Monograf KINETIKA REAKSI METIL ASETAT DARI ‎ASAM ASETAT DAN METHANOL

Hernowo Widodo

**ABSTRAK**

Metil asetat (CH3COOCH3), 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/mol.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 (CH3COOCH3), 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 / mol.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 kehadirat 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 Antara1/c dan Waktu 42

Gambar 10. Grafik Hubungan Antara 1/c2 dan waktu 43

Gambar 11. Grafik Hubungan waktu dan 1/CA – 1/CA0 pada running 1 44

Gambar 12. Nilai Konstanta Kecepatab Reaksi (*k*) 45

Gambar 13. Hasil FTIR Metil Asetat 46

# **PENDAHULUAN**

Latar belakang ini adalah bahwa Metil Asetat (CH3COOCH3), 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 (CH3COOCH3) termasuk bagian dari kelompok ester yang memiliki karakterisitik 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:

CH3COOH + CH3OH ↔ CH3COOCH3 +H2O (1)

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 banl'ak 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 570C. 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 menggabung­ kan 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 kelebihannya, 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. Menutut 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, pelaru, bahan bakar dan sebagai bahan additif bagi etanol industry (Hikmah, Maharani Nurul & Zuliyana, 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:

CH3OH + CH3COOH → CH3COOCH3 + H2O

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).

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

ROH tersier, ROH sekunder, ROH primer, CH3OH

Kreaktivan bertambah

Kereaktivan asam karboksilat tehadap proses esterifikasi, yaitu:

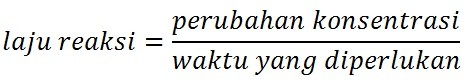
R3CC2H, R2CHCO2H, RCH2CO2H, HCO2

Kreaktivan bertambah

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..., dan orde reaksi merupakan jumlah semua pangkat yang terdapat dalam per­ samaan laju reaksi, orde reaksi total: x+y+z+...Hukum laju reaksi yaitu reaksi dinyatakan sebagai perubahaan dari konsentrasi zat pereaksi atau produk reaksi setiap satuan waktu.



Faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi:

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

Orde reaksi merupakan jumlah pangkat konsentrasi­konsentrasi 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:

dimana:

k = Konstanta laju reaksi A

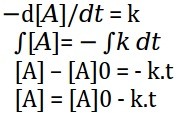
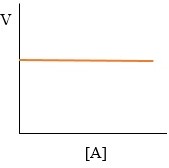
[A] = Konsentrasi A

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

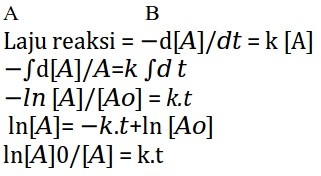
Suatu reaksi disebut orde ke nol terhadap suatu pereaksi jika laju reaksi tidak dipengaruhi oleh konsentrasi pereaksi. Jika [A] adalah konsentrasi dan [A]0 adalah konsentrasi pada saat t=0, maka:



**Gambar 2.** Grafik reaksi orde 0

1. Reaksi orde satu

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

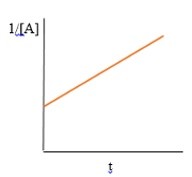
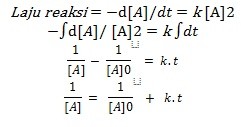




**Gambar 3.** Grafik reaksi orde 1

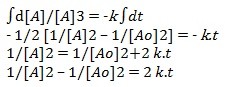
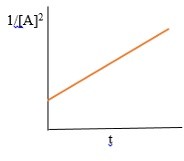
1. Reaksi Orde Dua

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



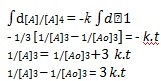
**Gambar 4.** Grafik reaksi ode 2

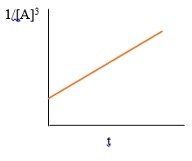
1. 4. Reaksi Orde Tiga
2. Suatu reaksi orde tiga dapat dinyatakan dengan:



**Gambar 5.** Grafik reaksi orde 3

1. Reaksi Orde Empat

Suatu reaksi orde empaat bisa dinyatakan dengan:



**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 | 1,739 | 1,583 | 91,0% |
|  | 90 | 1,607 | 92,4% |
|  | 120 | 1,619 | 93,0% |
|  | 150 | 1,633 | 93,9% |
| 2 | 60 | 1,304 | 1,2035 | 92,3% |
|  | 90 | 1,228 | 94,2% |
|  | 120 | 1,241 | 95,2% |
|  | 150 | 1,246 | 95,5% |
| 3 | 60 | 1,739 | 1,623 | 93,3% |
|  | 90 | 1,635 | 94,0% |
|  | 120 | 1,647 | 947% |
|  | 150 | 1,655 | 95,1% |
| 4 | 60 | 1,739 | 1,583 | 88,3% |
|  | 90 | 1,583 | 91,0% |
|  | 120 | 1,607 | 92,4% |
|  | 150 | 1,619 | 93,0% |
| 5 | 60 | 1,304 | 1,214 | 93,0% |
|  | 90 | 1,229 | 94,2% |
|  | 120 | 1,238 | 94,9% |
|  | 150 | 1,24 | 95,0% |
| 6 | 60 | 1,739 | 1,627 | 93,5% |
|  | 90 | 1,633 | 93,9% |
|  | 120 | 1,641 | 94,4% |
|  | 150 | 1,653 | 95,0% |
| 7 | 60 | 1,739 | 1,545 | 88,8% |
|  | 90 | 1,577 | 90,6% |
|  | 120 | 1,587 | 91,3% |
|  | 150 |  |  |
| 8 | 60 | 1,304 | 1,205 | 92,4% |
|  | 90 | 1,219 | 93,5% |
|  | 120 | 1,225 | 93,9% |
|  | 150 | 1,231 | 94,4% |
| 9 | 60 | 1,739 | 1,585 | 91,1% |
|  | 90 | 1,605 | 92,3% |
|  | 120 | 1,617 | 92,9% |
|  | 150 | 1,623 | 93,3% |

Perhitungan rendemen:



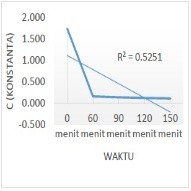
% rendemen = mol akhir metil asetat mol awal asam asetat x 100

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 %.

