

## Teknik Pembuatan Polimerisasi Metilisoegenol Dengan Katalis Boron Trifluorida Dietil Eter Kompleks

Ni Made Sudri dan Moh. Hardiyanto  
Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Indonesia  
Jl. Puspiptek Raya Serpong 15310  
e-mail : sudri\_iti@kompascyber.com

### Abstrak

Metilisoegenol dibuat melalui metileugenol dengan cara isomerisasi katalis memanfaatkan kalium tersier butoksida (KO-t-Bu) tanpa larutan pada temperatur 100<sup>o</sup> C. Hasil isomerisasi dapat diidentifikasi dengan kromatografi gas (GC) dan spektroskopi resonansi magnetik nuklir (H-NMR). Dari hasil-hasil identifikasi dengan metode GC diperoleh bahwa trans-metilisoegenol lebih mendominasi dibandingkan cis-metil-isoegenol. Polimerisasi metilisoegenol bekerja dalam kondisi lingkungan nitrogen menggunakan katalis boron trifluorida dietil eter kompleks dan konsentrasi asam sulfat pada media n-heksana. Hasil dari polimer dalam bentuk gel kemerah-merahan, kemudian diidentifikasi dengan kromatografi lapisan tipis (TLC) dan spektrometer infra merah (IR). Berat molekul dari poli (metilisoegenol) ditentukan dengan metode penambahan titik didih (ebuliometri), sehingga hasil berat molekul terbesar adalah 1517 gram/mol dengan n = 8,5.

### Abstract

Metilisoegenol made by metileugenol with isomerisation catalyst way utilize of calium tertier butoksida (KO-t-Bu) without solution at 100<sup>o</sup> C temperature. The isomerisation result to be identification with gas chromatography (GC) and nuclear magnetic resonance spectroscopy (H NMR). From the identification results with GC method founded that trans-metilisoegenol more dominate than cis-metil-isoegenol. The metilisoegenol polimerisation worked in nitrogen atmosphere condition used by boron trifluorida dietil eter complex catalyst and sulphate acid concentrated in n-hexana media. The result of polimer in reddish gel shape, was then identified with thin layer chromatography (TLC) and infra red (IR) spectrometer. The molecul weight of poly (metilisoegenol) was determined using boiling point increasing method (ebuliometri), It was found that the biggest molecular weight was 1517 gram/mol with n = 8.5.

### 1. Pendahuluan

Penemuan olefin sederhana yang dapat diisomerisasikan memperbesar kegiatan penelitian di bidang ini. Umumnya isomerisasi dilakukan dengan katalis basa dan dipengaruhi oleh media yang digunakan. Telah diteliti pada umumnya isomerisasi cenderung membentuk isomer lebih stabil secara termodinamika, sebagai contoh diena tak terkonyugasi akan menghasilkan senyawa 1,3-diena, sedangkan untuk sistem aromatis tak terkonyugasi berubah menjadi stirena yang bersesuaian [1].

Eugenol pada dasarnya dapat digunakan sebagai bahan mula untuk pembuatan senyawa lain yang lebih bernilai, hal ini disebabkan oleh adanya gugus allil dan gugus serupa katekol pada molekul eugenol. Metileugenol berbeda dengan metilisoegenol pada posisi ikatan rangkap gugus allilnya. Pergeseran ikatan rangkap dari posisi terisolasi menjadi terkonyugasi dapat dilakukan dengan menggunakan katalis basa.

Dilakukan polimerisasi kationik metilisoegenol dengan latar belakang belum adanya data sintesa polimer dari

metilisoegenol dengan menggunakan katalis boron trifluorida dietil eter kompleks dalam pelarut n-heksana.

## 2. Landasan Teori

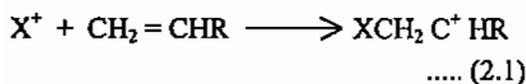
### 2.1. Isomerisasi Olefin

Isomerisasi dapat diartikan sebagai perubahan senyawa hidrokarbon atau senyawa organik lain yang mempunyai rumus molekul dan struktur tertentu menjadi senyawa dengan rumus molekul sama (macam dan jumlah atom) tetapi susunan atomnya berbeda [2]. Umumnya isomerisasi pada olefin dilakukan dengan katalis basa. Adapun pergeseran ikatan rangkap pada monoolefin merupakan reaksi reversibel dan tidak terjadi isomerisasi skeletal seperti yang dijumpai pada reaksi dengan katalis asam [3].

