

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. KESIMPULAN

1. Pada preparasi katalis asam heteropoli, asam politungstat ( $H_3PW_{12}O_{40}$ , HPW) yang diimbangkan pada zeolit alam Lampung, memberikan perubahan luas permukaan BET. Semakin besar HPW yang disisipkan maka luas permukaan BET katalis menjadi semakin kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa HPW telah berhasil diimbangkan pada zeolit.
2. Pengujian struktur kristal katalis dengan XRD, memperlihatkan bahwa tidak terjadi perubahan struktur dari zeolit secara signifikan. Terlihat dari konsistensi pola yang dihasilkan. Sedangkan jejak HPW tidak terlihat dengan jelas karena berhimpitan dengan jejak dari zeolit sebagai pengemban, yang memiliki intensitas lebih tinggi.
3. Uji kinerja katalis HPW/Z yang dihasilkan pada reaksi esterifikasi asam oleat dengan oktanol, memberikan hasil-hasil sebagai berikut:
  - a. Dari keseluruhan uji katalis dengan berbagai macam kondisi reaksi, memperlihatkan bahwa penggunaan katalis HPW20/Z memiliki pengaruh terbesar pada konversi asam oleat. Dimana konversi terbesar, yaitu 80.73% dihasilkan pada waktu reaksi  $t = 420$  menit, suhu reaksi  $T = 180$  °C, putaran pengaduk mekanis  $n = 480$  rpm, berat katalis  $w_{kat} = 2\%$  dan rasio mol asam oleat : oktanol : 1 : 6.
  - b. Perubahan suhu reaksi dari  $T = 150$  °C ke  $T = 180$  °C, tidak signifikan memberikan perubahan pada konversi asam oleat. Hal ini disebabkan karena struktur Keggin dari anion heteropoli mengkompensasi kehilangan  $H^+$  dari air ataupun organik polar, sehingga tingkat keasaman dari asam heteropoli dapat diindikasikan tidak berubah. Selain itu pula kemungkinan lainnya adalah tidak terjadi perubahan yang besar pada energi aktivasi ( $E_a$ ).
  - c. Pengaruh perubahan rasio mol reaktan ( $M = \text{asam oleat/oktanol}$ ), memberikan pengaruh terhadap tingkat konversi dari asam oleat. Dimana konversi yang dihasilkan pada  $M = 1 : 6$  (80.73%) lebih besar sekitar 20.21% daripada konversi yang dihasilkan pada  $M = 1 : 2$  (67.15%). Hal ini berarti penambahan oktanol

- berlebih memberikan pengaruh signifikan terhadap penambahan pergeseran reaksi reaksi ke kanan.
- d. Peningkatan jumlah katalis HPW20/Z yang digunakan dari 1% ke 2% berat asam oleat, memberikan pengaruh terhadap peningkatan konversi asam oleat sebesar 14.6%.
  - e. Perubahan putaran mekanis dari  $n_1 = 180$  rpm ke  $n_2 = 480$  rpm tidak memberikan perubahan signifikan terhadap konversi asam oleat ( $<1\%$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa pada  $n > 180$  rpm, tahanan luar (difusi eksternal) tidak memiliki pengaruh terhadap hasil reaksi.
4. Tampilan visual Produk Ester pada penelitian adalah kuning bening, tetapi agak lebih tua dari warna asam oleat, dengan viskositas  $7.073@40^{\circ}\text{C}$  dan  $2.82@40^{\circ}\text{C}$  serta densitas 0.837 untuk Produk Ester 1 dan  $7.544@40^{\circ}\text{C}$  dan  $3.76@40^{\circ}\text{C}$  serta densitas 0.824 untuk Produk Ester 2. Produk Ester ini lebih encer daripada EPOME Gliserol maupun EPOME Heksadekanol hasil penelitian Sukirno dkk<sup>8)</sup>, namun hampir sama dengan viskositas dan densitas dari pelumas bio hasil penelitian Dormo dkk<sup>53)</sup>. Dengan demikian dapat diaplikasikan pada kondisi tribologi peralatan yang berkecepatan tinggi dan rentang beban rendah seperti untuk pendingin dan pelumas pada mesin pembuatan logam dan rantai.
  5. Dari analisis dengan GC-MS didapatkan kesimpulan bahwa Produk Ester 1 adalah Decil Oleat sedangkan untuk Produk Ester 2 adalah Hexadesil Oleat dan bukannya oktil oleat. Hal ini kemungkinan terjadinya reaksi samping dehidrasi alkohol dan perengkahan ikatan karbon tidak jenuh menjadi alkena dan terjadi polimerisasi.
  6. Hasil studi kinetika reaksi mengindikasikan bahwa reaksi esterifikasi yang dilakukan adalah berorde 2 dengan konstanta kecepatan reaksi  $k_{R2}$  untuk reaksi dengan katalis HPW20/Z pada  $T = 180^{\circ}\text{C}$  adalah  $1.316 \text{ (mL/g-mol)(mL/g)(1/min)}$  dan pada  $T = 180^{\circ}\text{C}$  adalah  $1.175 \text{ (mL/g-mol)(mL/g)(1/min)}$ . Dan  $k_{R2}$  menurun dengan penurunan jumlah HPW yang disisipkan pada zeolit.

## 5.1. SARAN

1. Untuk mendapatkan kesimpulan yang lebih mendalam tentang hasil pelumas dasar bio dari produk ester yang dihasilkan, maka diperlukan pengujian lanjut, seperti pengujian nilai asam, bilangan iodin, *pour point* dan *flash point*.

2. Lebih lanjut melakukan variasi kondisi operasi untuk dapat melihat pengaruh pada kinetika reaksi esterifikasi, terutama untuk penggunaan rasio mol asam karboksilat : alkohol.
3. Reaksi esterifikasi asam oleat dengan oktanol ini disarankan untuk dapat dilakukan pada reaktor sirkulasi (*fixed bed*), untuk memudahkan penempatan katalis dan reaksi yang lebih baik.
4. Dengan beragamnya komponen dari produk yang dihasilkan berdasarkan analisis GC-MS, maka selektivitas katalis perlu diperhatikan.

