



Pengaruh Perbandingan Volume Zat Pereaksi Terhadap Esterifikasi Asam Asetat Dengan Fraksi Dari Minyak Fusel

Bambang Trihadi

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu, Indonesia

Diterima 15 Desember 2006; Disetujui 30 Desember 2006

Abstrak -Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbandingan volume zat pereaksi terhadap konversi asam asetat pada reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel. Disamping itu digunakan untuk mempelajari kinetika reaksi esterifikasi pada reaksi tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbandingan volume zat pereaksi dinaikkan maka pada periode waktu yang sama, konversi asam asetat menjadi ester bertambah besar. Dari persamaan $1/(As) = -kt + b$, merupakan garis lurus maka orde reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel adalah orde dua, dimana harga tetapan reaksinya adalah 0,309 dan kecepatan reaksinya adalah $3,99 \times 10^{-3}$ grek/lt.

Kata Kunci : Esterifikasi; Asam Asetat; Minyak Fusel

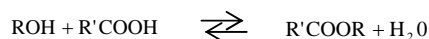
1. Pendahuluan

Pabrik-pabrik gula di Indonesia yang hasil pokoknya gula juga memperoleh hasil samping berupa tetes (melase) yang dapat diolah lebih lanjut menjadi alkohol. Alkohol ini dibuat dengan jalan fermentasi tetes dengan menggunakan biakan murni *sacharomyces cereviceae*. Kecuali alkohol akan didapatkan hasil samping berupa minyak fusel. Minyak fusel ini penggunaannya sangat terbatas pada umumnya untuk pelarut zat pembentuk lapis pelindung. Untuk meningkatkan nilai ekonomisnya maka minyak fusel ini perlu diproses lebih lanjut, diantaranya adalah diesterifikasi.

Minyak fusel adalah merupakan campuran yang terdiri dari amyl atau iso amyl alkohol, iso butyl alkohol, n-propil alkohol dan mengandung sedikit asam, ester dan aldehid. Suatu hasil analisa yang dilakukan oleh Delbruck mengenai komposisi minyak fusel hasil fermentasi kentang diperoleh sebagai berikut: 68,76% amyl alkohol, 24,35% isobutyl alkohol, 6,85% n-propil alkohol dan 0,04% campuran asam, ester dan aldehid [4]. Komposisi dan jumlah minyak fusel yang diperoleh dari hasil fermentasi berbeda-beda, hal ini tergantung dari macam bahan baku yang difermentasi.

Jika alkohol yang ada dalam minyak fusel tersebut diesterifikasi dengan asam asetat akan diperoleh amyl asetat yang akan digunakan dalam industri lapis pelindung, juga digunakan dalam semir sepatu sebagai dry cleaning dan bila dicampur dengan etil asetat bisa dipakai sebagai pembersih jarum pada industri tekstil. Sedangkan butyl asetat merupakan pelarut yang sangat penting untuk lapis pelindung selulosa (3,5).

Ester organik dibuat dengan jalan mengeluarkan H₂O dari alkohol dan asam organik, dengan persamaan reaksi sebagai berikut:

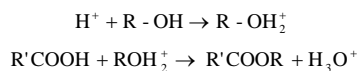


Reaksi esterifikasi ini bolak balik dan kesetimbangan dicapai dengan sangat lambat. Pada umumnya reaksi dilakukan dengan bantuan katalisator asam (2,3). Beberapa cara yang sering dilakukan untuk mendorong reaksi kearah kesempurnaan adalah:

1. Air yang terbentuk pada azeotrop harus dihilangkan.
2. Penggunaan alkohol harus berlebihan atau,
3. Penggunaan asam yang berlebihan.

Kecepatan reaksi esterifikasi juga dipengaruhi oleh posisi gugus hidroksil di dalam rantai. Mekanisme reaksi esterifikasi menggunakan katalisator asam dapat dijelaskan dengan anggapan bahwa atom hidrogen dari

katalisator mula-mula bereaksi dengan gugus dari alkohol membentuk kompleks ROH₂⁺ dan kemudian bereaksi dengan asamnya.



Pada umumnya alkohol primer bereaksi lebih cepat dari pada alkohol sekunder dan tertier, maka alkohol yang paling sederhana dan yang paling cepat bereaksi adalah methanol [2],[3],[5]. Beberapa faktor yang mempengaruhi jalannya reaksi esterifikasi adalah: Perbandingan zat pereaksi, Katalisator, Suhu reaksi, Lamanya reaksi, dan pengadukan [1],[5].