Secara umum ada dua hal yang penting dalam isomerisasi monoolefin katalis basa. Pertama adanya kecenderungan bergesernya ikatan rangkap ke arah atom karbon yang tersubstitusi, yang kedua adalah bahwa pada dasarnya pembentukan isomer cis lebih disukai daripada bentuk isomer trans [4]. Secara termodinamik isomer cis kurang stabil tetapi di dalam reaksi tersebut tahap penentu kecepatan reaksi meliputi deprotonasi oleh katalis basa membentuk anion stabil.

### 2.2. Polimerisasi kationik

Dalam polimerisasi rantai kationik terdapat spesies terpropagasi yaitu ion karbonium. Spesies terpropagasi ini dapat menimbulkan inisiasi apabila ditambahkan pada molekul monomer, untuk membentuk ion karbonium atau kation baru.



Yang bertindak sebagai  $X^+$  antara lain Asam mineral : HCL,  $H_2SO_4$  ; katalis Friedel-Crafts seperti :  $AlCl_3$ ,  $BF_3$ ,  $SnCl_4$ ,  $I_2$  yang bereaksi melalui perantara yodium ; senyawa yang bersifat ion misalnya trifenil metil halida, beberapa alkil atau asil perklorat dan tetrafluoroborat. Boron

trifluorida dietil eter, merupakan inisiator yang efektif untuk polimerisasi vinil eter.

Mekanisme polimerisasi kationik sering meliputi tahap inisiasi, propagasi dan terminasi. Adisi proton pada tahap inisiasi mengikuti Hukum Markovnikov, yang sangat menentukan reaktivitas dari monomer adalah stabilitas ion karbonium baru yang terbentuk oleh adisi ion inisiasi.

### 2.3. Klasifikasi mekanisme polimerisasi

Proses polimerisasi dari unit pengulang dari polimer diklasifikasikan secara tradisional dan berdasarkan skema kinetika. Secara tradisional dapat dibedakan dalam dua bagian yaitu perpolimeran adisi dan kondensasi [5].

Perpolimeran adisi mempunyai unit pengulang yang mengandung jumlah atom yang sama dengan jumlah atom monomernya. Sedangkan perpolimeran kondensasi mempunyai unit pengulang yang mengandung jumlah atom lebih sedikit dari monomernya, karena terjadi dehidrasi atau pelepasan molekul lain selama polimerisasi. Klasifikasi polimerisasi berdasarkan skema kinetika dibedakan menjadi dua yakni : pertumbuhan bertahap (*step growth*) dan pertumbuhan rantai (*chain growth*) polimerisasi.

### 2.4. Berat molekul polimer

Berat molekul rata-rata  $\bar{M}$  suatu polimer didefinisikan sebagai hasil kali antara jumlah satuan pengulang rata-rata ( $\bar{n}$  atau  $\bar{DP}$ ) dengan berat molekul satuan pengulang tersebut. Misalnya untuk molekul etena :

$$\begin{aligned} & [-CH_2 CH_2 -]_{1000} \\ \bar{M} &= 1000 \times BM(CH_2 CH_2) = 1000 \times 28 \\ \bar{M} &= 28.000 \end{aligned} \quad (2.2)$$

Pernyataan berat molekul rata-rata ada bermacam-macam tergantung pada perumusan dan pengukurannya, seperti jumlah rata-rata berat molekul : teknik yang

digunakan adalah analisis gugus akhir, dengan perumusan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \overline{M}_n &= \frac{\text{berat\_total\_cuplikan}}{\text{jumlah\_molekul}} \\ &= \frac{W}{\sum_{i=1}^{\infty} Ni} = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} MiNi}{\sum_{i=1}^{\infty} Ni} \end{aligned} \quad \dots\dots(2.3)$$

Untuk berat rata-rata berat molekul,  $\overline{M}_w$  teknik yang digunakan antara lain : kekentalan, hamburan sinar, dan dengan perumusan sebagai berikut :

$$\overline{M}_w = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} M_i^2 N_i}{\sum_{i=1}^{\infty} M_i N_i} \quad (2.4)$$

