction rate constant on the preparation of bio-diesel from castor oil using methanol as a reactant. The preparation of bio-diesel was done by dissolving NaOH as catalyst and methanol as a reactant in a batch reactor. After added the castor oil into the reactor and then esterification process was proceeded at about 60-70°C for 2 hours with agitation speed of 1000-1500 rpm. The optimum condition was based on conversion and ester numbers. The produced bio-diesel chemical composition was analysed using GC and GC-MS analysis. The results showed that the optimum condition was attained at NaOH catalyst concentration 1.15% weight of castor oil and the agitation speed 1500 rpm with conversion of oil bio-diesel was 97.215%; ester number 217.74; and reaction rate constant was 0.0298 minute⁻¹.

PENDAHULUAN

Sejak terjadi krisis energi, harga minyak bumi melambung tinggi. Data terakhir yang diperoleh pada tanggal 15 Juli 2005, harga minyak mentah dunia mencapai \$ 61 perbarel. Indonesia yang dulunya sebagai negara pengekspor minyak bumi kini telah berubah menjadi negara pengimpor minyak bumi, kenyataan ini lebih cepat daripada prediksi pemerintah yang menyatakan bahwa Indonesia akan menjadi negara pengimpor minyak bumi pada tahun 2008. Nilai impor Indonesia untuk bahan bakar solar mencapai 25% dan bensin 20% dari total kebutuhan nasional (Tatang, 2003). Oleh sebab itu perlu digalakkan berbagai usaha untuk menggali dan memanfaatkan berbagai potensi energi alternatif. Salah satunya dengan

mengembangkan teknologi pembuatan biodisel menggunakan proses esterifikasi. Biodisel berpotensi menggantikan minyak bumi karena mempunyai sifat fisik yang mirip, ini merupakan solusi kelangkaan BBM seperti yang terjadi sekarang ini. Selain itu biodisel merupakan bahan alternatif yang bisa dibuat dari minyak nabati dan hewani yang *renewable* dan merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan.

Salah satu tanaman yang dapat dibuat untuk bahan baku pembuatan minyak nabati adalah tanaman jarak. Tanaman jarak yang dikenal di Indonesia ada empat jenis yaitu, jarak kepyar (*Ricinus Communis*), jarak pagar (*Jatropha Curcas L.*), jarak ulung (*Jatropha gossypifolia*), dan jarak bali (*Jatropha podagrica Hook*). Sifat fisik minyak

jarak berbeda dengan biodisel yang dihasilkan dari proses esterifikasi Karakteristik minyak jarak pagar adalah $\rho_{78} = 0,8783$ kg/liter; $n_{D,16} = 1,4730$; $n_{D,74} =$

1,4520; $\mu_{20} = 71$ cp; angka iodium = 102,8 – 103,1; angka penyabunan = 196,3 sedangkan untuk sifat fisik biodisel dapat dilihat pada Tabel 1 berikut

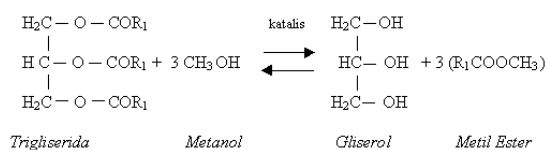
Tabel 1. Data karakteristik minyak jelantah, metil ester, etil ester dan minyak disel

| Karakteristik | Jelantah | Metil Ester | Etil Ester | Disel |
|-----------------------------------|----------|-------------|------------|--------|
| Panas Pembakaran BTU/lb (gross) | 17,370 | 17,506 | 17,500 | 19,625 |
| Flash Point ($^{\circ}$ F) | 525 | 365 | 365 | 176 |
| Cloud Point ($^{\circ}$ F) | 12 | 26 | 30 | 7 |
| Pour Point ($^{\circ}$ F) | 5 | 6 | -5 | -18 |
| Viscosity (cs) @104 $^{\circ}$ F | 46.7 | 5.7 | 6.1 | 3.51 |
| Sulfur (% wt) | 0.022 | < 0.001 | 0.008 | 0.36 |
| Density (lb/gal) @70 $^{\circ}$ F | 7.57 | 7.20 | 7.31 | 7.07 |

