

# Penentuan Energi Aktivasi Reaksi Esterifikasi Minyak Biji Kapuk

Nita Suleman

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Negeri Gorontalo

## Abstrak

Penentuan Energi Aktivasi reaksi esterifikasi minyak biji kapuk dengan metanol dan katalis KOH. divariasikan pada konsentrasi KOH 0,1 hingga 1,0 % berat minyak, perbandingan pereaksi 1 hingga 3 kali stoikiometris, serta temperatur 303 hingga 343 K. Nilai konstanta kecepatan reaksi yang diperoleh adalah :  $k_1 = 2,1939 \cdot 10^9 \exp.(-15750,1542/RT)$ ;  $k_2 = 1,3619 \cdot 10^8 \exp.(-14809,6674/RT)$ ; dengan penyelesaian cara regresi, pada persamaan linier multivariabel diperoleh persamaan berikut, yang memberikan ralat sebesar 28,73 % .  $k_1 : 1,3248 \cdot 10^{-2} M.e^{434,9220 C_{kat}/T}$ . Energi aktivasi untuk reaksi alkoholisis minyak biji kapuk adalah 494,9220.

**Kata Kunci:** Energi aktivasi, Esterifikasi, Minyak Biji Kapuk

## PENDAHULUAN

Tanaman kapuk merupakan salah satu tanaman yang mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia. Hasil utama yang dipungut dari tanaman ini adalah serat kapuknya yang bisa digunakan sebagai pengisi kasur, isolator, peredam suara, alat-alat pelampung, baju dingin, alat-alat olahraga, boneka, dan lain-lain. Kayu pohon kapuk dapat digunakan sebagai kayu bakar, tetapi biji kapuk belum banyak dimanfaatkan, bahkan sering hanya dibuang begitu saja. Biji kapuk bisa diambil minyaknya dengan cara pengempaan.

Minyak biji kapuk susunannya tidak banyak berbeda dengan minyak biji kapas, oleh sebab itu minyak biji kapuk bisa dipakai sebagai pengganti minyak biji kapas pada pembuatan sabun dan minyak makan setelah melalui pengolahan secara khusus. Kanuyoso (1973) menerangkan hasil penelitiannya, bahwa terhadap minyak bijih kapuk yang telah dikenai proses *refining* dari pabrik bila digunakan untuk menggoreng terlihat buihnya banyak dan stabil, tetapi bila minyak biji kapuk kasar dikenai proses *degumming* dan *hidrasi*, pada saat digunakan untuk menggoreng buihnya banyak dan kurang stabil. Juga dikatakan bahwa untuk mengurangi buih dapat digunakan zat anti buih atau dengan mencampur minyak biji kapuk dengan minyak yang telah mengandung zat anti buih, misalnya minyak jagung yang telah mengandung *methyl silicone* didalamnya. Minyak bijih kapuk yang telah mengalami *refining* banyak dibeli oleh

industri minyak makan untuk digunakan sebagai pencampur.

Biji kapuk terdiri atas kulit biji yang keras dan 35-40% daging biji (kernel) yang mengandung kurang lebih 25% minyak. Pada umumnya minyak biji kapuk diperoleh dengan cara pengempaan.

Sifat fisik dan kimia minyak biji kapuk adalah : berat jenis 0,920-0,933. Bilangan iodium 86-110 mg I/g minyak, bilangan penyabunan 189-197 mg KOH/ g minyak, total asam lemak jenuh 15-20%, dan total asam lemak tak jenuh 80-85%. Asam lemak jenuh terdiri atas asam palmitat 10,5-10,8%, asam stearat 4,9-8,6%, dan asam arakhidat 1%. Asam lemak tak jenuh berupa asam oleat 46,1-56,6% dan asam linoleat 27,7-34,6% (Swern, 1979).

Reaksi esterifikasi merupakan reaksi bolak-balik yang relatif lambat. Untuk itu, guna mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, proses dilakukan dengan pengadukan yang baik, penambahan katalis untuk menurunkan energi aktivasi dan pemberian reaktan yang berlebihan agar reaksi bergeser ke arah kanan.

## METODE PENELITIAN

Bahan baku berupa minyak biji kapuk dianalisa untuk mengetahui rapat massa, kadar air, kadar asam lemak total dan asam lemak bebasnya. Metanol dianalisa untuk mengetahui rapat massa dan kadarnya.

Minyak dengan jumlah tertentu dimasukkan ke dalam labu dan dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu. Metanol dan katalis (KOH) dicampur dan dipanaskan secara terpisah hingga mencapai temperature operasi yang sama, kemudian dimasukkan ke dalam labu reaksi dengan cepat. Sampel diambil pada selang waktu tertentu (10 menit) dimulai pada saat tercapainya temperatur operasi hingga 60 menit, dan analisa dengan metode volumetrik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan teori semakin lama waktu reaksi, maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

Percobaan untuk mempelajari pengaruh suhu reaksi esterifikasi dilakukan dengan mengubah-ubah suhu reaksi untuk setiap percobaan (40, 45, 50, 55, 60 °C). sedangkan untuk waktu esterifikasi dan jumlah katalis dibuat tetap yaitu 1 jam dan 1% v/v.



Gambar 1. Pengaruh temperatur terhadap konversi reaksi

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu reaksi yang dioperasikan sampai dengan 60 oC, maka konversi metil ester semakin besar. Hal ini terjadi karena dengan naiknya suhu, maka tumbukan antar partikel semakin besar, sehingga reaksi berjalan semakin cepat dan konstanta reaksi semakin besar. Peningkatan laju reaksi ini disebabkan oleh meningkatnya konstanta laju reaksi yang merupakan fungsi dari temperatur. Semakin tinggi temperaturnya, maka semakin besar konstanta laju reaksinya.

