

*Monograf KINETIKA REAKSI
METIL ASETAT DARI ASAM
ASETAT DAN METHANOL*

Hernowo Widodo

ABSTRAK

Metil asetat ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$), juga disebut asam asetat metil ester atau metil etanoat, milik kelompok ester. Dalam industri kimia, metil asetat banyak digunakan sebagai pelarut organik atau *solvent* serta sebagian besar untuk minyak dan lemak. Dalam industri berbasis teknik kimia, reaksi dan pemisahan dapat dilakukan bersamaan dalam satu alat dengan distilasi. Tujuan dari penelitian ini adalah proses esterifikasi asam asetat dan methanol menghasilkan asam asetat dan air. Dengan menggunakan metode distilasi. Percobaan dilakukan menggunakan variabel berubah, yaitu waktu (60, 90, 120, 150 menit), konsentrasi katalis HCl (0,1, 0,2, 0,3 M) dan perbandingan reaktan asam asetat: methanol (1:6, 1:8, 1:9). Dari percobaan diperoleh rendemen optimum sebesar 95,5 % pada waktu 150 menit dengan perbandingan asam asetat : methanol (1:8) dan konsentrasi katalis HCl 0,1 M. Reaksi antara asam asetat dan methanol merupakan reaksi berorde dua. Nilai konstanta kecepatan reaksi (k) yang tertinggi, dengan nilai $k = 2.4589/\text{mol}.\text{menit}$ didapat dari perbandingan asam asetat: methanol (1:8) pada konsentrasi HCl 0,1 M. Hasil analisis karakter ikatan yang diperoleh dari spektra FTIR metil asetat yaitu ikatan C = O, C – O, C – O – C dan gugus C – H.

Kata kunci: metil asetat, esterifikasi, distilasi, orde reaksi, kostanta kecepatan reaksi.

ABSTRACT

Methyl acetate ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$), also called acetic acid methyl ester or methyl ethanoate, belonging to the ester group. In the chemical industry, the methyl acetate is widely used as an organic solvent or solvent as well as most of the oil and grease. In chemical engineering based industries, reaction and separation can be carried out simultaneously in a single appliance by distillation. The purpose of this research is the process of esterification of acetic acid and methanol to produce acetic acid and water. By using the method of distillation. The experiments were performed using a variable changes, the time (60, 90, 120, 150 minutes), the catalyst concentration HCl (0.1, 0.2, 0.3 M) and the ratio of reactants acetic acid: methanol (1: 6, 1: 8, 1: 9). From the experiments obtained optimum yield of 95.5% at the time of 150 minutes with a ratio of acetic acid: methanol (1: 8) and 0.1 M HCl catalyst concentration, reaction between acetic acid and methanol is a reaction of order two. Value of the reaction rate constant (k) is the highest, with a value of $k = 2.4589 / \text{mol} \cdot \text{menit}$ obtained from the comparison of acetic acid: methanol (1: 8) at a concentration of 0.1 M HCl bond character analysis results obtained from the FTIR spectra of methyl acetate namely the C = O, C - O, C - O - C and group C - H.

Keywords: methyl acetate, esterification, distillation, reaction order, rate constants of reactions.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT Yang Maha Esa, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku monograf yang berjudul “ **Kinetika Reaksi Metil Asetat dari Asam Asetat dan Methanol**”

Buku monograf ini diharapkan bisa menjadi tambahan referensi bagi para akademisi dan masyarakat pada umumnya dalam rangka menambah khasanah pengetahuan tentang strategi bisnis.

Penulis tentunya menyadari bahwa dalam penulisan buku monograf ini masih banyak kekuarangan sehingga saran dan kritik diterima dengan lapang. Terakhir, semoga buku monograf ini memberikan manfaat bagi semua. Aamiin.

Jakarta,.....

Penulis

DAFTAR ISI

COVER	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
PENDAHULUAN.....	1
LANDASAN TEORI	10
METODOLOGI PENELITIAN.....	31
PEMBAHASAN	33
PENUTUP	50
DAFTAR PUSTAKA.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rendemen Metil Asetat.....	40
Tabel 2. Penentuan Orde Reaksi Pada Running 1	41
Tabel 3. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi Pada Running 1	44
Tabel 4. Hasil Anova Pengaruh Terhadap Waktu	47
Tabel 5. Hasil Anova Pengaruh Terhadap Konsentrasi Katalis ..	49

