

# PENENTUAN KONSTANTA KECEPATAN REAKSI SINTESIS GLISEROL DARI MINYAK KELAPA CURAH DAN LARUTAN SODA API

I. Sumantri, R. Nurwiyanı dan R. H. Hapsari\*

### Abstrak

*Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan orde reaksi, konstanta kecepatan reaksi, dan kondisi optimum reaksi dari reaksi saponifikasi minyak kelapa curah. Minyak kelapa dan larutan NaOH dimasukkan dalam reaktor berpengaduk dengan komposisi tertentu dan kecepatan pengadukan yang konstan selama satu jam. Reaksi dilakukan pada suhu 40°C sampai dengan 100°C. Sampel diambil untuk dianalisis setiap 10 menit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jenis reaksi yang terjadi adalah reaksi searah dengan orde reaksi 0,5 terhadap gliseril tristearat, konstanta kecepatan reaksi (k) berdasarkan signifikansi (R<sup>2</sup>) optimum dicapai pada suhu 70°C dengan harga k adalah 3,38.10<sup>-3</sup> mol/L det dan signifikansi sebesar 95,36% (ralat maksimum 5%).*

**Kata kunci :** orde reaksi, konstanta kecepatan reaksi, kinetika reaksi.

### Pendahuluan

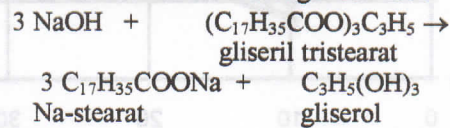
Gliserol dikenal juga dengan gliserin, glisil alkohol atau 1,2,3-propanatriol, yaitu salah satu polialkohol yang cukup penting. Dalam keadaan murni berbentuk cair dengan titik lebur 17,9°C, berasa manis, tidak berwarna dan tidak berbau, higroskopis, berat jenis pada 30°C adalah 1,25495 g/ml dan mempunyai titik didih 290°C (1 atm), 'specific gravity' pada suhu 50°C adalah 1,260 (Perry, 1987).

Gliserol dihasilkan lewat beberapa cara: (1). Saponifikasi trigliserida (minyak dan lemak) dengan larutan basa pada industri sabun; (2). Recovery gliserol dari proses hidrokarbon trigliserida atau proses pemecahan untuk memproduksi asam lemak; (3). Sintesis dengan cara klorinasi dan hidrolisis senyawa propylene/hidrokarbon dari bahan baku petrokimia (Austin, 1984). Metoda yang paling ekonomis dan sering dipergunakan yaitu dengan memisahkan gliserol dari larutan buangan yang diperoleh melalui proses saponifikasi.

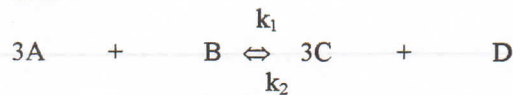
Gliserol digunakan sebagai pelembab dalam tembakau, industri farmasi, dan kosmetik (karena adanya gugus-gugus hidroksil yang dapat berikatan hidrogen dengan air dan mencegah penguapan air itu), pembuatan nitro gliserin dan bahan peledak TNT (tri nitro toluen). Di samping itu, juga sebagai bahan pengawet pada buah - buahan yang dikalengkan, untuk meminyaki cetakan, dan mencegah terjadinya penyusutan pada bejana kayu. Dalam bidang industri gliserol digunakan pada industri pembuatan alkil resin, minyak pelumas, industri kertas, dan karet.