Sumber: Analytical Lab Services and Ag Engineering Analytical Lab, Moscow, ID

Asam lemak penyusun minyak jarak pagar dapat diubah menjadi ester (Morrison, 1992). Ester dapat diperoleh dengan mereaksikan trigliserida dalam alkohol fraksi ringan menggunakan katalis asam maupun basa. Reaksi ini dikenal sebagai reaksi transesterifikasi atau esterifikasi juga disebut alkoholisis. Proses esterifikasi merupakan proses pembentukan ester yang terjadi akibat pemecahan suatu senyawa karena suatu pelarut atau pengganti alkohol dari suatu ester dengan ester lain dengan dasar hidrolisis kecuali mengganti air dengan alkohol. Proses dapat dilakukan secara *batch* atau sinambung, proses ini dapat menggunakan labu leher tiga, ataupun autoklaf. Dengan labu leher tiga proses hanya dapat berlangsung pada tekanan 1 atmosfer, sedangkan pada tekanan lebih dari 1 atmosfer dapat digunakan autoklaf, jika di gunakan autoklaf proses dapat dilakukan pada suhu lebih tinggi, sehingga reaksi berlangsung lebih cepat.

Secara umum reaksi esterifikasi trigliserida dari minyak jarak pagar dengan pereaksi metanol adalah sebagai berikut:



Reaksi di atas melibatkan peruraian atau pemisahan (*cleavage*) oleh alkohol sehingga dibutuhkan alkohol yang mempunyai kereaktifan besar (Darmawan I., 2004).

Reaksi esterifikasi trigliserida dengan metanol merupakan reaksi orde 1 semu terhadap minyak dengan persamaan sebagai berikut:

$$-\frac{dC_A}{dt} = k_1' C_A \quad (1)$$

dengan $C_A = C_{A0} (1 - x)$, dengan persamaan(1) menjadi:

$$\frac{-C_{A0} \cdot d(1-x)}{dt} = k_1' C_{A0} (1-x) \quad (2)$$

Jika diintegrasikan dengan batas $x = 0$ pada $t = t_0$ dan $x = x$ pada $t = t$, menjadi:

$$\int_0^x \frac{dx}{(1-x)} = \int_{t_0}^t k_1' dt \quad (3)$$

$$-\ln(1-x) = k_1' t - k_1' t_0 \quad (4)$$

$$-\ln(1-x) = k_1' t - p \quad (5)$$

Jika hubungan $-\ln(1-x)$ dan t yang dihasilkan adalah linier, maka reaksi mengikuti reaksi orde 1 semu terhadap minyak.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kesempurnaan dan kecepatan reaksi esterifikasi adalah: waktu reaksi, suhu, konsentrasi reaktan, pengadukan, dan perbandingan reaktan.

Semakin lama waktu esterifikasi, maka kesempatan tumbukan antar molekul reaktan semakin besar sehingga hasil yang diperoleh semakin besar. Namun apabila reaksi telah mencapai kesetimbangan penambahan waktu tidak menguntungkan karena konversi tidak berubah. Pada reaksi paralel atau seri, konversi akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan konsentrasi reaktan semakin berkurang sehingga kecepatan reaksi semakin kecil.

Berdasarkan persamaan Arrhenius, jika suhu dinaikkan maka konstanta kecepatan reaksi (k) semakin besar sehingga reaksi berjalan semakin cepat.

$$K = A \cdot e^{-E/RT} \quad (6)$$

dimana:

k = konstanta kecepatan reaksi

| | |
|---|----------------------------|
| E | = tenaga aktivasi |
| R | = tetapan umum gas |
| A | = Tenaga rata-rata reaktan |
| T | = Suhu (°K) |

Pemilihan suhu reaksi dibatasi oleh kestabilan zat pereaksi dan hasil.