Beberapa metode penentuan berat molekul polimer antara lain : Ebulliometri dan kriometri ; Kromatografi permiasi gel ; Osmometri ; dan Viskometri. Untuk metode Ebulliometri dan kriometri, jumlah berat molekul rata-rata  $M_n$  dalam hal ini keduanya berdasarkan persamaan Clausius-Clapeyron yakni berdasarkan kenaikan titik didih dan penurunan titik beku. Secara matematis harga  $\overline{M}_n$  dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\overline{M}_n = \frac{RT^2V}{\Delta H} = \left( \frac{C}{\Delta T} \right)_{C \rightarrow 0} \quad (2.5)$$

Hasil dicapai dengan menggunakan persamaan Clausius-Clapeyron : di mana T dalam derajat Kelvin,  $\Delta H$  adalah panas transisi terekstrapolasi pada konsentrasi nol.

### 3. Percobaan

#### 3.1. Isomerisasi metileugenol

Sebanyak 0,5 gram KO-t-Bu dimasukkan ke dalam labu leher tiga kapasitas 100 ml, dilengkapi termometer, pengaduk magnet,

tabung kalsium klorida berisi silika gel biru. Selanjutnya dipanaskan pada 100° C kemudian ditambahkan 30 gram metileugenol, hasil diambil setelah 30, 90, 150 menit masing-masing sebanyak 1 ml dimasukan ke dalam tabung reaksi yang berisi campuran sikloheksana dan air es dengan perbandingan 1:1. Lapisan atas sikloheksana diinjeksikan ke dalam kromatografi gas. Hasil isomerisasi didinginkan, dan diekstrak dengan petroleum eter serta dicuci dengan aquadest sampai netral, dikeringkan dengan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrous. Petroleum eter diuapkan dengan evaporator Buchi. Hasil diperoleh 22,9 gram (76,3%) dan diidentifikasi dengan <sup>1</sup>H NMR.

#### 3.2. Polimerisasi metilisoegenol (MIE)

Sebanyak 7 gram metilisoegenol dimasukkan ke dalam reaktor Schlenk dan dilarutkan dalam 10 ml n-heksana. Kemudian diinjeksikan 1 ml BF<sub>3</sub>-O-(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>, reaksi dilakukan dengan mengalirkan gas nitrogen. Reaksi dibiarkan berlangsung 16 jam, dan reaksi diakhiri dengan mengintrodukirkan 0,5 ml metanol dingin. Pelarut diuapkan dengan evaporator Buchi, hasilnya 6,1 gram (87%) diidentifikasi dengan KLT, dan BM polimer ditentukan.

#### 3.3. Polimerisasi MIE setelah redistilasi

Prosedur sama dengan 3.2. di atas (percobaan ½ prosedur) dan lama reaksi berlangsung 14 jam, diperoleh hasil 2,9 gram (82,9%) dan diidentifikasi dengan KLT, serta ditentukan berat molekul polimernya.

#### 3.4. Polimerisasi MIE dengan Katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat

Sebanyak 3 gram MIE setelah redistilasi dimasukkan ke dalam tabung kemudian ditambahkan 2 tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan reaksi didiamkan 30 menit. Hasil yang diperoleh dilarutkan dalam dietil eter, kemudian dicuci dengan aquadest sampai netral, pelarut diuapkan, ditentukan BM-nya. Hasil 2,3 gram (76,7%) diidentifikasi dengan KLT.

### 3.5. Polimerisasi MIE katalis BF<sub>3</sub> - O - (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>

Prosedur sama dengan III.2. (percobaan ½ prosedur) dan lama reaksi berlangsung 24 jam. Hasil diperoleh 3,0 gram (85,7%) dan diidentifikasi dengan KLT, IR serta ditentukan berat molekulnya.

## 4. Hasil Percobaan Dan Pembahasan

### 4.1. Hasil percobaan

#### 4.1.1. Isomerisasi metileugenol

Data-data dari luasan puncak diperoleh sebagai berikut : pada waktu reaksi 30 menit didapat perbandingan  $\frac{trans}{cis} = 6,41$  ; pada waktu reaksi 90 menit didapat perbandingan  $\frac{trans}{cis} = 6,44$  ; dan pada waktu reaksi 150 menit didapat perbandingan  $\frac{trans}{cis} = 6,73$ .