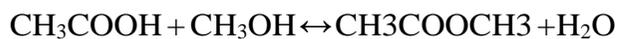
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Alir Cara Kerja Penelitian.....	31
Gambar 2. Grafik Reaksi Orde 0	37
Gambar 3. Grafik Reaksi Orde 1	37
Gambar 4. Grafik Reaksi Orde 2	38
Gambar 5. Grafik Reaksi Orde 3	38
Gambar 6. Grafik Reaksi Orde 4	39
Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi dan Waktu.....	42
Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Ln C dan Waktu.....	42
Gambar 9. Grafik Hubungan Antara $1/c$ dan Waktu	42
Gambar 10. Grafik Hubungan Antara $1/c^2$ dan waktu.....	43
Gambar 11. Grafik Hubungan waktu dan $1/CA - 1/CA_0$ pada running 1.....	44
Gambar 12. Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi (k)	45
Gambar 13. Hasil FTIR Metil Asetat.....	46

PENDAHULUAN

Latar belakang ini adalah bahwa Metil Asetat ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$), juga disebut asam asetat metil ester atau metil etanoat, milik kelompok ester. Metil asetat merupakan cairan berwarna netral dengan bau seperti ester. Untuk industri kimia, metil asetat banyak digunakan sebagai pelarut organik atau solvent. Selain itu, metil asetat juga digunakan dalam industri farmasi, paint remover dan industri kosmetik. Tujuan dari penelitian ini adalah proses esterifikasi asam asetat dan methanol menghasilkan asam asetat dan air. Dengan menggunakan metode distilasi.

Metil asetat ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$) termasuk bagian dari kelompok ester yang memiliki karakteristik mudah terbakar, sulit larut dalam air, dan *less toxic*. Dalam metil asetat digunakan sebagai pelarut organik atau solvent, material pelapisan, produksi *essence*, dan sebagainya. Produksi metil asetat dapat dilakukan melalui reaksi esterifikasi dan karbonilasi. Industri lebih banyak menggunakan esterifikasi dalam pemilihan prosenya, reaksi esterifikasi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Reaksi diatas merupakan reaksi reversibel, sehingga konversi limiting reaktan pada reaksi tersebut dapat ditentukan melalui kesetimbangan. Laju reaksi pada esterifikasi sangat lambat, sehingga dengan adanya penambahan katalis sangat penting untuk mempercepat laju reaksi.

Asam asetat merupakan asam karboksilat komersil yang terpenting dalam kehidupan ini, baik itu digunakan untuk keperluan rumah tangg maupun untuk kebutuhan industri. Untuk itu penuls rngrn memanfaatkan buah seri sebagai bahan baku pembuatan asam asetat karena buah sen ban'lak mengandung karbohidrai protein, kalsium, fosfor, vitamin, air, abu, serat, karoten, nbofalin dan niac:n)'ang sangat bagus difermentasikan untuk menjadi asam asetat

METODOLOGI PENELITIAN

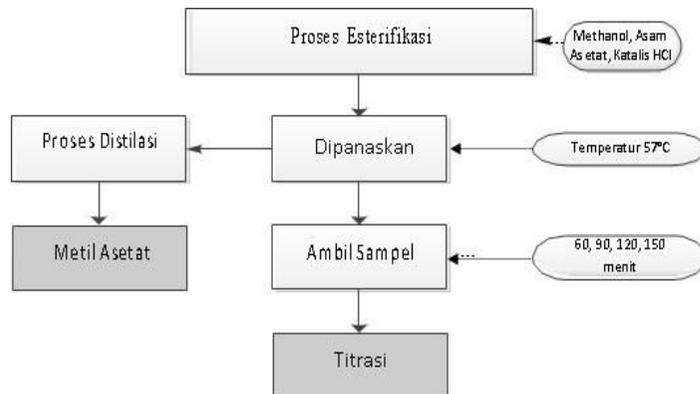
Metodologi Penelitian Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Labu leher dua, mantle pemanas, kondensor, erlenmeyer, pipet volum, pipet tetes, beaker glass, gelas ukur, thermometer, alat titrasi, statif dan klem. Bahan-bahan yang digunakan methanol, asam asetat, HCl, NaOH, PP dan aquadest.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel tetap, variabel bebas dan variabel terikat. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah volume HCl 2 ml, temperatur 57°C . variabel bebas ini dilakukan dengan variasi konsentrasi katalis (0,1, 0,2, 0,3 M), perbandingan reaktan (1:6, 1:8, 1:9) dengan pengambilan sampel setiap 60, 90, 120 dan 150 menit. Dengan variabel terikat yaitu konversi reaksi dan konstanta kecepatan reaksi.

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram alir cara kerja penelitian

PEMBAHASAN

Metil Asetat

Aplikasi dari proses distilasi reaktif yang paling banyak digunakan di industri adalah pembuatan ester, salah satunya adalah pembuatan metil asetat. Metil asetat dapat dibuat dengan mereaksikan methanol dan asam asetat yang menghasilkan produk reaksi berupa metil asetat dan air (Raditya Cheryl, 2008, 804).

