

PENENTUAN KONSTANTA LAJU REAKSI PEMBUATAN BIOCIDES (METHYL CHLORIDE DENGAN $ZnCl_2$) SEBAGAI REAGEN PENENTUAN DICHLORO DIMETHYL PARAQUAT

Monita Nanda Karisma*, Meliana Wibi Chusnul, Sukanto

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60294, Indonesia

* Penulis Korespondensi: E-mail: monitananda11@gmail.com

Abstrak

Biocides are chemical substances that function as protection against bacteria that are found in water or food when they come into contact with the bacteria of microorganisms, so that the bacteria dies immediately. Indonesia's opportunity to produce biocide methyl chloride is very large because in Indonesia biocides are still imported from other countries. The purpose of this research is to determine the reaction order and the constant reaction rate of the acquisition of methyl chloride compounds using the reactor batch. The main ingredients used in this study are hydrogen chloride and methanol using the zinc chloride catalyst. As for the tool using the series of Reactor Batch tools (three neck flask, heater and magnetic stirrer, reverse cooling and Thermometer). The results showed that the longer the reaction time (t) the resulting methyl chloride conversion was higher. The highest methyl chloride conversion is obtained at a temperature condition of 120 °C, with a 180 minute reaction time, with a conversion of 0.299569 or 29.9569%. So the one-order equation at a temperature of 110 °C with K is 0.000395 is $-r_A = k \times C_A \times C_B = 0,000395 \times C_A^{0,767} \times C_B^{0,233}$. Kinetics of methyl chloride acquisition following the order of one. With the value of reaction constants (k) at each temperature temperature 80; 90; 100; 110; 120 °C in a row by 0.000369; 0.000369; 0.00038; 0.000395; 0.000394. and obtained the activation Energy (E) and the consecutive frequency (k_0) collision of 2294.1865 J and $7,9972 \times 10^{-4}$.

Kata kunci: Biocides; Methyl Chloride; Reactor Batch; Konstanta Reaksi; Orde;

Abstract (Bahasa Inggris)

Biocides is a chemical that serves as a protection against bacteria found in water or food when it comes into contact with the bacteria of microorganisms, so that the bacteria dies immediately. Indonesia's opportunity to produce biocide methyl chloride is very large because in Indonesia biocides are still importing from other countries. The purpose of this research is to determine the reaction order and the constant reaction rate of the acquisition of methyl chloride compounds using the reactor batch. The main ingredients used in this study are hydrogen chloride and methanol using the zinc chloride catalyst. As for the tool using the series of Reactor Batch tools (three neck flask, heater and magnetic stirrer, reverse cooling and Thermometer). The results showed that the longer the reaction time (t) the resulting methyl chloride conversion was higher. The highest methyl chloride conversion is obtained at a temperature condition of 120 °C, with a 180 minute reaction time, with a conversion of 0.299569 or 29.9569%. So the one-order equation at a temperature of 110 °C with K is 0.000395 is $-r_A = k \times C_A \times C_B = 0.000395 \times C_A^{0,767} \times C_B^{0,233}$. Kinetics of methyl chloride acquisition following the order of one. With the value of reaction constants (k) at each temperature temperature 80; 90; 100; 110; 120 °C in a row by 0.000369; 0.000369; 0.00038; 0.000395; 0.000394. and obtained the activation Energy (E) and the consecutive frequency (k_0) collision of 2294.1865 J and $7,9972 \times 10^{-4}$.

Key words: Biocides; Methyl Chloride; Reactor Batch; Reaction Constants; Order;

PENDAHULUAN

Kinetika reaksi adalah cabang ilmu kimia yang mempelajari suatu reaksi kimia. Kinetika reaksi menerangkan dua hal yaitu mekanisme reaksi dan laju reaksi. Pengertian mekanisme reaksi adalah dipakai untuk menerangkan langkah-langkah dimana suatu reaktan menjadi produk. Laju reaksi adalah perubahan konsentrasi pereaksi ataupun suatu produk dalam suatu satuan waktu (Levenspiel, 1962).