Analisis dan interpretasi spektrum <sup>1</sup>H NMR adalah sebagai berikut :

**Tabel 1.**  
Integrasi setiap puncak

a	b	c	d
31	60	20	32
1,55	3	1	1,6
3	6	2	3

Serapan di bawah δH<sub>a</sub> 1,85 ppm, doublet integrasi dari 3 proton merupakan resonansi proton-proton gugus metil. Serapan pada δH<sub>b</sub> 3,71 ppm, singlet mengintegrasikan 6 proton resonansi proton dari gugus metoksi, serapan pada δH<sub>c</sub> 6,17 ppm, multiplet mengintegrasikan 2 proton, karakteristik dari gugus allilnya. Dan serapan pada δH<sub>d</sub> 6,74 ppm, triplet mengintegrasikan 3 proton, resonansi proton-proton dari cincin benzena.

### 4.1.2. Polimerisasi MIE

Polimer hasil dari spektrum IR dapat diidentifikasi sebagai berikut :

Pita-pita antara 3100-3000 cm<sup>-1</sup> adanya gugus aromatis, diperkuat oleh adanya pita pada 1600 cm<sup>-1</sup> dan 1500 cm<sup>-1</sup>. Pita tajam tetapi lemah pada 1600 cm<sup>-1</sup> merupakan karakteristik jenis vibrasi rentangan C=C aromatis. Pita antara 3000-2800 cm<sup>-1</sup>, diperkuat pita pada 1450 cm<sup>-1</sup> adalah rentangan C-H gugus metil. Rentangan C-O-C gugus eter ditunjukkan oleh adanya pita pada 1300-1200 cm<sup>-1</sup>.

Berat molekul polimer ditentukan berdasarkan kenaikan titik didih (metode Ebulliometri) diperoleh data sebagai berikut: titik didih pelarut (aseton) : 36,83 x 10<sup>-1</sup> °C (276,83 K). Titik didih larutan setelah ditambah 0,55 gram polimer : 37,41x10<sup>-1</sup> °C (276,89 K). Kenaikan titik didih ; Δ T<sub>d</sub> = 0,058 K.

Dengan persamaan

$$\overline{M}_n = \frac{1000 \times K_b \times W_2}{\Delta T_d \times W_1} \quad (4.1)$$

Dimana ;

$\overline{M}_n$  = berat molekul makromolekul  
K<sub>b</sub> = tetapan titik didih aseton = 1,71  
W<sub>2</sub> = berat *solut*  
W<sub>1</sub> = berat pelarut  
Δ T<sub>d</sub> = kenaikan titik didih

Sehingga diperoleh :

$$\overline{M}_n = \frac{1000 \times 1,71 \times 0,55}{0,058 \times 20} = 855 \text{ gram mol}^{-1} \quad \dots\dots(4.2)$$

dan derajat polimer ;  $n = \frac{855}{178} = 4,8 \quad (4.3)$

Penentuan  $\overline{M}_n$  dengan variasi berat contoh polimer diperoleh data :

Titik didih 20 gram aseton murni :

$$36,67 \times 10^{-1} \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (276,817 K)}$$

Titik didih larutan polimer setelah ditambah

1. 0,3 gram polimer : 276,8612 K
2. 0,44 gram polimer : 276,8856 K
3. 0,7 gram polimer : 276,9356 K

4. 0,9 gram polimer : 276,9824 K
5. 1,2 gram polimer : 277,0594 K
- Volume total larutan : 25 ml

**Tabel 2.**  
Kondisi Polimerisasi MIE

No.	$\Delta T_d$ (K)	C gram/ml	$\Delta T_d / C$
1.	0,0442	0,0120	3,767
2.	0,0686	0,0176	3,898
3.	0,1186	0,0280	4,236
4.	0,1654	0,0360	4,594
5.	0,2424	0,0480	5,050

Dengan persamaan Clausius-Clapeyron :

$$\overline{M}_n = \frac{RT^2V(C/\Delta T)}{\Delta H} ; \lim_{C \rightarrow 0} \frac{\Delta T}{C} = \frac{RT^2V}{\Delta H} \times \frac{1}{M_n} \quad (4.4)$$

Dibuat grafik  $\Delta T / C$  lawan C dan diekstrapolasi pada konsentrasi nol,

sehingga diperoleh intersep ; = 3,2 ml K gram<sup>-1</sup>.