Perbandingan zat pereaksi terutama mempengaruhi tumbukan antara molekul-molekul zat yang mengadakan reaksi. Makin tinggi perbandingan molekul antara alkohol dengan asam asetat, maka banyaknya asam asetat yang berubah menjadi ester semakin bertambah besar. Disini kemungkinan disebabkan oleh tumbukan antar molekul-molekul alkohol dengan asam asetat menjadi semakin besar .

2. Metode Penelitian

Pembuatan Alkohol dari Minyak Fusel

Alkohol dibuat dari minyak fusel yang telah dikurangi kadar airnya. Minyak fusel dimasukkan dalam alat destilasi pada titik didihnya. Destilat yang keluar kemudian ditampung yaitu berupa alkohol dari minyak fusel yang kemudian diesterifikasi dengan asam asetat.

Pembuatan Ester dari Asam Asetat dan Alkohol dengan Katalisator Asam Sulfat.

Asam asetat pekat dan asam sulfat (sebagai katalisator) dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Pemanas listrik dihidupkan dan aliran air pendingin dijalankan. Setelah suhu yang diinginkan tercapai (pada titik didih campuran), kemudian alkohol hasil destilasi minyak fusel dituangkan ke labu leher tiga melalui corong pemisah dan suhu dipertahankan konstan. Setelah 10 menit contoh cairan dikeluarkan dari labu leher tiga melalui corong pemisah pengambil contoh cairan.

Contoh cairan setelah dingin kemudian dianalisa. Ulangi langkah tersebut diatas, tetapi reaksi esterifikasi dilakukan berturut-turut selama 20, 30, 45, 60 dan 75 menit.

Analisa Hasil

Analisa asam bebas. Asam bebas yang dimaksud adalah banyaknya asam asetat dan asam sulfat dalam larutan contoh. Asam bebas ini dicari dengan cara melarutkan contoh cairan kedalam alkohol, kemudian dititrasikan dengan menggunakan standar NaOH dan menggunakan indikator phenol phtalein (PP). Jumlah asam bebas dinyatakan dalam grek/lt contoh cairan.

Analisa asam total. Asam total yang dimaksud adalah jumlah asam bebas dan asam yang terikat dalam bentuk ester. Penetapan jumlah asam total dilakukan dengan cara menghidrolisa contoh cairan dengan menggunakan larutan NaOH yang telah diketahui normalitasnya, dalam alkohol pada titik didihnya selama 1 jam. Setelah dingin kelebihan NaOH dititrasikan kembali dengan menggunakan larutan standar HCl dan indikator yang dipakai adalah phenol phtalein. Jumlah asam bebas dinyatakan dalam grek/lt contoh cairan.

Perhitungan konversi. Konversi ini dihitung berdasarkan banyaknya asam asetat yang berubah menjadi ester atau asam total dikurangi jumlah asam bebas dibagi dengan jumlah asam asetat mula-mula [5].

$$X = \frac{A_t - A_b}{A_0} \quad (1)$$

Dimana X = Konversi, A_t = asam total, A_b = asam bebas, A₀ = asam asetat mula-mula.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pengaruh Perbandingan Volume Zat Pereaksi

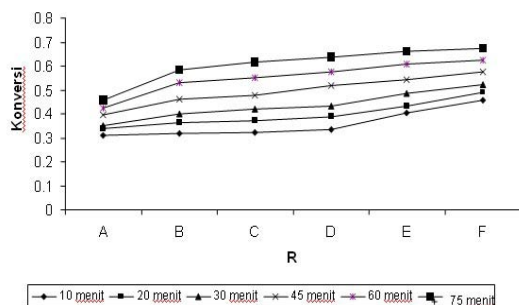
Konversi asam asetat menjadi ester dilakukan dengan perbandingan volume alkohol dibanding dengan volume asam asetat dengan perbandingan 1:1 1,31:1 perbandingan 1,50:1 perbandingan 2:1 perbandingan 2,53:1 dan perbandingan 3:1. Waktu konversi ini dilakukan mulai 10 menit, 20 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit dan 75 menit. Reaksi dilakukan di dalam alat esterifikasi dan setelah selesai reaksi maka

ditentukan konsentrasi asam bebas (asam asetat dan asam sulfat), maupun konsentrasi asam yang terikat dalam bentuk ester dengan cara titrasi. Konversi asam asetat menjadi ester ditentukan dengan persamaan (1), dimana A_t adalah konsentrasi asam total grek/lit (jumlah asam bebas dan asam yang terikat dalam bentuk ester), A_b adalah konsentrasi asam bebas grek/lit (banyaknya asam asetat dan asam sulfat), dan A_0 adalah konsentrasi asam asetat mula-mula.