Kecepatan reaksi esterifikasi sebanding dengan konsentrasi reaktan (Groggrins, 1958). Jika konsentrasi reaktan dinaikkan atau dibuat berlebih salah satunya maka kecepatan reaksi akan meningkat..

Penambahan katalisator akan mengaktifkan zat-zat pereaksi sehingga energi aktivasi (E_a) semakin kecil. Jika energi aktivasi kecil maka konstanta kecepatan reaksi semakin besar (menurut persamaan Arrhenius).

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul-molekul zat pereaksi, sehingga nilai A pada persamaan (6) akan semakin besar. Semakin besar harga A akan memperbesar pula harga k, yang menyebabkan reaksi semakin cepat.

Pemakaian salah satu reaktan yang berlebihan dapat memperbesar kemungkinan tumbukan molekul-molekul zat yang bereaksi, sehingga nilai A bertambah besar, dan dari segi kesetimbangan reaksi jika salah satu reaktan berlebihan, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah hasil reaksi.

Prinsip analisis biodisel selain dihitung dengan penentuan kadar OH dalam suatu molekul yang diasetilisasi juga dapat dilakukan dengan pengujian secara asidimetri. Pengujian secara asidimetri dilakukan untuk menentukan bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan ester, asam lemak bebas, jumlah asam lemak total, dan asam lemak yang terikat sebagai ester.

a. Bilangan asam

$$\text{Bilangan asam (Aa)} = \frac{56,1 \cdot V \cdot N}{M} \text{ mg KOH/g biodisel (7)}$$

dengan:

V = volume larutan KOH dalam alkohol yang dibutuhkan pada titrasi (ml)

N = normalitas larutan KOH dalam alkohol

M = berat contoh biodisel ester alkali (g)

56,1 = berat molekul KOH.

b. Bilangan penyabunan

$$\text{Bilangan penyabunan (As)} = \frac{56,1(B - C)N}{M} \text{ mg KOH/g biodisel (8)}$$

dengan:

B = volume HCl 0,5 N yang dibutuhkan pada titrasi blangko (ml)

C = volume HCl 0,5 N yang dihabiskan pada titrasi contoh (ml)

N = normalitas larutan HCl 0,5 N.

M = berat contoh biodisel ester alkali (g)

56,1 = berat molekul KOH

c. Bilangan ester

$$\text{Bilangan ester (Ae)} = \text{Bilangan penyabunan (As)} - \text{Bilangan asam (Aa)} \quad (9)$$

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh konsentrasi katalisator NaOH dan kecepatan pengadukan pada esterifikasi minyak jarak menggunakan metanol terhadap konversi produk, serta pengaruh konsentrasi katalis dan kecepatan pengadukan terhadap konstanta kecepatan reaksi.

Dari uraian di atas dapat diperkirakan bahwa:

1. Makin banyak konsentrasi katalisator maka konversi yang dihasilkan semakin besar.
2. Makin cepat pengadukan yang dilakukan maka makin besar konversi yang dihasilkan.
3. Dapat dibuat hubungan antara konstanta kecepatan reaksi dengan konsentrasi katalisator dan kecepatan pengadukan

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

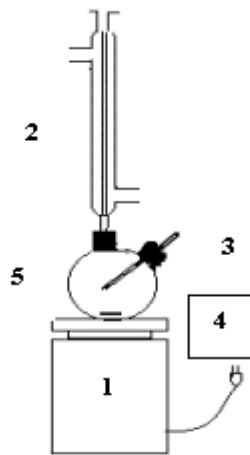
Penelitian ini menggunakan bahan baku: minyak jarak pagar; metanol teknis; NaOH anhidrous p.a; KOH alkoholisis 0,1 N; KOH alkoholisis 1 N; larutan HCl 0,5 N; larutan HCl 0,1 N; larutan campuran 50% dietil eter dan 50% etanol 95%-v; ABM; dan indikator fenolftalein.