### Tinjauan Teoritis Kinetika Reaksi Penyabunan Minyak Dengan Larutan Soda Api

Pembuatan gliserol dari minyak kelapa curah menurut reaksi sebagai berikut :



atau :



Reaksi dapat dianggap dapat balik dan searah, jika :

(1). Reaksi dianggap searah

$$- \frac{dC_A}{dt} = k C_A C_B$$

(2). Reaksi dianggap dapat balik

$$- \frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A C_B - k_2 C_C C_D$$

$$C_C = 3 C_D \qquad C_B = 1/3 C_A$$

$$C_C = x C_{A0} \qquad C_A = C_{A0} (1-x)$$

$$C_D = 1/3 x C_{A0} \qquad C_B = C_{B0} - 1/3 x C_{A0}$$

### Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin balik. Pemanas menggunakan pemanas listrik dan dilengkapi dengan pengaduk magnet. Sejumlah tertentu NaOH 5 % berat ditimbang dan membuat larutan HCl sesuai normalitas yang dibutuhkan, yaitu 0,15 N.

Minyak goreng curah sebanyak volume yang dibutuhkan dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian dilakukan pemanasan sampai suhu yang diinginkan tercapai kemudian larutan soda api dimasukkan. Pengambilan sampel dilakukan

\*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang 50239



sebanyak 2 cc, setiap 10 menit sekali selama 1 jam. Sampel dimasukkan ke dalam erlemeyer, dua tetes indikator PP ditambahkan kemudian dilakukan titrasi dengan HCl sampai larutan tidak berwarna. Kebutuhan volume HCl untuk titrasi dicatat.

Variabel yang digunakan untuk percobaan dengan variabel kendali volume minyak kelapa 500 gram, gram ekivalen soda api 5 % berat, waktu

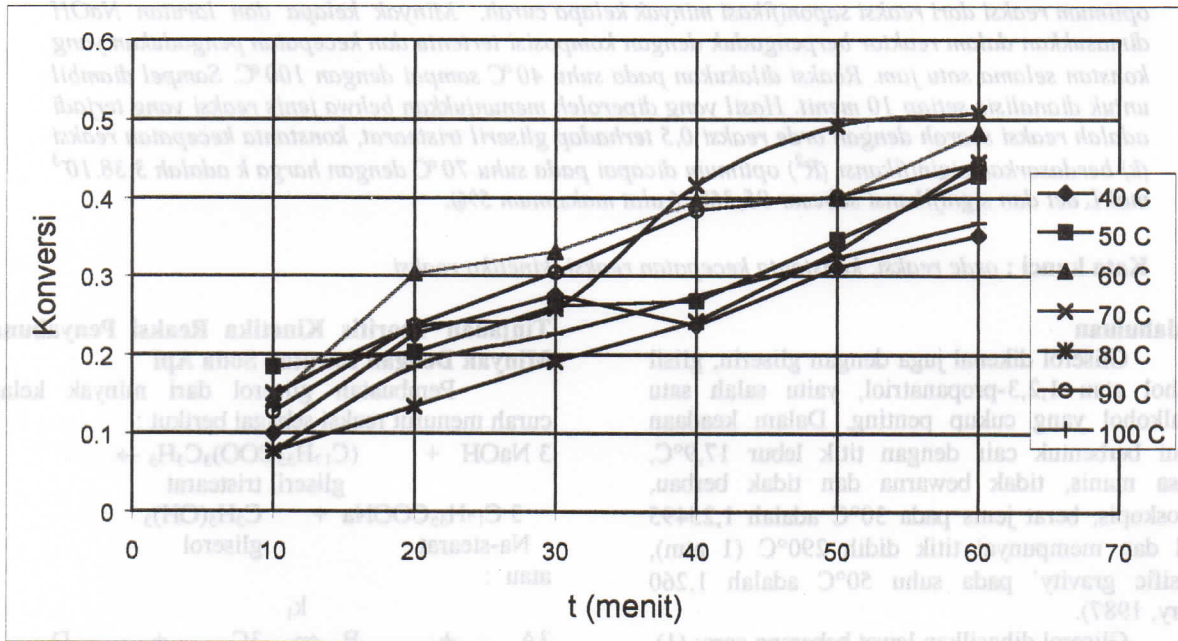
pengambilan sampel 10 menit selama 1 jam sedangkan variabel yang berubah meliputi suhu reaksi (40-100 °C).

Metode analisis untuk gliserol yang dilakukan selama reaksi dilakukan untuk mengetahui konversi gliserol yang diperoleh.