Penggunaan metode distilasi yang menggabungkan antara reaksi dengan pemisahan dapat digunakan untuk proses yang memiliki kesetimbangan reaksi yang rendah karena produk secara terus menerus diambil selama reaksi terjadi dan dapat menggeser kesetimbangan reaksi ke arah produk. Karena kelebihanannya, distilasi reaktif untuk pembuatan metil asetat menjadi salah satu alternatif proses yang menarik untuk digunakan. Pembuatan metil asetat dengan distilasi reaktif bisa mengurangi biaya kapital dan konsumsi energi (Chandra Anthony, 2015).

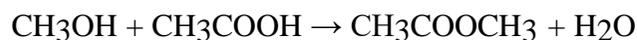
Methanol merupakan cairan tidak berwarna dan larut dalam air. Menurut sejarahnya, methanol disebut ditalkohol kayu. Alkohol ini didapat dari destilasi destruktif dari kayu keras sampai 1923 (Fessenden & Fessenden, 1997). Metanol digunakan untuk bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan

sebagai bahan additif bagi etanol industry (Hikmah, Maharani Nurul & Zuliya, 2010).

Asam asetat merupakan asam karboksilat. Asam asetat dapat bercampur dengan air dan dengan pelarut organik. Dalam bentuk cair atau uap, asam asetat glasial sangat korosif terhadap kulit dan jaringan lain (Fessenden & Fessenden, 1997). Asam asetat termasuk asam lemah yang terionisasi sebagian dalam air. Meskipun demikian, keasaman asam asetat tetap lebih tinggi dibanding dengan keasaman air (Disai Pinton, 2011:67). Apabila kadar alkoholnya kurang dari 1 atau 2 %, maka asam asetat yang terbentuk akan teroksidasi menghasilkan air dan karbondioksida (Hardoyo, dkk, 2007).

Asam asetat digunakan untuk pengatur keasaman dalam industri makanan. Asam asetat encer sering digunakan sebagai pelunak air di rumah tangga. Kegunaan asam asetat sebagai cuka relatif kecil (Disai Pinton, 2011).

Metil asetat merupakan senyawa organik (ester) yang pada keadaan normal berupa cairan tak berwarna, berbau khas, larut dalam alkohol, chloroform dan eter dan larut terbatas dalam air. Metil asetat dapat dibuat dengan mereaksikan methanol dan asam asetat yang menghasilkan produk reaksi berupa metil asetat dan air. Reaksi yang terjadi:



Methanol asam asetat metil asetat air

Katalis merupakan suatu substansi yang dapat meningkatkan kecepatan, sehingga reaksi kimia dapat mencapai kesetimbangan tanpa terlibat di dalam reaksi secara permanen (Pratiwi Dini Novalia, 2011). Suatu ester dapat dibentuk dengan reaksi langsung antara suatu asam karboksilat dan suatu alkohol, suatu reaksi yang disebut reaksi esterifikasi. Esterifikasi yang berkataliskan asam dan merupakan reaksi *reversible* (Fessenden & Fessenden, 1992).

Kereaktifan alkohol terhadap esterifikasi, yaitu: (Belinda Prita, 2011)

ROH tersier, ROH sekunder, ROH primer, CH₃OH



Kereaktifan asam karboksilat terhadap proses esterifikasi, yaitu:

R₃CC₂H, R₂CHCO₂H, RCH₂CO₂H, HCO₂



Kinetika reaksi adalah ilmu yang mempelajari tentang seberapa cepat suatu reaksi kimia dapat berlangsung. Kecepatan perubahan dapat ditinjau dari bahan yang bereaksi yaitu reaktan atau dari bahan yang terbentuk yaitu produk (Ronggur Jabosar, dkk). Mekanisme reaksi yaitu tahap reaksi yang terjadi secara berurutan selama proses pengubahan reaktan menjadi produk (Widjajanti Endang, 2007.99).

Wichelny pertama kali melakukan pengukuran kinetika reaksi yang menyimpulkan bahwa laju reaksi pada setiap waktu sebanding dengan konsentrasi (C) yang tersisa pada setiap waktu, secara matematik dapat dituliskan $-dC/dt = k.C$, dC/dt merupakan differential rate expression dan k merupakan konstanta laju reaksi (Prayitno, 2007). Laju reaksi kimia merupakan jumlah mol reaktan per satuan volume yang bereaksi dalam satuan waktu. Jika kurva penurunan konsentrasi reaktan sebagai fungsi waktu, maka akan diperoleh slope kurva pada setiap titik selalu negatif, karena konsentrasi reaktan selalu mengalami penurunan.