Laju menyatakan seberapa cepat atau seberapa lambat suatu proses berlangsung. Laju menyatakan besarnya perubahan yang terjadi dalam satu satuan waktu. Reaksi kimia adalah proses perubahan zat pereaksi menjadi produk. Seiring dengan bertambahnya waktu reaksi, maka jumlah zat pereaksi semakin sedikit, sedangkan produk semakin banyak. Laju reaksi dinyatakan sebagai laju berkurangnya pereaksi atau laju terbentuknya produk. Kecepatan reaksi kimia ditentukan oleh orde reaksi, yaitu jumlah dari eksponen konsentrasi pada persamaan kecepatan reaksi. Orde suatu reaksi ialah jumlah semua eksponen dari konsentrasi dalam persamaan laju. Orde reaksi juga menyatakan besarnya pengaruh konsentrasi reaktan (pereaksi) terhadap laju reaksi. Jika laju suatu reaksi berbanding lurus dengan pangkat satu konsentrasi dari hanya satu pereaksi (Anshori, 2014).

Biocide adalah bahan kimia yang berfungsi sebagai proteksi terhadap bakteri yang terdapat pada air atau makanan ketika bersentuhan dengan bakteri mikroorganisme tersebut, sehingga bakteri tersebut langsung mati. Produk-produk biocide cenderung ditujukan untuk membongkar atau merusak, mengurangi bahaya, tindakan mencegah, atau mengontrol efek dari organisme berbahaya dengan cara kimiawi maupun biologis. Dalam penelitian kami biocide yang dibuat cenderung untuk menahan bakteri-bakteri yang terdapat pada *cooling tower*. Bakteri tersebut seperti lumut yang terdapat pada *cooling*. Maka dari itu harus mencampurkan produk biocide untuk proteksi terhadap pertumbuhan lumut

Peluang Indonesia untuk memproduksi biocide methyl chloride sangatlah besar karena di Indonesia sendiri biocide masih mengimpor dari negara lain. Maka dari itu kami akan

membuat biocide dari methyl chloride dengan menggunakan methanol dan hidrogen klorida dengan katalis $ZnCl_2$. Dari penelitian yang kami buat diharapkan Indonesia tidak perlu lagi untuk mengimpor biocide methyl chloride dari negara lain dan dapat memproduksi sendiri.

Adapun pada penelitian terdahulu (Thyagarajan, 1996) membahas tentang studi kinetika reaksi dari methanol dan hidrogen klorida menjadi methyl chloride dengan menggunakan reactor Batch dengan pengadukan secara kontinu, didapat laju reaksi masing masing pada suhu 300 °C, 330 °C, 360 °C, 390 °C dan pada perbandingan mol rasio reaktan 1:1 adalah 1,034; 2,202; 3,404; dan 7,714. Laju reaksi masing masing pada suhu 300 °C, 330 °C, 360 °C, 390 °C dan pada perbandingan mol rasio reaktan 1:2 adalah 1,032; 2,198; dan 3,403. Laju reaksi masing masing pada suhu 300 °C, 330 °C, 360 °C, 390 °C dan pada perbandingan mol rasio reaktan 1:3 adalah 1,036; dan 2,206.

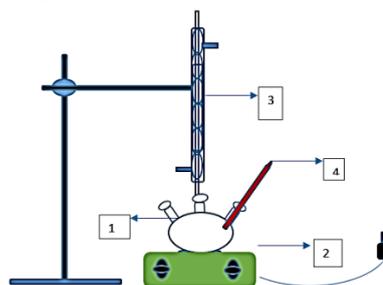
METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah hidrogen klorida dan methanol dengan menggunakan katalis zinc chloride.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah rangkaian alat *reactor batch*.



Gambar 1. Rangkaian Alat Reactor Batch

Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Pemanas dan pengaduk magnetik
3. Pendingin balik
4. *Thermometer*

Dalam penelitian ini, alat-alat yang digunakan dalam pembuatan methyl chloride meliputi: pendingin balik, spatula, erlenmeyer, labu ukur, tangki penampung campuran larutan, kompor, thermometer, statif, dan klem. Untuk pengamatan alat yang digunakan adalah:

pena, buku catatan dan kamera. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan meliputi: CH_3OH , HCl , $ZnCl_2$, Aquades.

Prosedur Pembuatan Methyl Chloride

Prosedur yang harus dilakukan pertama membuat larutan Methanol dengan konsentrasi 81,42 % dalam 100 ml aquadest dan membuat larutan HCl dengan konsentrasi 31% dalam 100 ml aquadest yakni merupakan campuran dari larutan CH_3OH dan HCl dengan perbandingan konsentrasi 2:1. Lalu membuat larutan $ZnCl_2$ 1% dalam 20 ml aquadest. Selanjutnya, menyusun rangkaian alat seperti yang telah dilampirkan dalam gambar rangkaian alat.