Alat

Peralatan lain yang digunakan antara lain: alat-alat gelas laboratorium; sentrifuge, Heraeus-Christ GMBH Osterode buatan Jerman; stroboscope elektronik buatan Perancis; timbangan elektrik, Sartorius BP-110 dan stopwatch.

Cara Kerja

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tiga tahap. Tahap pertama, esterifikasi minyak jarak pagar. Tahap kedua, penentuan konversi optimum. Tahap ketiga, analisis kimia.

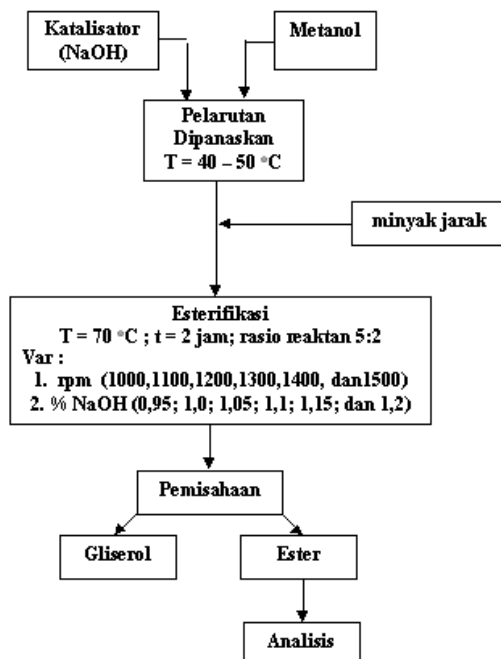


Keterangan gambar :

1. Pemanas dan pengaduk, 2. Pendingin balik, 3. Termometer, 4. Pengadukan magnetik, 5. Tangki reaktor batch

Gambar 1. Rangkaian alat esterifikasi

Cara kerja penelitian dapat digambarkan dalam diagram pada Gambar 2, berikut:



Gambar 2. Diagram urutan prosedur penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tiga tahap. Tahap pertama, esterifikasi minyak jarak pagar. Tahap kedua, penentuan konversi optimum. Tahap ketiga, analisis kimia.

Esterifikasi Minyak Jarak Pagar

Reaktor diisi 20 ml metanol yang telah bercampur variasi katalisator (NaOH) dan dipanaskan dengan suhu 40 – 50 °C setelah NaOH larut semua dengan metanol secara cepat ditambahkan 50 ml minyak jarak ke dalam reaktor. Minyak jarak dan metanol yang sudah dicampur dengan NaOH dipanaskan sampai dengan suhu reaksi 70°C. Selanjutnya, pengaduk magnetik dihidupkan dengan kecepatan tertentu dan campuran direaksikan selama 2 jam. Larutan hasil pemanasan didinginkan sampai suhu kamar. Larutan dimasukkan ke dalam tabung sentrifuge dan disentrifuge selama 15 menit. Lapisan yang terbentuk lapisan atas (biodisel) dan lapisan bawah (sisa pereaksi dan gliserol) dipisahkan dengan menggunakan pipet tetes. Lapisan atas dianalisis kandungan biodiselnya.

Penentuan Konversi

Penentuan konversi minyak jarak pagar dilakukan dengan cara menentukan bilangan ester pada lapisan atas (biodisel). Penentuan bilangan ester meliputi dua tahap yaitu penentuan bilangan asam dan bilangan penyabunan.

1. Penentuan Bilangan Asam

Timbang $4 \pm 0,01$ gram contoh biodisel ester alkali ke dalam sebuah labu erlenmeyer 250 ml, ditambahkan 20 ml campuran pelarut (50% dietil eter dan 50% etanol 95%-v) yang telah dinetralkan dengan indikator fenolftalein dan larutan KOH 0,1 alkoholik ke dalam labu erlenmeyer tersebut kemudian dalam keadaan teraduk kuat, dititrasi larutan labu erlenmeyer dengan larutan KOH dalam alkohol sampai kembali berwarna merah jambu dengan intensitas yang sama seperti pada campuran pelarut yang telah dinetralkan diatas. Warna merah jambu ini harus bertahan paling sedikitnya 15 detik. Dari volume titran yang dibutuhkan, bilangan asam dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (7).