Persamaan dari laju reaksi yang umum adalah: Laju = $k[A]^x[B]^y[C]^z\dots$, dan orde reaksi merupakan jumlah semua pangkat yang terdapat dalam persamaan laju reaksi, orde reaksi total: $x+y+z+\dots$. Hukum laju reaksi yaitu reaksi dinyatakan sebagai perubahan dari konsentrasi zat pereaksi atau produk reaksi setiap satuan waktu.

$$\text{laju reaksi} = \frac{\text{perubahan konsentrasi}}{\text{waktu yang diperlukan}}$$

$$\text{Atau laju} = \pm \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi:

1. Temperatur
2. Konsentrasi pereaksi
3. Luas permukaan
4. Katalis

Orde reaksi merupakan jumlah pangkat konsentrasi-konsentrasi yang menghasilkan suatu garis lurus. Orde reaksi dapat berupa bilangan bulat positif, nol atau bilangan pecahan. Pada umumnya, reaksi kimia memiliki orde reaksi berupa bilangan bulat positif. Persamaan umum kinetika:

$$\frac{dA}{dt} = -k[A]^n$$

dimana:

$$\frac{dA}{dt} = \text{Laju Reaksi}$$

k = Konstanta laju reaksi A

[A] = Konsentrasi A

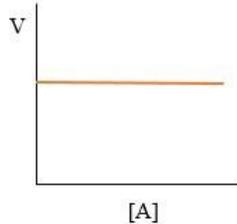
n = Orde reaksi

Nilai orde reaksi tidak selalu sama dengan koefisien reaksi zat yang bersangkutan. Orde suatu reaksi merupakan penjumlahan dari orde reaksi setiap zat yang bereaksi (Sutresna, Nana, 2006). Pada umumnya orde reaksi tidak sama dengan koefisien dalam persamaan stoikiometri reaksi terhadap suatu zat tertentu (Naomi Phatalina, 2013).

1. Reaksi orde nol

Suatu reaksi disebut orde ke nol terhadap suatu pereaksi jika laju reaksi tidak dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi. Jika [A] adalah konsentrasi dan [A]₀ adalah konsentrasi pada saat t=0, maka:

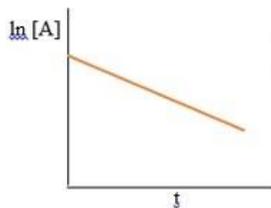
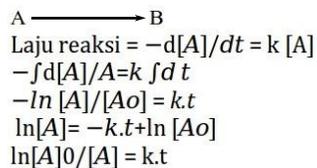
$$\begin{aligned}
 -d[A]/dt &= k \\
 \int [A] &= - \int k dt \\
 [A] - [A]_0 &= -k.t \\
 [A] &= [A]_0 - k.t
 \end{aligned}$$



Gambar 2. Grafik reaksi orde 0

2. Reaksi orde satu

Reaksi orde 1 adalah reaksi-reaksi yang lajunya berbanding langsung hanya dengan konsentrasi satu senyawa.

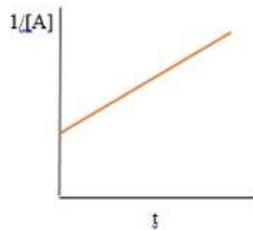


Gambar 3. Grafik reaksi orde 1

3. Reaksi Orde Dua

Reaksi dikatakan memiliki orde 2, reaksi sebanding dengan kuadrat konsentrasi salah satu pereaksi atau dengan hasil kali konsentrasi dua pereaksi yang masing-masing dipangkatkan satu.

$$\begin{aligned} \text{Laju reaksi} &= -d[A]/dt = k[A]^2 \\ -\int d[A]/[A]^2 &= k \int dt \\ \frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} &= k \cdot t \\ \frac{1}{[A]} &= \frac{1}{[A]_0} + k \cdot t \end{aligned}$$

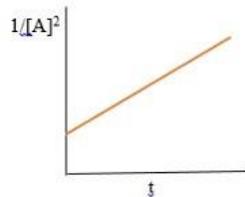


Gambar 4. Grafik reaksi orde 2

4. Reaksi Orde Tiga

Suatu reaksi orde tiga dapat dinyatakan dengan:

$$\begin{aligned} \int d[A]/[A]^3 &= -k \int dt \\ -1/2 [1/[A]^2 - 1/[A_0]^2] &= -k \cdot t \\ 1/[A]^2 &= 1/[A_0]^2 + 2k \cdot t \\ 1/[A]^2 - 1/[A_0]^2 &= 2k \cdot t \end{aligned}$$