**Hasil Dan Pembahasan**

**Hasil Percobaan**

Hasil percobaan yang dilakukan untuk berbagai kondisi dapat dilihat dari Grafik 1 berikut ini.



Grafik 1 Konversi NaOH pada Berbagai Suhu

**Pembahasan**

1. Konsentrasi NaOH ( $C_A$ ) berkurang dengan bertambahnya waktu ( $t$ ) demikian pula dengan konsentrasi gliseril trinitrat ( $C_B$ ). Sehingga reaksi yang terjadi adalah reaksi searah dengan orde reaksi 0,5 terhadap  $C_B$ .
2. Penentuan kondisi optimum dilakukan dengan melihat harga konstanta reaksi terbesar dan signifikansi ( $R^2$ ) minimum 95% (% ralat maksimum 5%) yaitu pada suhu 70°C dengan harga  $k$  sebesar 0,00338 mol/L detik. Perhitungan harga  $k$  dilakukan pada orde reaksi 0,5 terhadap  $C_B$ , faktor tumbukan ( $A$ ) 0,0161 dan harga energi aktivasi ( $E_a$ ) 5464,35 J.
3. Konstanta kecepatan reaksi ( $k$ ) dipengaruhi oleh suhu. Harga  $k$  pada suhu 40°C-70°C mengalami kenaikan sedangkan pada 70°C - 100°C mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena pada suhu 80°C mulai terjadi bumping yaitu terbentuknya gelembung – gelembung gas dan letupan-letupan.

Akibatnya konversi semakin kecil dengan bertambahnya waktu dan kecepatan reaksinya juga semakin kecil.

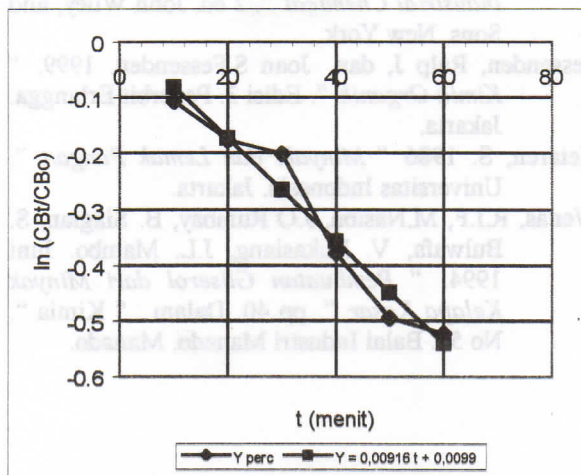
**Perhitungan orde reaksi dengan grafik  $dC_B/C_B$  vs  $t$**   
 Jika dianggap orde satu, maka persamaannya adalah :

$$\ln(C_B/C_{B0}) = -k t + c$$

$$Y = m x + c$$

Dengan menggunakan grafik hubungan  $\ln(C_B/C_{B0})$  terhadap waktu maka dapat diketahui signifikansinya ( $R^2$ ) terhadap persamaan linear. Hal yang sama juga dilakukan untuk orde reaksi lainnya. Berikut ini adalah contoh perhitungan orde reaksi pada suhu 70°C





Grafik 2. Penentuan orde reaksi pada suhu 70 °C

Perhitungan dengan cara yang sama juga dilakukan terhadap orde reaksi yang lain sehingga diperoleh hasil bahwa signifikansi terbesar (95,4%) adalah pada orde 0,5, sehingga orde reaksi dari persamaan reaksi pembuatan Gliserol ini adalah 0,5 terhadap Gliseril tristearat (B).