Pengaruh perbandingan volume zat pereaksi terhadap konversi asam asetat dapat dilihat pada gambar 1.

Tabel 1. Hubungan konversi (X) dengan perbandingan volume zat pereaksi (R)

Waktu, menit	Konversi asam asetat menjadi ester pada perbandingan volume alkohol : volume asam asetat					
	1:1	1,31:1	1,50:1	2:1	2,53:1	3:1
10	0,3117	0,3193	0,3238	0,3385	0,4033	0,4563
20	0,3396	0,3613	0,3696	0,3873	0,4333	0,4887
30	0,3608	0,4015	0,4209	0,4337	0,4841	0,5232
45	0,3853	0,4584	0,4792	0,5182	0,5437	0,5737
60	0,4232	0,5211	0,5498	0,5775	0,6081	0,6239
75	0,4567	0,5830	0,6170	0,6374	0,6624	0,6740



Gambar 1. Pengaruh perbandingan volume zat pereaksi terhadap konversi

Keterangan:

- A = Volume alkohol : Volume asam asetat = 1 : 1
- B = Volume alkohol : Volume asam asetat = 1,31 : 1
- C = Volume alkohol : Volume asam asetat = 1,50 : 1
- D = Volume alkohol : Volume asam asetat = 2 : 1
- E = Volume alkohol : Volume asam asetat = 2,53 : 1
- F = Volume alkohol : Volume asam asetat = 3 : 1
- R = $\frac{\text{Volume alkohol}}{\text{Volume as. asetat}}$

Dari tabel 1 dan gambar 1 tersebut maka dapat disimpulkan bahwa jika perbandingan volume zat pereaksi dinaikkan maka pada periode waktu reaksi yang sama konversi asam asetat menjadi ester menjadi bertambah besar. Hal ini disebabkan karena bertambah besarnya tumbukan antara molekul-molekul alkohol dengan asam asetat. Dan jika dilihat kenaikan konversi

pada periode waktu 75 menit, diatas perbandingan 1,5 : 1 kenaikan konversi asam asetat menjadi ester berubah sangat kecil, hal ini disebabkan karena reaksi hampir mencapai kesetimbangan.

Kinetika Reaksi Esterifikasi

Sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Leyes dan Othmer mengenai reaksi esterifikasi butanol dengan asam asetat dalam fase cair menggunakan katalisator asam sulfat, diberikan persamaan sebagai berikut [2]:

$$V = \frac{-d(As)}{dt} = k(As)^n \tag{2}$$

Hasil integrasi dari persamaan tersebut adalah:

$$\frac{1}{n-1} \frac{1}{(As)^{n-1}} = kt + C \tag{3}$$

Dimana (As) adalah konsentrasi asam, C dan k adalah konstanta, t adalah waktu dan n adalah orde reaksi.

Dari hasil penelitian Leyes dan Othmer pada reaksi esterifikasi butanol dengan asam asetat pada temperature tertentu diperoleh orde reaksi 2, berarti n = 2. Sehingga persamaan tersebut diatas menjadi:

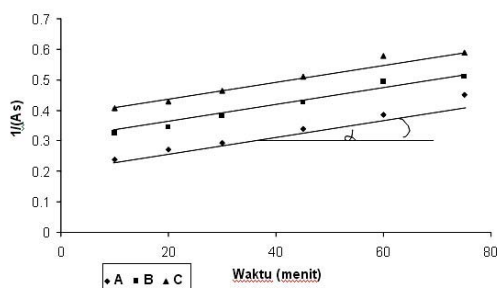
$$\frac{1}{(As)} = kt + C \tag{4}$$

Harga 1/(As) pada perbandingan volume alkohol dengan volume asam asetat 2:1 2,53:1 dan 3:1 setelah waktu reaksi 10, 20, 30, 45, 60, dan 75 menit terdapat pada tabel 2.

Tabel 2. Harga 1/(As) pada perbandingan volume alkohol dengan volume asam asetat 2:1 2,53:1 dan 3:1 setelah waktu reaksi 10, 20, 30, 45, 60, dan 75 menit.

Waktu (menit)	Harga 1/(As) pada perbandingan vol. alkohol:vol. asam asetat		
	2:1	2,53:1	3:1
10	0,240	0,325	0,408
20	0,270	0,345	0,430
30	0,284	0,380	0,465
45	0,340	0,425	0,510
60	0,385	0,495	0,577
75	0,450	0,510	0,590

Persamaan (4) mirip dengan persamaan $Y = aX + b$ dimana $Y = 1/(As), t = X, a = k, b = C$. Persamaan ini adalah merupakan persamaan garis lurus. Kurva hubungan 1/(As) terhadap t pada perbandingan volume alkohol terhadap volume asam asetat 2:1 2,53:1 dan 3:1 dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva hubungan $1/(As)$ terhadap t pada perbandingan volume alkohol terhadap volume asam asetat 2:1 2,53:1 dan 3:1.