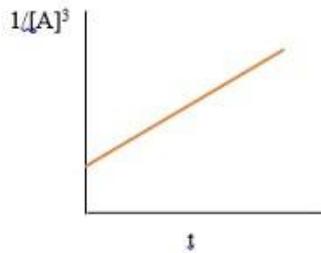


Gambar 5. Grafik reaksi orde 3

5. Reaksi Orde Empat

Suatu reaksi orde empat bisa dinyatakan dengan:

$$\begin{aligned} \int d[A]/[A]^4 &= -k \int dt \\ -1/3 [1/[A]^3 - 1/[A_0]^3] &= -k \cdot t \\ 1/[A]^3 &= 1/[A_0]^3 + 3k \cdot t \\ 1/[A]^3 - 1/[A_0]^3 &= 3k \cdot t \end{aligned}$$



Gambar 6. Grafik reaksi orde 4

Distilasi adalah metode untuk memisahkan komponen yang tergantung pada distribusi zat antara gas dan fasa cair, diterapkan untuk peristiwa di mana semua komponen ada di kedua fase (Treybal Robert). Distilasi didefinisikan sebagai sebuah proses di mana campuran dua atau lebih zat liquid atau vapor dipisahkan menjadi komponen fraksi yang murni, dengan pengaplikasian dari perpindahan massa dan panas (Komariah Leily Nurul, dkk, 2009).

Fase uap yang mengandung lebih banyak komponen yang lebih mudah menguap relative terhadap fase cair, berarti menunjukkan adanya suatu pemisahaan. Sehingga jika uap yang terbentuk diembunkan dan dipanaskan secara berulang-ulang, maka akhirnya akan diperoleh komponen-komponen dalam keadaan relatif murni (Disai Pinton, 2011).

Hasil dan Pembahasan

Rendemen Metil Asetat

Tabel 1. Rendemen Metil Asetat

Run	Waktu (menit)	Moal Asam Asetat Awal	Moal Akhir Metil Asetat	Rendemen (%)
1	60		1,583	91,0%
	90	1,739	1,607	92,4%
	120		1,619	93,0%
	150		1,633	93,9%
2	60			1,2035
	90	1,304	1,228	94,2%
	120		1,241	95,2%
	150		1,246	95,5%
3	60			1,623
	90	1,739	1,635	94,0%
	120		1,647	94,7%
	150		1,655	95,1%
4	60			1,583
	90	1,739	1,583	91,0%
	120		1,607	92,4%
	150		1,619	93,0%
5	60			1,214
	90	1,304	1,229	94,2%
	120		1,238	94,9%
	150		1,24	95,0%
6	60			1,627
	90	1,739	1,633	93,9%
	120		1,641	94,4%
	150		1,653	95,0%
7	60			1,545
	90	1,739	1,577	90,6%
	120		1,587	91,3%
	150			
8	60			1,205
	90	1,304	1,219	93,5%
	120		1,225	93,9%

9	150	1,739	1,231	94,4%
	60		1,585	91,1%
	90		1,605	92,3%
	120		1,617	92,9%
	150		1,623	93,3%

Perhitungan rendemen:

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{mol akhir metil asetat}}{\text{mol awal asam asetat}} \times 100$$

% rendemen = mol akhir metil asetat / mol awal asam asetat x 100

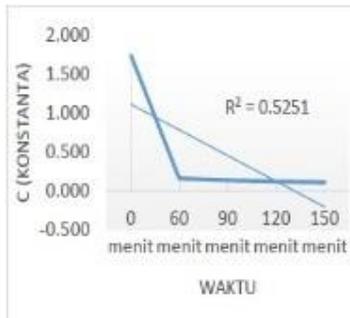
Nilai rendemen optimum terdapat pada running 2, yaitu pada waktu 150 menit dengan nilai rendemen 95,5 %. Sedangkan nilai rendemen minimum terdapat pada running 4, yaitu pada waktu 60 menit dengan nilai rendemen 88,3 %.

Penentuan Orde Reaksi

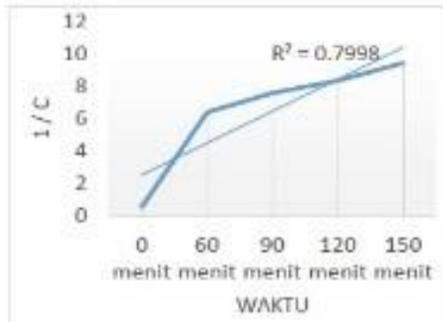
Tabel 2. Penentuan orde reaksi pada running 1

No	Waktu (menit)	C	ln C	$\frac{1}{C}$	$\frac{1}{C^2}$
1	0	1.739	0.553	0.575	0.330
2	60	0.156	-1.857	6.410	41.091
3	90	0.132	-2.024	7.575	57.392
4	120	0.12	-2.12	8.333	69.444
5	150	0.106	-2.244	9.433	88.999