**Perhitungan Konstanta Kecepatan Reaksi Searah Pada Berbagai Suhu dan Menentukan Harga Energi Aktivasi serta Faktor Tumbukan**

Berdasarkan orde reaksi yang sudah diketahui yaitu 0,5 maka persamaan reaksi searah menjadi :

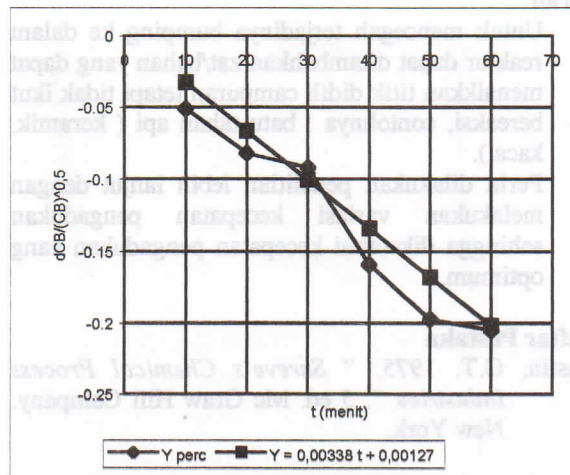
$$\begin{aligned} dC_B/C_B^{0,5} &= -k t + c \\ (C_{Bt}^{0,5} - C_{B0}^{0,5})/0,5 &= -k t + c \\ y &= m x + c \end{aligned}$$

Untuk menghitung nilai k berdasarkan data yang ada maka dilakukan tabulasi dan linierisasi untuk memperkirakan harga k pendekatan.

Tabel 1. Contoh perhitungan  $dC_B/C_B^{0,5}$  dan t (waktu) untuk memperoleh harga k pada suhu 70°C

t (menit)	$C_B$	$C_B^{0,5}$	$(C_{Bt}^{0,5} - C_{B0}^{0,5})$
0	1,02	1,010	
10	0,824	0,908	-0,051
20	0,716	0,846	-0,082
30	0,683	0,826	-0,092
40	0,479	0,692	-0,159
50	0,380	0,616	-0,197
60	0,359	0,599	-0,205

Perkiraan penentuan harga k dengan grafik dapat dilihat pada Grafik 3 berikut ini.



Gambar 3. Penentuan k dengan grafik

Untuk kondisi-kondisi yang lain hasil percobaan maka dengan cara yang sama dapat dilakukan untuk perhitungan dalam penentuan harga k secara grafis sehingga dapat diperoleh harga k hasil percobaan sebagai berikut:

Tabel 5. Penentuan harga konstanta kecepatan reaksi

Suhu (°C)	Persamaan	k (mol/L detik)	Signifikan si (R <sup>2</sup> )
40	Y= -0,00162 t - 0,00327	0,00162	0,8304
50	Y= -0,00194 t - 0,00152	0,00194	0,9190
60	Y= -0,00250 t - 0,00410	0,00250	0,9182
70	Y= -0,00338 t - 0,00127	0,00338	0,9536
80	Y= -0,00282 t + 0,00406	0,00282	0,9530
90	Y= -0,00253 t - 0,00290	0,00253	0,9614
100	Y= -0,00211 t - 0,00130	0,00211	0,9794

**Kesimpulan dan Saran**

**Kesimpulan**

1. Jenis reaksi adalah reaksi searah dengan orde reaksi 0,5 terhadap  $C_B$ .
2. Kondisi optimum pada suhu 70°C dengan harga k adalah  $3,38 \cdot 10^{-3}$  mol/L detik.
3. Harga konstanta kecepatan reaksi ( k ) adalah pada range 0,0162 mol/L detik sampai dengan  $3,38 \cdot 10^{-3}$  mol/L detik untuk range suhu 40°C sampai 70°C.

**Saran**

1. Untuk mencegah terjadinya bumping ke dalam reaktor dapat ditambahkan zat/bahan yang dapat menaikkan titik didih campuran tetapi tidak ikut bereaksi, contohnya : batu tahan api ( keramik, kaca ).
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan variasi kecepatan pengadukan sehingga diketahui kecepatan pengadukan yang optimum.

**Daftar Pustaka**

Austin, G.T. 1975. " *Shreve's Chemical Process Industries* ". 5 ed. Mc Graw Hill Company. New York.