2. Penentuan Bilangan Penyabunan

Ditimbang $4 - 5 \pm 0,005$ gram contoh biodisel ester alkali ke dalam sebuah labu erlenmeyer 250 ml, ditambahkan larutan KOH alkoholik dengan pipet yang dibiarkan terkosong secara alami. Disiapkan dan dilakukan analisis blangko serempak dengan analisis contoh biodisel kemudian disambungkan labu erlenmeyer dengan kondensor berpendingin udara dan dididihkan perlahan, sampai contoh tersabun sempurna. Setelah

labu dan kondensator cukup dingin (tetapi belum terlalu dingin untuk membentuk jeli), dibilas dinding dalam kondensator dengan sedikit akuades, ditambahkan 1 ml larutan indikator fenolftalein ke dalam labu, dan titrasi isi labu dengan HCl 0,5 N sampai warna merah jambu persis hilang. Dicatat volume HCl 0,5 N yang dihabiskan dalam titrasi.

Bilangan penyabunan dihitung menggunakan rumus pada persamaan (8).

HASIL DAN PEMBAHASAN

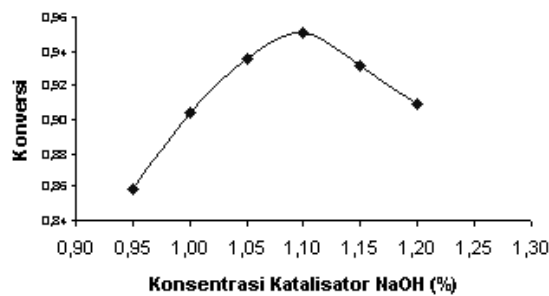
Pengaruh konsentrasi katalisator

Secara kuantitatif analisis reaksi metil ester (biodisel) dapat dilakukan dengan menentukan konversi dan bilangan ester yang terbentuk.

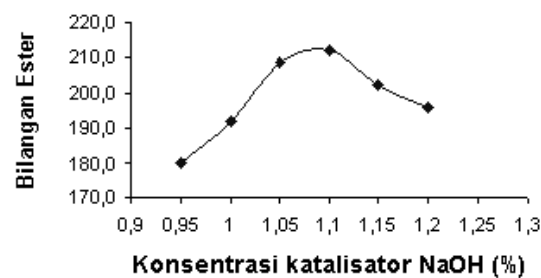
Tabel 2. Pengaruh konsentrasi katalis terhadap konversi; bilangan asam; bilangan penyabunan; bilangan ester; dan konstanta kecepatan reaksi

| No. | % katalis | Konversi (%) | Bilangan Asam | Bilangan Penyabunan | Bilangan Ester | Konst. Kec. Reaksi (menit ⁻¹) |
|-----|-----------|--------------|---------------|---------------------|----------------|---|
| 1. | 0,95 | 85,84619 | 0,20049 | 179,87370 | 179,67321 | 0,016293 |
| 2. | 1,00 | 90,44510 | 0,21002 | 192,40243 | 192,19241 | 0,019568 |
| 3. | 1,05 | 93,57100 | 0,21042 | 208,99155 | 208,78113 | 0,022870 |
| 4. | 1,10 | 95,07697 | 0,22456 | 212,36788 | 212,14332 | 0,025094 |
| 5. | 1,15 | 93,19041 | 0,23145 | 202,66732 | 202,43587 | 0,022390 |
| 6. | 1,20 | 90,95609 | 0,23369 | 196,34842 | 196,11473 | 0,020017 |

Dari Tabel 2 dapat dibuat gambar sebagai berikut:



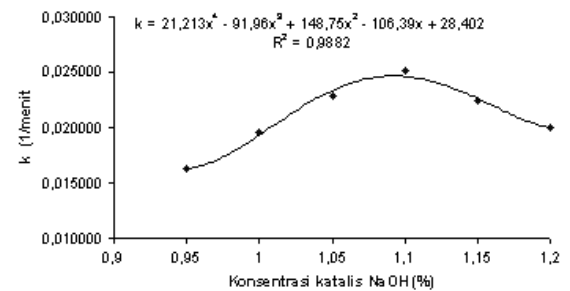
Gambar 3. Hubungan konversi dengan konsentrasi katalisator



Gambar 4. Hubungan bilangan ester dengan konsentrasi katalisator NaOH

Pada Gambar 3; Gambar 4 dan Gambar 5 terlihat bahwa semakin besar konsentrasi katalisator NaOH yang digunakan maka konversi minyak jarak pagar menjadi metil ester semakin bertambah besar sehingga bilangan esternya semakin besar pula. Hal ini disebabkan katalisator meningkatkan kereaktifan

zat-zat pereaksi untuk saling bertumbukan sehingga menurunkan tenaga aktivasi sesuai dengan persamaan Arrhenius, yang menyebutkan apabila ΔE berkurang maka konstanta kecepatan reaksinya akan bertambah besar. Peningkatan kereaktifan zat-zat pereaksi ini juga ditunjukkan adanya kenaikan harga konstante kecepatan reaksi (k) sebagaimana terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan konstanta kecepatan reaksi (k) dengan konsentrasi katalisator

Namun, pada saat konsentrasi NaOH 1,15% berat minyak, mulai terjadi penurunan konversi metil ester yang terbentuk. Penurunan konversi berarti penurunan kereaktifan zat-zat pereaksi ini juga ditunjukkan adanya penurunan harga konstante kecepatan reaksi (k) sebagaimana terlihat pada Gambar 5. Hal ini, disebabkan reaksi yang terjadi adalah reaksi paralel, dimana selain terjadi reaksi esterifikasi ada reaksi samping yang tidak

dikehendaki yaitu penyabunan. Disamping itu hasil reaksi campuran larutan Na-metanoat yang menghasilkan air menyebabkan terjadinya reaksi samping. Reaksi Penyabunan ini terjadi karena ion Na^+ yang tersisa bereaksi dengan asam lemak bebas yang ada dalam minyak. Reaksi Penyabunan ini sangat merugikan karena sabun yang terbentuk pada proses esterifikasi akan mengikat ester sehingga akan menyulitkan proses pemisahan. Konversi

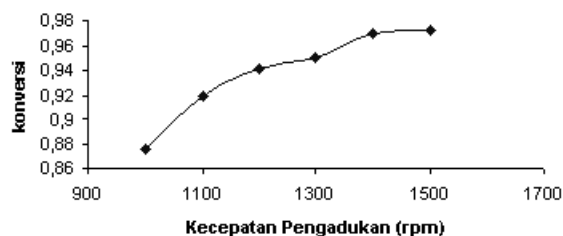
tertinggi yaitu 95,07697% dapat tercapai pada konsentrasi katalisator NaOH 1,1% berat minyak. Hubungan konstanta kecepatan reaksi dengan konsentrasi katalisator dapat dituliskan dengan persamaan $k = 21,213 x^4 - 91,96 x^3 + 148,75 x^2 - 106,39 x + 28,402$ untuk kisaran konsentrasi katalis 0,95 – 1,2 %.

Tabel 3. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konversi; bilangan asam; bilangan penyabunan; bilangan ester; dan konstanta kecepatan reaksi