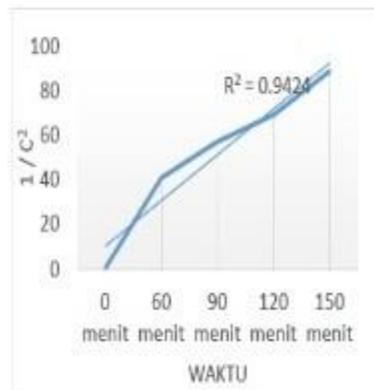
Dari tabel di atas maka diperoleh grafik untuk menentukan orde reaksi sebagai berikut:



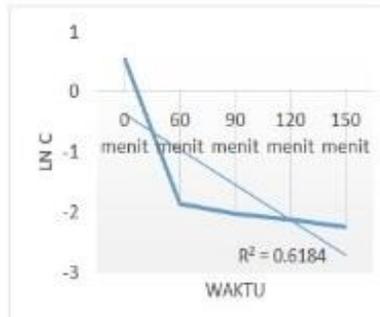
Gambar 7. Grafik hubungan antara konsentrasi dan waktu



Gambar 8. Grafik hubungan antara Ln C dan waktu



Gambar 9. Grafik hubungan antara $1/c$ dan waktu



Gambar 10. Grafik hubungan antara $1/c^2$ dan waktu

Untuk menentukan orde reaksi ditentukan dari grafik yang linear. Dari keempat grafik di atas grafik yang linear terdapat pada gambar 9 yaitu grafik hubungan antara $1/c^2$ dan waktu. Grafik tersebut termasuk orde 2.

Penentuan nilai konstanta (k)

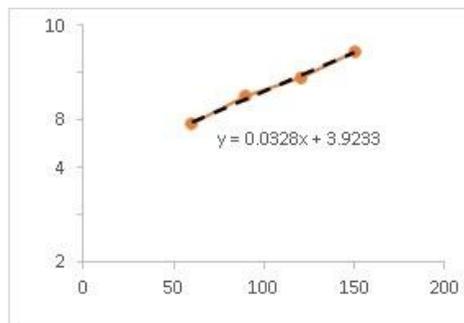
Pengaruh waktu digunakan untuk memperoleh nilai konstanta kecepatan reaksi k . pengukuran yang terbentuk diambil tiap satuan waktu yaitu diambil tiap 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit.

Hasil yang diperoleh sebagaimana ditunjukkan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Pengaruh waktu reaksi terhadap nilai konstanta kecepatan reaksi pada running 1

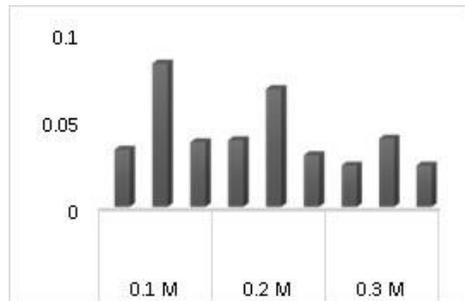
Waktu (menit)	Mol asam asetat awal (mol)	Mol asam asetat akhir (mol)	$\frac{1}{CA} - \frac{1}{CA0}$
60	1.739	0.156	5.835
90	1.739	0.132	7.000
120	1.739	0.12	7.758
150	1.739	0.106	8.858

Berdasarkan tabel di atas, dapat dihitung nilai konstanta kecepatan reaksi k dengan menggunakan pendekatan regresi $y=mx+c$ dengan $y = 1/CA - 1/CA0$ dan $x = t$. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 11. Grafik hubungan waktu dan $1/CA - 1/CA0$ pada running 1

Berdasarkan gambar di atas diperoleh persamaan garis lurus $y = 0,0328x + 3,9233$. Sehingga nilai konstanta kecepatan reaksi merupakan gradien dari persamaan di atas yaitu sebesar $3,28 \times 10^{-2} / \text{mol} \cdot \text{menit}$, dan persamaan kecepatan reaksinya adalah $CA = 1,739 \cdot e^{-0,0328 \cdot t}$. Dari semua running, kecepatan reaksi (k) dapat disimpulkan dengan grafik di bawah:

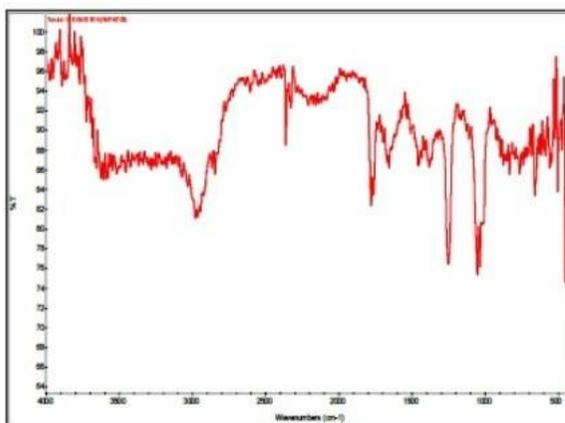


Gambar 12. Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi (k)

Berdasarkan nilai konstanta kecepatan reaksi, diperoleh nilai konstanta kecepatan reaksi (k) yang tinggi, yaitu pada perbandingan asam asetat : methanol (1:8) dan konsentrasi katalis HCl 0,1 M dengan nilai $k = 0,082/\text{mol.menit}$ dan nilai konstanta kecepatan reaksi (k) yang rendah terdapat pada perbandingan asam asetat : methanol (1:9) dan konsentrasi katalis HCl 0,3 M dengan nilai $k = 0,02371/\text{mol.menit}$.