Pada temperatur 303 hingga 333 K, nilai  $k_1$  dan  $k_2$  meningkat secara eksponensial, namun nilai  $k_2$  jauh lebih rendah disbanding  $k_1$ . Kenaikan temperatur 10 oC meningkat kecepatan reaksi sebesar 1,80 hingga 2,49 kali untuk  $k_1$ . Meningkatnya konstanta kecepatan reaksi ini disebabkan oleh naiknya energi yang dimiliki oleh tiap molekul karena adanya peningkatan temperatur.

Namun demikian, pada temperatur 343 K nilai  $k_1$  menurun dibandingkan pada temperatur 333 K. Hal ini dimungkinkan terjadi bila molekul-molekul metanol sebagian telah berubah menjadi uap sehingga terjadi transfer massa gas cair. Sebagai akibatnya hambatan transfer yang lebih besar maka konstanta kecepatan reaksi akan menurun. Dalam perhitungan korelasi antara suhu dengan nilai  $k_1$ ,  $k_2$  maupun  $K_{CMA}$ , data yang diperoleh pada suhu 343 K tidak dilibatkan. Persamaan yang diperoleh adalah :

$$k_1 = 2,1939 \cdot 10^9 \exp.(-15750,1542/RT)$$

$$k_2 = 1,3619 \cdot 10^8 \exp.(-14809,6674/RT)$$

Koefisien transfer massa ( $K_{CMA}$ ) pada kisaran suhu 313 - 333 K cenderung tetap terhadap peningkatan suhu, sebagaimana fenomena yang terjadi pada variasi konsentrasi katalis maupun perbandingan pereaksi. Namun nilai  $K_{CMA}$  pada suhu 303 K ternyata jauh lebih rendah.

Dengan kecepatan pengadukan yang sama pada tiap variasi suhu, reaksi pada suhu kamar (303 K) ternyata kurang memberikan pencampuran yang baik, ditinjau dari rendahnya nilai koefisien transfer massa pada suhu tersebut, serta rendahnya konversi reaksi terutama pada menit-menit awal. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Darnoko dan kawan-kawan (2000), yang menyebutkan bahwa pada suhu rendah, terjadi kesulitan pencampuran antara minyak dan alkohol, sehingga kemungkinan transfer massa yang terjadi juga kurang baik. Oleh karena itu, dari nilai  $K_{CMA}$  yang diperoleh pada kisaran suhu 303 - 333 K belum dapat disusun hubungan kuantitatif yang relatif baik untuk menghubungkan kedua parameter tersebut.

Pada suhu 333 K, kesetimbangan reaksi dicapai pada menit ke 50. Namun karena reaksi bolak-balik di industri umumnya tidak dilakukan hingga mencapai kesetimbangan, maka penelitian suhu optimum lebih ditekankan pada konversi yang relatif besar dalam waktu yang lebih singkat. Dengan demikian suhu optimum dicapai pada 333 K karena mampu memberikan konversi yang paling besar dalam waktu yang paling singkat (kurang dari 50 menit).

Dari nilai-nilai  $k_1$  dan  $k_2$  yang diperoleh dari masing-masing variasi, dapat disusun persamaan umum sebagai fungsi ketiga variabel tersebut, yang dapat berlaku umum untuk kisaran kondisi operasi yang dipelajari. Persamaan tersebut analog dengan persamaan Arrhenius, dengan energi aktivasi (E) sebagai fungsi konsentrasi katalis ( $C_{kat}$ ), dan factor pengadukan (A) sebagai fungsi perbandingan pereaksi (M). Dengan penyelesaian cara regresi, pada persamaan linier multivariabel diperoleh persamaan berikut, yang memberikan ralat sebesar 28,73 % .

$$k_1 : 1,3248 \cdot 10^{-2} M \cdot e^{434,9220 C_{kat}/T}$$

Sementara itu variabel-variabel tersebut tidak mempengaruhi nilai  $k_2$  secara signifikan, bila dibandingkan dengan pengaruhnya terhadap nilai  $k_1$ .

## PENUTUP

Nilai konstanta kecepatan reaksi yang diperoleh adalah:  $k_1 = 2,1939 \cdot 10^9 \exp(-15750,1542/RT)$ ;  $k_2 = 1,3619 \cdot 10^8 \exp(-14809,6674/RT)$ . Dengan penyelesaian cara regresi, pada persamaan linier multivariabel diperoleh persamaan berikut, yang memberikan ralat sebesar 28,73 %.  $k_1 : 1,3248 \cdot 10^{-2} M \cdot e^{434,9220 C_{kat}/T}$ . Energi aktivasi untuk reaksi alkoholisis minyak biji kapuk adalah 494,9220 Joule.

## DAFTAR PUSTAKA

- Darnoko, D., Cheryan, M.. 2000. Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor”, *J. Am. Oil Chem. Soc.*
- Kartakusumah, U.I. 2003. *Memproduksi Minyak Diesel dari Biji Kapuk*. Suara Pembaharuan, 31 Januari 2003.
- Kusmiyati. 1999. Kinetika Pembuatan Metil Ester Pengganti Minyak Diesel dengan Proses Metanolisis Tekanan Lebih Dari Satu Atmosfer. *Tesis*. diajukan kepada Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada.
- Suess, A. 2002. Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Harian Kompas*, 20 Juli 2002
- Swern, D. 1982a. *Introduction to Fat and Oil Technology*. John Wiley and Sons, New York.
- Swern, D. 1982b. *Bailey’s Industrial Oil and Fat Product*. John Wiley and Sons, New York.
- Wardhana, W.A. 2002. *Dampak Pencemaran Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan Manusia*. Energi, No.15