Reactor batch sudah dirangkai dimasukkan methanol dan hidrogen klorida dalam labu penampung dengan proporsi yang telah ditentukan. Masukkan larutan $ZnCl_2$ 20 ml dengan konsentrasi 1% sebagai pemberi suasana basa, sampai pH optimum terbentuknya Methyl Chloride. Nyalakan kompor dan atur suhu pada suhu operasi yang telah ditentukan dengan menggunakan TC (*temperature control*) sebesar 80; 90; 100; 110; 120 °C. Setiap proses dilakukan dengan variabel waktu 60 ; 90 ; 120; 150 ; 180 menit. Sampai kondisi suhu stabil dan tunggu selama 30 menit dan proses dihentikan. Hasil yang berada di labu leher tiga kemudian diambil untuk dianalisa dan dihitung conversinya.

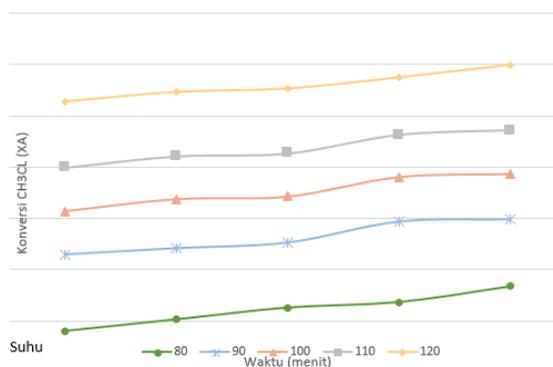
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data pengaruh suhu dan waktu proses terhadap konversi methyl chloride. Dari data tersebut dijelaskan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu prosesnya maka nilai konversi methyl chloride semakin tinggi. Hal ini ditunjukkan pada suhu 120 °C dan waktu 180 menit didapatkan angka konversi sebesar 0,299569, sedangkan pada suhu 80 °C dan waktu 60 menit didapatkan angka konversi 0,040128.

Tabel 1. Pengaruh Suhu dan Waktu Proses terhadap Konversi Methyl Chloride

Waktu	Konversi CH_3Cl (XA)				
	Suhu				
	80	90	100	110	120
60	0,040128	0,114623	0,157135	0,199845	0,264209
90	0,051451	0,120781	0,168756	0,210652	0,273347
120	0,062973	0,126343	0,171239	0,213433	0,276724
150	0,068337	0,147202	0,19031	0,231252	0,287451
180	0,083633	0,149387	0,19329	0,235801	0,299569

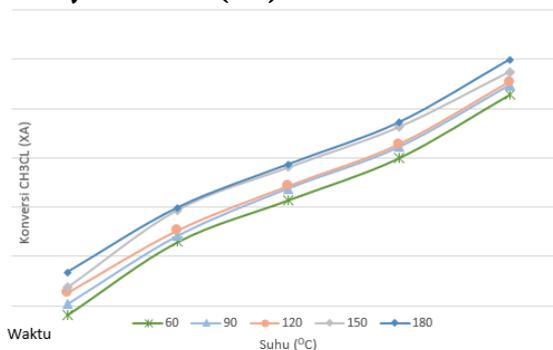
Pengaruh Waktu terhadap konversi Methyl Chloride (XA) pada berbagai suhu (T)



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Waktu dengan Konversi Methyl Chloride (XA) pada Berbagai Suhu (T)

Berdasarkan gambar 2 diperoleh hubungan antara waktu dengan konversi Methyl Chloride (XA) didalam reaksi methanol dan hidrogen klorida yang dipengaruhi oleh suhu (T). Hasil yang diperoleh yaitu semakin lama waktu reaksi mengakibatkan konversi Methyl Chloride yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan adanya reaksi antara methanol dengan hidrogen klorida dengan bantuan katalis $ZnCl_2$.