Hasil uji FTIR

Kualitatif dengan spektroskopi inframerah (FTIR) dilakukan pada bilangan gelombang 4000 hingga 500 cm^{-1} . Analisa ini dilakukan untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsional. Adapun spektrum FTIR metil asetat disajikan pada gambar di bawah ini:



Gambar 13. Hasil FTIR Metil Asetat

Pada gambar diatas adanya vibrasi yang cukup tajam, masing-masing adalah vibrasi gugus $\text{C} = \text{O}$ pada bilangan 1760-1700 cm^{-1} , $\text{C}-\text{O}$ pada bilangan 1300-1050 cm^{-1} , $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ pada bilangan 1230-1270 cm^{-1} , $\text{C}-\text{H}$ pada bilangan 3100-3000 cm^{-1} , Interpretasi spektrum FTIR metil asetat adalah sebagai berikut:

No	Bilangan gelombang daerah serapan (cm-1)	Gugus fungsional (tipe vibrasi)
Hasil Analisis		
1	1760-1700	Vibrasi C=O (asam karboksilat)
2	1300-1050	Vibrasi C-O (ester)
3	1230-1270	Vibrasi C-O-C
4	3100-3000	Vibrasi C-H (cincin aromatic)

Hasil Uji Anova Pengaruh terhadap waktu

Tabel 4. Hasil anova pengaruh terhadap waktu

Anova: Single Factor

SUMMARY

	Groups	Count	Sum	Average	Variance
-	Waktu	12	1260	105	1227.273
-	Konsentrasi katalis (M)	12	2.4	0.2	0.007273
-	0.045833333	12	10.055	0.837917	0.069915
-	0.047222222	12	11.286	0.9405	0.000126
-	0.047916667	12	11.228	0.935667	0.000145

ANOVA

Source Of Variation	SS	Df	MS	F	P-Value	F crit
- Between groups	104380.9	4	26095.24	106.3072	3.34E-25	2.539689
- Within Groups	13500.85	55	245,47			
- Total	1178281.1	59				

Dari hasil anova disimpulkan bahwa pada $F_{hitung} > F_{total}$ serta $P\text{-value} < 0,05$, yaitu $106.3072 > 2.539689$ serta $3.34E-25 < 0.05$. Hal ini berarti bahwa adanya pengaruh waktu terhadap rendemen metil asetat yang dihasilkan.

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Perbandingan reaktan	9	0.422917	0.046991	844E-07
60 menit	9	8.235	0.915	0.000367
90 menit	9	8.358	0.928667	0.00019
120 menit	9	8.419	0.935444	0.000184
150 menit	9	7.557	0.839667	0.09923

ANOVA

<i>Source Of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>F crit</i>
- <i>Between groups</i>	5.349416	4	1.337354	66.88668	3.53E-17	2.605975
- <i>Within Groups</i>	0.799773	40	0.019994			
- <i>Total</i>	6.149189	44				

Pengaruh terhadap perbandingan reaktan

Dari hasil anova disimpulkan bahwa pada $F_{hitung} > F_{total}$ serta $P\text{-value} < 0,05$, yaitu $66.88668 > 2.605975$ serta $3.53E-17 < 0,05$,. Hal ini berarti bahwa adanya pengaruh waktu terhadap rendemen metil asetat yang dihasilkan.

Pengaruh terhadap konsentrasi katalis

Tabel 5. Hasil anova pengaruh terhadap konsentrasi katalis

Anova: Single Factor

SUMMARY

<i>Groups</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>
Konsentrasi katalis (M)	9	1.8	0.2	0.0075
60 menit	9	8.235	0.915	0.000367
90 menit	9	8.358	0.928667	0.00019
120 menit	9	8.419	0.935444	0.000184
150 menit	9	7.557	0.839667	0.09923

ANOVA

<i>Source Of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>F crit</i>
- <i>Between groups</i>	3.628174	4	0.0907044	42.19954	7.61E-14	2.605975
- <i>Within Groups</i>	0.859766	40	0.021494			
- <i>Total</i>	4.48794	44				