Dari tabel :

$$R = 8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} ;$$

$$\Delta H_v \text{ aseton} = 7641,5 \text{ Kal mol}^{-1}$$

$$\text{Berat molekul aseton} = 58,08 \text{ gram mol}^{-1}$$

$$\text{Berat jenis aseton} = 0,7899 \text{ gram ml}^{-1}$$

$$\text{Titik didih aseton} = 329,1 \text{ K}$$

Jadi berat molekul polimer adalah :

$$\overline{M}_n = \frac{8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (329,1)^2 \text{ K}^2 \times 58,08 \text{ gram mol}^{-1}}{7641,5 \times 4,184 \text{ J/mol} \times 0,7899 \text{ gram/ml} \times 3,2 \text{ ml K/gram}} \quad (4.5)$$

$$\overline{M}_n = 647,14 \text{ gram mol}^{-1} , \text{ dengan derajat polimer } , n = 3,64$$

#### 4.1.3. Polimerisasi MIE setelah redistilasi

Berat molekul polimer ditentukan berdasarkan kenaikan titik didih, diperoleh data sebagai berikut :

Titik didih pelarut (aseton) : 36,77°C (309,92 K)

Titik didih larutan : 37,39°C (310,54 K)

Kenaikan titik didih,  $\Delta T_d = 0,062 \text{ K}$

Dengan persamaan

$$\overline{M}_n = \frac{1000 \times K_b \times W_2}{\Delta T_d \times W_1} \quad (4.6)$$

Jadi berat molekul polimernya adalah :

$$\overline{M}_n = \frac{1000 \times 1,71 \text{ Kgmol}^{-1} \times 0,55 \text{ g}}{0,062 \text{ K} \times 20 \text{ g}} = 755 \text{ gram mol}^{-1}$$

Dengan derajat polimer,  $n = 4,26$ .

4.1.4. Polimerisasi MIE dengan katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat

Berat molekul polimer ditentukan berdasarkan kenaikan titik didih, diperoleh data sebagai berikut :

Titik didih pelarut (aseton) :  
 36,729<sup>o</sup>C (309,879 K)  
 Titik didih larutan (20 gram aseton + 0,65 gram polimer) :  
 37,91<sup>o</sup>C (311,06 K)

Jadi kenaikan titik didihnya ;  
 $\Delta T_d = 0,1181 \text{ K}$

Dengan persamaan

$$\overline{M}_n = \frac{1000 \times K_b \times W_2}{\Delta T_d \times W_1} \quad (4.7)$$

$$\overline{M}_n = \frac{1000 \times 1,71 \text{ K g mol}^{-1} \times 0,65 \text{ g}}{0,1181 \text{ K} \times 20 \text{ g}}$$

$$= 398,18 \text{ gram mol}^{-1}$$

Dengan derajat polimer, n = 2,24.

4.1.5. Polimerisasi MIE katalis BF<sub>3</sub>-O-(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>

Data dari spektrum IR dapat diinterpretasikan sebagai berikut :

Pita-pita antara 3000-2932 cm<sup>-1</sup> adanya gugus aromatis yang diperkuat oleh adanya pita pada 1593 cm<sup>-1</sup> dan 1500 cm<sup>-1</sup>. Pita tajam pada 1600 cm<sup>-1</sup> merupakan karakteristik jenis vibrasi rentangan dari C=C aromatis. Pita antara 3000-2800 cm<sup>-1</sup> dan diperkuat oleh pita 1450 cm<sup>-1</sup> adalah rentangan C-H dari gugus metil. Karakteristik rentangan C-O-C dari eter ditunjukkan adanya pita pada 1251 cm<sup>-1</sup>.