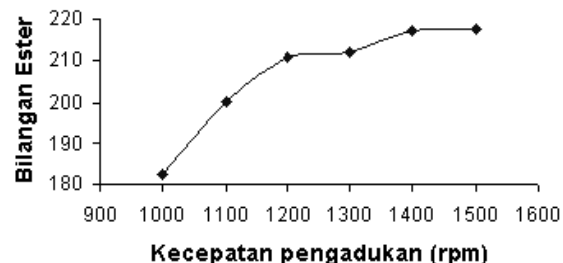
| No. | Kecepatan pengadukan | Konversi (%) | Bilangan Asam | Bilangan Penyabunan | Bilangan Ester | Kons. Kec. Reaksi (menit-1) |
|-----|----------------------|--------------|---------------|---------------------|----------------|-----------------------------|
| 1. | 1000 | 87,51313 | 0,20799 | 182,50972 | 182,30173 | 0,017337 |
| 2. | 1100 | 91,97806 | 0,22763 | 200,32864 | 200,10101 | 0,021025 |
| 3. | 1200 | 94,06551 | 0,23224 | 210,96388 | 210,73614 | 0,023537 |
| 4. | 1300 | 95,07697 | 0,22456 | 212,36788 | 212,14332 | 0,025094 |
| 5. | 1400 | 97,02284 | 0,20780 | 217,32728 | 217,11948 | 0,029285 |
| 6. | 1500 | 97,21486 | 0,20124 | 217,94108 | 217,73984 | 0,029841 |

Pengaruh kecepatan pengadukan

Data yang diperoleh pada penelitian pengaruh kecepatan pengadukan terhadap konversi, angka asam, angka penyabunan dan bilangan ester dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

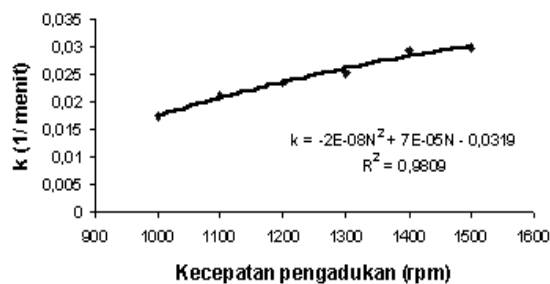


Gambar 6. Hubungan konversi dengan kecepatan pengadukan



Gambar 7. Hubungan bilangan ester dengan kecepatan pengadukan

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 dapat diketahui bahwa semakin tinggi kecepatan pengadukan maka konversi minyak jarak pagar menjadi metil ester semakin besar, demikian pula dengan bilangannya karena bilangan ester diidentifikasi dengan banyaknya ester yang terbentuk. Terjadinya peningkatan konversi disebabkan adanya penambahan frekuensi tumbukan antara molekul-molekul zat pereaksi sehingga akan mempengaruhi konstanta kecepatan reaksi (Gambar 8).



Gambar 8. Hubungan konstanta kecepatan reaksi (k) dengan kecepatan pengadukan

Hubungan konstanta kecepatan reaksi dengan kecepatan pengadukan dapat ditulis dengan persamaan $k = - 2.10^{-8} N^2 + 7.10^{-5} N - 0,00319$ untuk kisaran kecepatan pengadukan 1000 – 1500 rpm.

Biodisel yang dihasilkan dianalisis menggunakan instrument GC dan GC-MS. Berdasarkan hasil kromatogram GC, maka sampel biodisel dari minyak jarak pagar yang optimal adalah pada kondisi operasi: suhu 70°C, waktu reaksi 2 jam, rasio reaktan 5:2, kecepatan putaran 1500 rpm, dan konsentrasi katalisator NaOH 1,1% yaitu memiliki empat senyawa utama. Pada analisis pendekatan struktur menggunakan GC-MS dapat diketahui bahwa komposisi biodisel (metil ester) yang diperoleh adalah: metil ester behenat 13,33 %; metil ester -11,14-eicosadienoat 5,26 %; metil ester oleat 71,76 %; dan metil ester isostearat 9,65 %.