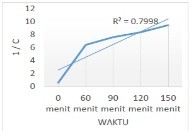
**Penentuan Orde Reaksi**

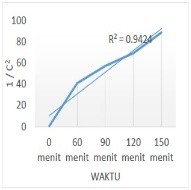
**Tabel 2.** Penentuan orde reaksi pada running 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Waktu (menit)** | **C** | **ln C** |  |  |
| 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 |

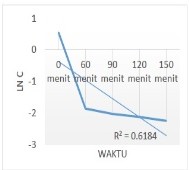
Dari tabel di atas maka diperoleh grafik untuk menentukan orde reaksi sebagai berikut:

**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/c2 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/c2 dan waktu. Grafik tersebut termasuk orde 2.

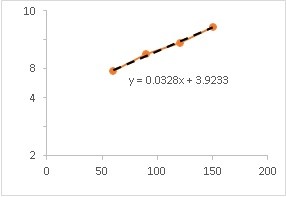
## **Penentuan nilai konstanta (*k*)**

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:

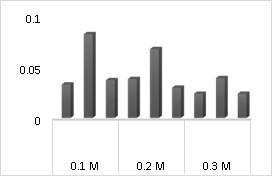
**Tabel 3.** Pengaruh waktu reaksi terhadap nilai kostanta kecepatan reaksi pada running 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Waktu (menit)** | **Mol asam asetat awal (mol)** | **Mol asam asetat akhir (mol)** | **-** |
| 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 3,28x10­2/mol.menit, dan persamaan kecepatan reaksinya adalah CA=1,739.e­0.0328.t. Dari semua running, kecepatan reaksi (*k*) dapat disimpulkan dengan grafik di bawah:

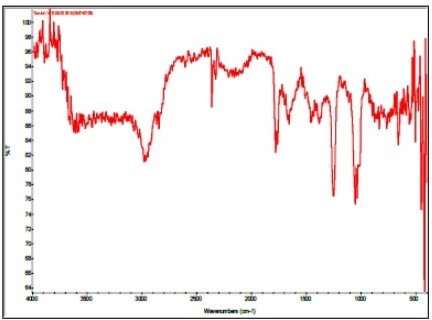


**Gambar 12.** Nilai Konstanta Kecepatan Reaksi (*k*)

Berdasarkan nilai kostanta 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/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/mol.menit.

**Hasil uji FTIR**

Kualitatif dengan spektroskopi inframerah (FTIR) dilakukan pada bilangan gelombang 4000 hingga 500 cm­1. 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, masing­masing adalah vibrasi gugus C = O pada bilangan 1760­1700 cm­1, C─O pada bilangan 1300­1050 cm­1, C─O­C pada bilangan 1230­1270 cm­1, C­H pada bilangan 3100­3000 cm­1, Interpretasi spektrum FTIR metal asetat adalah sebagai berikut:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Bilangan gelombang daerh 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 Fhitung  > Ftotal  serta *P*-*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*** | | | | |
| ***Groups*** | ***Count*** | ***Sum*** | ***Average*** | ***Variance*** |
| 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*** | | | | | | |
| ***Source Of Variation*** | ***SS*** | ***Df*** | ***MS*** | ***F*** | ***P-Value*** | ***F crit*** |
| * *Between groups* | 5.349416 | *4* | 1.337354 | 66.88668 | 3.53E-17 | 2.605975 |
| * *Within Groups* | 0.799773 | 40 | 0.019994 |  |  |  |
| * *Total* | 6.149189 | 44 |  |  |  |  |

**Pengaruh terhadap perbandingan reaktan**

Dari hasil anova disimpulkan bahwa pada Fhitung  > Ftotal serta *P-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 terahadap konsentrasi katalis**

**Tabel 5.**  Hasil anova pengaruh terhadap konsentrasi katalis

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Anova: Single Factor*** | | | | |
| ***SUMMARY*** | | | | |
| ***Groups*** | ***Count*** | ***Sum*** | ***Average*** | ***Variance*** |
| 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*** | | | | | | |
| ***Source Of Variation*** | ***SS*** | ***Df*** | ***MS*** | ***F*** | ***P-Value*** | ***F crit*** |
| * *Between groups* | 3.628174 | *4* | 0.0907044 | 42.19954 | 7.61E-14 | 2.605975 |
| * *Within Groups* | 0.859766 | 40 | 0.021494 |  |  |  |
| * *Total* | 4.48794 | 44 |  |  |  |  |

Dari hasil anova disimpulkan bahwa pada Fhitung > Ftotal serta *P-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 ter­ tinggi, dengan nilai *k* = 2.4589 / 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 / 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.

## **Saran­Saran**

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 1693­4393. 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. *Dasar­Dasar 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 Pra­rencana Pabrik Skala Industr*i. 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 1­Heksana 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 Bahan­BATAN. Yogyakarta. Vol. X, No. 1. 2007.

Raditya Cheryl, dkk. *Distilasi Reaktif Methanol­Asam Asetat­ Metil Asetat­Air*. 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.