Keterangan:

A = Persamaan garis $Y=0,2038+0,003150819 X$

B = Persamaan garis $Y=0,2897+0,003090164 X$

C = Persamaan garis $Y=0,3753+0,003032786 X$

Persamaan garis lurus A, B dan C pada gambar 2, koefisien korelasi serta kecepatan reaksi esterifikasi dapat ditentukan dari persamaan (4), dimana $k = \text{tg } \alpha$

Persamaan garis lurus dan harga tetapan kecepatan reaksi esterifikasi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Persamaan garis lurus dan harga tetapan kecepatan reaksi esterifikasi

No.	Perbandingan vol. alkohol thp. Vol asam asetat	Persamaan garis lurus	Koefisien korelasi	Tetapan kecepatan reaksi
1	2:1	$Y=0,2038+0,003150819X$	0,99	0,315
2	2,53:1	$Y=0,2897+0,003090164X$	0,99	0,313
3	3:1	$Y=0,3753+0,003032786X$	0,99	0,300
Rata-rata				0,309

Dari gambar 2 dan tabel 3 tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa harga tetapan reaksi pada reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel adalah 0,309.

Kecepatan reaksi (V) dari reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel dapat ditentukan dari rumus:

$$V = \frac{-d(As)}{dt} = \frac{-\Delta(As)}{\Delta t}$$

$$\Delta(As) = (As)_2 - (As)_1 \quad (5)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

Dari perhitungan, kecepatan reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel pada

perbandingan volume alkohol : volume asam asetat 2 : 1 2,53 : 1 dan 3 : 1 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kecepatan reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel.

No.	t_2-t_1	$(As)_2-(As)_1$ pada vol. alk vol. As. Asetat 2:1	Harga kec. reaksi (V)	$(As)_2-(As)_1$ pada vol. alk vol. As. Asetat 2,53:1	Harga kec. reaksi (V)	$(As)_2-(As)_1$ pada vol. alk vol. As. Asetat 3:1	Harga kec. reaksi (V)
1	10	0,0508	$5,08 \times 10^{-3}$	0,0300	$3,00 \times 10^{-3}$	0,0334	$3,34 \times 10^{-3}$
2	10	0,0464	$4,64 \times 10^{-3}$	0,0508	$5,08 \times 10^{-3}$	0,0335	$3,35 \times 10^{-3}$
3	15	0,0845	$5,63 \times 10^{-3}$	0,0596	$3,97 \times 10^{-3}$	0,0505	$3,36 \times 10^{-3}$
4	15	0,0593	$3,95 \times 10^{-3}$	0,0644	$4,29 \times 10^{-3}$	0,0502	$3,35 \times 10^{-3}$
5	15	0,0599	$3,99 \times 10^{-3}$	0,0543	$3,62 \times 10^{-3}$	0,0501	$3,34 \times 10^{-3}$

Dari tabel 4 maka dapat disimpulkan bahwa kecepatan reaksi rata-rata reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel adalah $3,99 \times 10^{-3}$ grek/menit.

4. Kesimpulan

Perbandingan volume zat pereaksi dinaikkan dengan periode waktu reaksi yang sama maka konversi asam asetat menjadi ester bertambah besar.

Orde reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel adalah orde 2.

Tetapan reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel adalah 0,309.

Kecepatan reaksi esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel adalah $3,99 \times 10^{-3}$ grek/menit.

Daftar Pustaka

- [1] Groggins, P. H., *Unit Processes in Organic Synthesis*, Fifth edition, 1958, Mc.Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- [2] Jacobson, C.A., C.A. Hampel and E.C. Weaver, *Encyclopedia of Chemical Reaction*, 1951, Vol. IV, Edwards Brothers, Inc., USA.
- [3] Kirk, R.E. and Othmer, D.F., *Encyclopedia of Chemical Technology*, Vol. 8, 1949, Interscience Publishers, Inc., New York.
- [4] Prescott, S.C. and C.G. Dunn., *Industrial Microbiology*, Third edition, 1959, Mc.Graw Hill Book Company, Inc., New York.
- [5] Wilkinson, F., *Chemical Kinetic and Reaction Mechanisms*, 1980, Van Nostrand Reinhold Co. Ltd., New York.