Dari hasil anova disimpulkan bahwa pada $F_{hitung} > F_{total}$ serta $P\text{-value} < 0,05$, yaitu $42.19954 > 2.605975$ serta $7.61E-14 < 0,05$. Hal ini berarti bahwa aanya pengaruh waktu terhadap rendemen metil asetat yang dihasilkan.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Nilai rendemen optimum sebesar 95,5 % diperoleh pada waktu 150 menit dengan perbandingan asam asetat: methanol (75 ml:100 ml) dan konsentrasi katalis HCl 0,1 M. Sedangkan nilai rendemen minimum sebesar 88,3 % diperoleh pada waktu 60 menit dengan perbandingan asam asetat: methanol (100 ml : 900 ml) dan konsentrasi katalis HCl 0,2 M.
2. Dari data yang dihasilkan disimpulkan bahwa reaksi adalah reaksi orde 2.
3. Nilai konstanta kecepatan reaksi (k) yang tertinggi, dengan nilai $k = 2.4589 / \text{mol.menit}$ diperoleh pada konsentrasi HCl 0,1 M dan perbandingan asam asetat : methanol (75 ml : 600 ml), dan nilai k yang terendah dengan nilai $k = 0.7116 / \text{mol.menit}$ diperoleh pada konsentrasi katalis HCl 0,3 M dan perbandingan asam asetat : methanol (100 ml : 900 ml).
4. Dari hasil uji FTIR membuktikan adanya metil asetat, yaitu dibuktikan dengan adanya gugus C = O, C – O, C – O – C dan gugus C – H.
5. Dari hasil anova:
 1. Variabel waktu berpengaruh terhadap rendemen metil asetat.
 2. Variabel perbandingan reaktan berpengaruh terhadap rendemen metil asetat.

3. Variabel konsentrasi katalis HCl berpengaruh terhadap rendemen metil asetat.

Saran-Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh temperatur terhadap kinetika reaksi karena menurut teori bahwa temperatur mempengaruhi kinetika reaksi.

DAFTAR PUSTAKA

Belinda Prita. *Studi Reaksi Esterifikasi Antara Asam Galat Dan Gliserol Dengan Menggunakan Gelombang Mikro.*

Universitas Indonesia. Depok. 2011.

Chandra Anthony, dkk. *Preliminary Study Of Methyl Acetate Hydrolysis Using Reactive Dividing Wall Column.*

Universitas Katolik Parahyangan. ISSN 1693-4393. 2015.

Disai Pinton. *Dampak Konsentrasi Larutan Asam Cuka Di Bawah 5% Dan Lama Perendaman Terhadap Batas Keamanan Dalam Kekerasan Gigi Permanen.* Universitas Jember. 2011.

Fessenden & Fessenden. *Dasar-Dasar Kimia Organik.* Binarupa Aksara. Jakarta. 1997.

Hardoyo, dkk. *Kondisi Optimum Fermentasi Asam Asetat Menggunakan Acetobacter Aceti B166.* Universitas Lampung. Vol. 13, No.1. 2007.

Hikmah, Maharani Nurul & Zuliyana. *Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) Dari Minyak Dedak Dan Methanol Dengan Proses Esterifikasi Dan Transesterifikasi.* Universitas Diponegoro. Semarang. 2010.

Komariah Leily Nurul, dkk. *Tinjauan Teoritis Perancangan Kolom Distilasi untuk Pra-rencana Pabrik Skala Industri.* Universitas Sriwijaya. No. 4, vol 16. 2009.

Naomi Phatalina, dkk. *Pembuatan Sabun Lunak Dari Minyak Goreng Bekas Ditinjau Dari Kinetika Reaksi Kimia*.

Universitas Sriwijaya. Palembang. 2013.

Pratiwi Dini Novalia. *Optimalisasi Reaksi Esterifikasi Asam Asetat Dengan 1-Heksana Sebagai Salah Satu Tahapan Pada Proses Pembuatan Etanol*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 2011.

Prayitno. *Kajian kinetika kimia model matematik reduksi cadmium melalui laju reaksi, konstante dan orde reaksi dalam proses elektrokimia*. Pustek Akselerator dan Proses Bahan-BATAN. Yogyakarta. Vol. X, No. 1. 2007.

Raditya Cheryl, dkk. *Distilasi Reaktif Methanol-Asam Asetat-Metil Asetat-Air*. Institut Teknologi Bandung. Vol. 7, No. 2. 2008.

Ronggur Jabosar, dkk. *Kinetika Reaksi Proses Nitrasi Limbah Pelepah Sawit*. Universitas Riau. Sutresna, Nana. *Kimia*. Grafindo Media Pratama. Riau. 2006.

Treybal Robert E. *Mass Transfer Operations*. Third edition.

Internasional student edition. Widjajanti Endang. *Kinetika kimia*. FMIPA UNY. 2007.