Berat molekul polimer dengan variasi berat contoh polimer diperoleh data sebagai berikut :

Titik didih pelarut (20 gram aseton) :  
 36,69<sup>o</sup>C (309,84 K)  
 Titik didih larutan setelah ditambah contoh polimer sebanyak

1. 0,5 gram : 37,327<sup>o</sup>C (310,477 K)
2. 0,7 gram : 37,833<sup>o</sup>C (310,983 K)
3. 0,9 gram : 38,358<sup>o</sup>C (311,508 K)
4. 1,1 gram : 39,105<sup>o</sup>C (312,255 K)
5. 1,3 gram : 39,880<sup>o</sup>C (313,030 K)

Volume total larutan : 26 ml.

Tabel 3.  
 Kondisi Polimerisasi MIE katalis BF<sub>3</sub>-O-(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>

No.	$\Delta T_d$ (K)	C gram/ml	$\Delta T_d / C$
1.	0,0637	0,0192	3,32
2.	0,1143	0,0269	4,25
3.	0,1668	0,0346	4,82
4.	0,2415	0,0423	5,71
5.	0,3190	0,0500	6,38

Dengan persamaan Clausius-Clayperon (lihat IV.1.2.) maka diperoleh intersep sebesar 1,35 ml K gram<sup>-1</sup>. Jadi berat

molekul contoh polimer adalah sebagai berikut :

$$\overline{M}_n = \frac{8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \times (329,1)^2 \text{ K}^2 \times 58,08 \text{ gram mol}^{-1}}{7641,5 \times 4,184 \text{ J/mol} \times 0,7899 \text{ gram/ml} \times 1,35 \text{ ml K/gram}}$$

$\overline{M}_n = 1516,88 \text{ gram mol}^{-1}$  ; dengan derajat polimer, n = 8,522

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Isomerisasi metileugenol

Isomerisasi dapat dikerjakan dengan menggunakan katalis KO-t-Bu, reaksi diamati pada waktu yang berbeda dan hasilnya merupakan campuran dari trans-MIE yang lebih dominan dibandingkan cis-MIE. Hal ini dapat dilihat dari hasil kromatogram yakni : besarnya perbandingan  $\frac{trans}{cis} = 6,41$  setelah reaksi berjalan 30 menit ;  $\frac{trans}{cis} = 6,44$  setelah reaksi 90 menit ; dan pada waktu reaksi 150 menit diperoleh  $\frac{trans}{cis} = 6,73$ . Dalam isomerisasi metileugenol, alkena terikat pada cincin aromatis maka terjadi konyugasi antara gugus allilik dengan aromatis. Bentuk trans-MIE lebih dominan dari cis-MIE, hal ini disebabkan kestabilan isomer geometri dari trans-MIE lebih stabil.

Pada spektrum <sup>1</sup>H NMR hasil isomerisasi metileugenol dapat dilihat dari interpretasi spektrum serapan pada daerah 6,17 ppm memberikan integrasi multiplet sebesar 20 yang berasal dari gugus allil yaitu -HC=CH- yang mana merupakan ikatan rangkap terkonyugasi yang berdekatan dengan cincin benzena.

### 4.2.2. Polimerisasi MIE

Poli (metilisoegenol) merupakan hasil polimerisasi dari metilisoegenol dengan katalis BF<sub>3</sub>-O-(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> dalam pelarut n-heksana. Dalam hal ini perpolimeran termasuk polimerisasi kationik karena terdapat spesies terpropagasi yaitu ion karbonium. Katalis yaitu BF<sub>3</sub>-O-(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub> apabila ditambahkan ke dalam monomer akan menimbulkan reaksi inisiasi untuk membentuk ion karbonium atau kation baru dengan cara adisi elektrofilik. Polimerisasi kationik dapat dikatakan sebagai polimerisasi adisi karena mempunyai unit pengulang yang mengandung jumlah atom yang sama dengan monomernya. Dan reaksi adisi proton atau ion karbonium pada tahap inisiasi mengikuti hukum Markovnikov, dimana stabilitas karbonium ion menentukan reaktivitas untuk dapat

terjadinya penggabungan monomer berikutnya.