Faith, W.L, D.E Keyes, and R.L Clark. 1957. " *Industrial Chemical* ". 2 ed. John Wiley, and Sons. New York.

Fessenden, Ralp J, dan Joan S.Fessenden. 1999. " *Kimia Organik* ". Edisi 3. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Ketaren, S. 1986 " *Minyak, dan Lemak Pangan* ". Universitas Indonesia. Jakarta.

Wenas, R.I.F, M.Nasibu, J.O Rumbay, B. Siagian, S. Bulwafa, V. Bukasiang, J.L. Mambo. Juni 1994. " *Pembuatan Gliserol dari Minyak Kelapa Kasar* ". pp 40. Dalam : " *Kimia* ". No 51. Balai Industri Manado. Manado.

Gambar 1. Perhitungan k dengan grafik

Untuk kondisi-kondisi yang lain hasil percobaan untuk dengan cara yang sama dapat dilakukan untuk perhitungan dalam persamaan harga k secara grafik sehingga dapat diperoleh harga k hasil percobaan sebagai berikut:

Tabel 2. Perhitungan harga konstanta laju reaksi

Waktu (menit)	Y	X	Y/X
0	0.00130	0.00211	0.0616
10	0.00290	0.00233	0.1245
20	0.00408	0.00282	0.1447
30	0.00527	0.00338	0.1559
40	0.00646	0.00390	0.1656
50	0.00765	0.00441	0.1735
60	0.00884	0.00492	0.1795
70	0.00993	0.00543	0.1829
80	0.01102	0.00594	0.1854
90	0.01211	0.00645	0.1876
100	0.01320	0.00696	0.1897

**Kesimpulan dan Saran**

1. Jenis reaksi adalah reaksi seruh dengan orde reaksi 0,2 terhadap  $C_A$
2. Kondisi optimum pada suhu 70°C dengan harga k adalah  $1,38 \cdot 10^{-3}$  menit<sup>-1</sup> mol/l detik
3. Harga konstanta laju reaksi (k) adalah pada range 0,0182 mol/l detik sampai dengan  $1,38 \cdot 10^{-3}$  mol/l detik untuk range suhu 40°C sampai 70°C

Grafik 1. Perhitungan orde reaksi pada suhu 70°C

Perhitungan dengan cara yang sama juga dilakukan terhadap orde reaksi yang lain sehingga diperoleh hasil bahwa nilai orde reaksi (0,2) adalah pada orde 0,2, sehingga orde reaksi dari persamaan reaksi pembuatan Gliserol ini adalah 0,2 terhadap Gliserol (B).

**Perhitungan Konstanta Laju Reaksi**

Pada berbagai suhu dan konsentrasi harga Energi Aktifitas serta Faktor Tabrakan Berdasarkan orde reaksi yang sudah diketahui yaitu 0,2 maka persamaan reaksi seruh menjadi:

$$dC_A/dt = -k_1 C_A^{0.2} - C_{B_0}^{0.2} X^{0.2} = -k_1 C_A^{0.2} - k_2 X^{0.2}$$

Untuk menghitung nilai k berdasarkan data yang ada maka dilakukan turunan dan linierisasi untuk memperoleh harga k berdasarkan

Tabel 1. Cara lain perhitungan  $dC_A/dt$  dan t (waktu)

untuk memperoleh harga k pada suhu 70°C

t (menit)	$C_A^{0.2}$	$C_{B_0}^{0.2} X^{0.2}$	$dC_A/dt$
0	1.02	0.000	0.00130
10	0.824	0.002	0.00290
20	0.716	0.004	0.00408
30	0.687	0.006	0.00527
40	0.659	0.008	0.00646
50	0.630	0.010	0.00765
60	0.602	0.012	0.00884
70	0.574	0.014	0.00993
80	0.546	0.016	0.01102
90	0.518	0.018	0.01211
100	0.490	0.020	0.01320

Perhitungan persamaan harga k dengan grafik dapat dilihat pada Grafik 1 berikut ini