KESIMPULAN

1. Pada pembuatan biodisel dari minyak jarak pagar menggunakan pereaksi methanol, maka konsentrasi katalisator NaOH sangat berpengaruh terhadap konstante kecepatan reaksi dan hasil esterifikasi, konsentrasi katalisator NaOH optimum diperoleh pada penggunaan 1,1 % berat minyak.
2. Kecepatan pengadukan optimum yang digunakan pada pembuatan biodisel adalah 1500 rpm.
3. Konsentrasi katalisator dapat mempengaruhi konstanta kecepatan reaksi dengan persamaan: $k = 21,213 x^4 - 91,96 x^3 + 148,75 x^2 - 106,39 x + 28,402$ untuk kisaran konsentrasi katalis 0,95 – 1,2 %.
4. Kecepatan pengadukan dapat mempengaruhi kecepatan reaksi dengan persamaan: $k = - 2.10^{-8} N^2 + 7.10^{-5} N - 0,00319$ untuk kisaran kecepatan pengadukan 1000 – 1500 rpm.
5. Komposisi biodisel (metil ester) yang diperoleh adalah: metil ester behenat, metil ester -11,14-eicosadienoat, metil ester oleat, dan metil ester isostearat dengan komposisi berturut-turut 13,33 %; 5,26 %; 71,76 %; dan 9,65 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. BUDHIJANTO, 2000, "Pengaruh Suhu Pada Kinetika Reaksi Etanolisis Minyak Jarak Dengan Katalisator Kalium Hidroksid", Laporan Penelitian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

1. DARMAWAN I., 2004, "Pembuatan Biodisel Dari Minyak Jarak Menggunakan Pereaksi Metanol dan Katalisator KOH dan Penentuan Viskositasnya", Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
2. GROGGINS, P.H., 1958, "Unit Proseses in Organic Synthesis", 5 ed., pp. 694-714, Mc.Graww-Hill Book Company, Inc., New York.
3. HARTOMO, A, J., 1986, "Penyelidikan Spektrometrik Senyawa Organik"-edisi keempat, p.3-105, Erlangga, Jakarta, Terjemahan: Silverstein, R.M., "Spectrometric Identification of Organic Couponds", 4th edition, John Wiley & Sons Inc., New York, 1981.
4. http://journeytoforever.org/biodisel_aleksnew.html. "The Foolproof Way to Make Biodisel"
5. http://pkukmweb.my/~ahmad/tugas/s3_99/eliah. ukm.htm, Universitas Kebangsaan Malaysia.
6. <http://www.prn2usm.my/mainsite/plant/plant.htm>, "Racun Tradisional Melayu" Universitas Kebangsaan Malaysia.
7. http://www.iptek.net.id/ind/cakra_obat/tanaman_idx.php, "Tanaman Obat Indonesia", BPPT, Jakarta.
8. KETAREN, S., 1986, "Pengantar Teknologi Lemak dan Minyak Pangan", edisi I, hal 242-246, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
9. MASROMIN dan IIT RUDIARSO, 2005, "Metanolisis Minyak Jarak Pagar Dengan Katalisator NaOH", Naskah Seminar Penelitian. Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
10. SETYADJI, M., dkk, 2003, "Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN", Yogyakarta.

TANYA JAWAB

Dwi Wahini N.

ĤApa Saudara punya data hasil penelitian dari Instansi lain yang sejenis (berkaitan dengan konversi yang diperoleh) ?

ĤMeningat dalam penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah Magnetic Stirer, seandainya diaplikasikan untuk Industri (Scale-up) apa akan dilakukan penelitian ulang ?

Moch. Setyadji

ĤData hasil penelitian peneliti lain ada, besarnya konversi variatif tergantung kondisi operasi/proses yang dipilih, besarnya konversi rata-rata di atas 90%.

ĤPenelitian ini menggunakan magnetic stirer, bila hasilnya ingin scale-up untuk industri harus dilakukan penelitian ulang menggunakan batang pengaduk dengan model impeler yang sesuai.

Tumpal Pandiangan

ĤBagaimana efisiensinya, apa sudah pernah dihitung, kalau ya, berapa ?

Moch. Setyadji

ĤEfisiensi pengepresan (pengambilan minyak dari biji jarak) sekitar 80 %, efisiensi pembuatan ester (biodiesel) dari minyak jarak (konversi) sekitar 95 % lebih. Sedangkan biaya produksi metil ester (biodiesel) dari minyak jarak pagar sekitar Rp. 1200,- per liter.