Pengaruh Suhu (T) terhadap konversi Methyl Chloride (XA)



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Suhu (T) dengan konversi Methyl Chloride (XA) setiap berbagai waktu reaksi

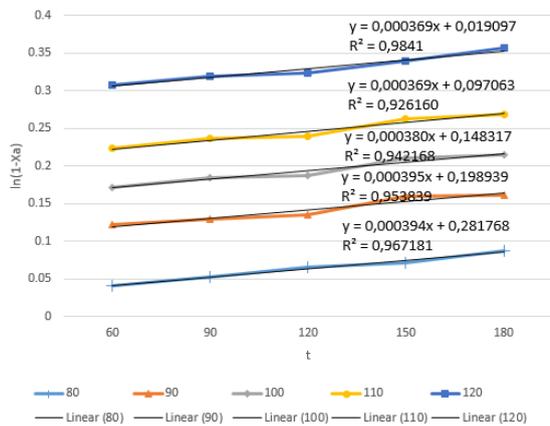
Penentuan Konstanta Laju Reaksi Pembuatan Biocide (Methyl Chloride dengan Zncl2) Sebagai Reagen Penentuan Dichloro Dimethyl Paraquat

Berdasarkan gambar 3 diperoleh hubungan antara suhu dengan konversi Methyl Chloride, pada grafik tersebut dijelaskan bahwa konversi Methyl Chloride tertinggi diperoleh pada suhu 120 °C, hal ini dikarenakan methyl chloride dapat terbentuk pada suhu diatas 90 °C dengan katalis yang bekerja pada suhu diatas 100 °C.

Penentuan Orde Reaksi Reaksi Orde 1

Tabel 2 Penentuan orde reaksi antara waktu (t) dan -ln (1-XA)

Suhu°C/ Waktu (Menit)	ln(1-Xa)				
	Suhu				
	80	90	100	110	120
60	0,04095528	0,121741618	0,1709481	0,2229499	0,30681
90	0,05282201	0,12872143	0,1848317	0,2365478	0,31931
120	0,06504325	0,135067926	0,1878235	0,2400773	0,32396
150	0,07078379	0,159232594	0,2111035	0,2629923	0,33891
180	0,08733833	0,161798254	0,2147904	0,2689275	0,35606

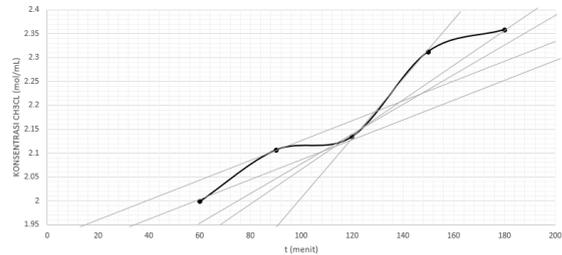


Gambar 4 Grafik Hubungan antara $-\ln (1 - XA)$ dan t pada berbagai suhu

Berdasarkan Gambar 4, maka dapat diketahui bahwa hubungan antara $-\ln (1 - XA)$ dan t menunjukkan garis lurus, sehingga dapat dikatakan bahwa reaksi pembentukan Methyl Chloride mengikuti reaksi orde-1 (satu). Nilai k yang di dapat dari slope grafik adalah

Waktu (Sekon)	NILAI K
60	0,000369
90	0,000369
120	0,00038
150	0,000395
180	0,000394

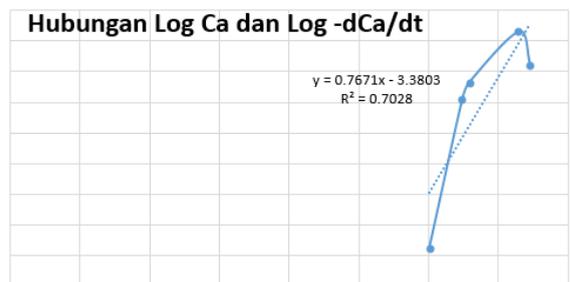
Reaksi Orde ke-n



Gambar 5 Grafik Hubungan antara CA dengan waktu (t) pada suhu 110 °C

Tabel 3 Hasil perhitungan dCA/dt (slope), $\log -dCA/dt$ dan $\log CA$

Waktu (menit)	C_A	Slope (dC_A/dt) (y_2-y_1/x_2-x_1)	$\log -dC_A/dt$	$\log C_A$
60	1,998451	-0,00068	-3,167491087	0,300693504
90	2,106519	-0,00076	-3,119186408	0,323565381
120	2,13433	-0,00077	-3,113509275	0,329261569
150	2,312522	-0,0008	-3,096910013	0,364085873
180	2,358013	-0,00078	-3,107905397	0,372546195



Gambar 6 Grafik Hubungan antara $\log CA$ dan $\log -dCA/dt$ Pada suhu 110°C

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa hubungan antara $\log CA$ dan $\log -dCA/dt$ Pada suhu 110°C didapatkan persamaan garis lurus $y=0,7671x$, dimana nilai slope = orde reaksi, sehingga perolehan methyl chloride mengikuti orde satu dengan konsentrasi A sebesar 0,767.

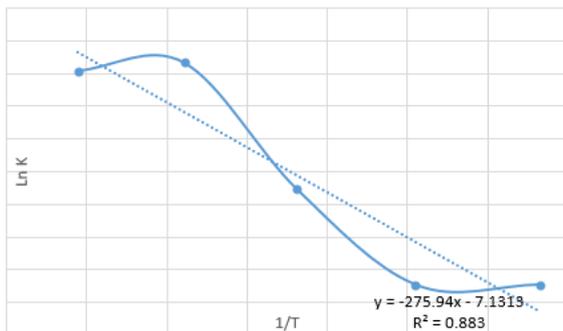
Berdasarkan perolehan orde reaksi pada berbagai suhu 80; 90; 100; 110; 120 °C didapat orde reaksi sebesar 0,664 ; 0,661 ; 0,630 ; 0,767 ; 0,656. Menurut (Levenspiel, 1999) orde reaksi terbaik berada pada suhu 110°C dengan orde reaksi yang mendekati 1 yaitu 0,767. Sehingga persamaan orde satu pada suhu 110 oC dengan K adalah 0,000395 adalah $-r_A = k \times CA \times CB = 0,000395 \times CA^{0,767} \times CB^{0,233}$.

Penentuan Frekuensi Tumbukan (k₀), dan Energi Aktivasi (E)

Tabel 4 Data perhitungan konstanta reaksi (k) dan ln k

Suhu (Celcius)	K	Suhu (Kelvin)	1/T (Xi)	Ln K (Yi)
80	0,000369	353	0,0028329	-7,90471
90	0,000369	363	0,0027548	-7,90471
100	0,00038	373	0,002681	-7,87534
110	0,000395	383	0,002611	-7,83662
120	0,000394	393	0,0025445	-7,83916

Berdasarkan tabel 6 diatas, maka dapat dibuat grafik hubungan antara (ln k) dengan 1/T, dimana slope yang dihasilkan merupakan harga (-E/R) berdasarkan persamaan Arrhenius
 Persamaan Arrhenius : $k = k_0 \cdot e^{-E/RT}$



Gambar 7 Grafik Hubungan antara 1/T dengan ln k

Pada gambar 7 dijelaskan tentang hubungan antara 1/T dengan ln k, yang mana diperoleh persamaan garis lurus yaitu:

$$Y = -275,942570x - 7,131252$$

Berdasarkan persamaan garis lurus $y = mx + c$, dimana m adalah slope dan c adalah intercept, maka slope yang dihasilkan pada grafik 8 adalah : $m = -275,942570$ Sedangkan intercept yang dihasilkan adalah : $c = -7,131252$.

Menurut persamaan Arrhenius (Levenspiel. 1999), $\text{slope} = -E/R$, dimana E adalah energi aktivasi dan R adalah konstanta hukum gas ideal dengan nilai 8,314 J/mol K, sehingga energi aktivasi (E) diperoleh sebesar 2294,1865 Joule sedangkan untuk intercept = $\ln k_0$, dimana k_0 adalah frekuensi tumbukan sehingga frekuensi tumbukan (k_0) diperoleh sebesar $7,9972 \times 10^{-4}$.

SIMPULAN

Semakin lama waktu reaksi (t) maka konversi methyl chloride yang dihasilkan semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Anshori, V. D. 2014. "Kinetika Reaksi". Jakarta: Universitas Indonesia.
 Levenspiel, O. 1962. "Chemical Engineering Reaction". John Wiley & Sons Inc. N.Y.
 Thyagarajan, M.S., Kumar R., and Kuloor, N. R.,1966., "Hydrochlorination of Methanol to Methyl Chloride in Fixed Catalyst Bed", Bangalore: L&EC Process Design And Development vol. 5.