Polimerisasi kationik MIE dengan katalis boron trifluorida dietil eter kompleks dapat dianalogkan dengan polimerisasi kationik untuk olefin, yang mana akan mengalami tiga tahap yakni : inisiasi, propagasi dan terminasi. Pada tahap inisiasi yakni terjadi adisi proton (pembentukan karbonium ion) ; untuk tahap propagasi terjadi pembentukan *head to tail*, reaksi melibatkan pembentukan ikatan kovalen antara rantai kation dengan monomer ; sedangkan pada tahap terminasi terjadi reaksi penggabungan antara rantai terpropagasi dengan monomer-monomer. Akhirnya polimerisasi akan berhenti bila spesies yang tidak reaktif terikat pada ujung rantai atau ujung rantai melepas spesies yang kecil.

Pada spektrum IR terhadap hasil polimerisasi didapat keterangan bahwa tidak munculnya pita tajam pada daerah 1620-1630 cm<sup>-1</sup> yang merupakan rentangan ikatan C=C dari gugus allinya (percobaan III.5.), ini dapat dianggap reaksi polimerisasi setelah redistilasi cukup sempurna. Sedangkan pada polimerisasi sebelum redistilasi memberikan spektrum IR yang hampir sama, tetapi terdapat pita lebih tajam pada daerah 1620 cm<sup>-1</sup>, akan tetapi kita tidak dapat dengan segera menjelaskan pita tajam yang kekuatannya sedang pada 1620 cm<sup>-1</sup> merupakan rentangan C=C dari gugus allilnya, karena alasan yang lebih tepat untuk pita ini adalah bahwa pita tersebut muncul dari rentangan gugus C=C yang terkonyugasi dengan rentangan dari gugus C=O atau merupakan rentangan C=C dari gugus aromatis terkonyugasi.

## 5. Kesimpulan

1. Metileugenol dapat diisomerisasi dengan katalis kalium tersier butoksida tanpa pelarut dengan komposisi 81% trans-metilisoegenol dan 15% cis-metilisoegenol.
2. Polimerisasi kationik metilisoegenol dengan menggunakan katalis boron trifluorida dietil eter kompleks dalam pelarut n-heksana, merupakan reaksi

- polimerisasi adisi elektrofilik, dan mengikuti hukum Markovnikov.
3. Berat molekul polimer yakni poli (metilisoegenol) dapat ditentukan dengan ebuliometri berdasarkan kenaikan titik didih larutan polimernya.
  4. Poli (metilisoegenol) merupakan hasil polimerisasi metilisoegenol selama 24 jam, mempunyai berat molekul 1517 gram mol<sup>-1</sup> dengan derajat polimer n = 8,5.

#### Daftar Pustaka

1. Pines, H., Base-Catalysed of Metilisoegenol, *Journal of IUPAC Chemistry*, volume 10, (November 2000) 17-22
2. Hiemenz, C.P., Polymer Chemistry the Basic Concepts, *Journal of IUPAC Chemistry*, volume 11, (December 2000) 42, 48-49
3. Kennedy, J.P., Boron Catalyst, *Journal of Polymer*, Part A, volume 2, (2000) 7-22
4. Guenther, F., *The Essential Oils, Individuen Essential of Plant Families*, volume IV, D. Van Nostrand Company, Inc., New York, 1998, pp. 425-437
5. Bank, B.S., Boron TriFlourida Process, *Journal of American Chemistry*, volume 87, (October 1999) 24-33
6. Robert, W.L., *Organic Chemistry of Synthetic High Polymer*, 2<sup>nd</sup> Edition, Interscience Publishers a division of John Wiley and Sons, New York, 1998, pp. 483-523
7. Steven, P.M., Polymer Process in High Temperature, *Journal of Chemistry*, volume 5, (July 2000) 12-17
8. Pines, H., *Base-Catalysed Reactions of Hydrocarbons and Related Compounds*, 1<sup>st</sup> Edition, Academic Press, New York, 1997, pp. 25-81
9. Furniss, B.S., *Vogel's text-book of Practical Organic Chemistry*, 4<sup>th</sup> Edition, The English Language, Book Society and Logman, 1999, pp. 150-159
10. Allock, R.H. and W.F. Lampe, *Contemporary Polymer Chemistry*, Prentice-Hall, Inc., Engelwood Cliffs, New Jersey, 1998, pp. 67, 83-91
11. Takeshi, E., Complexity of Diethyl Macromolecules, *Journal of Japan Chemistry*, volume 20, (December 2000) 90-97
12. Bank, Dieter P., Processing of Metilisoegenol, *Journal of American Chemistry*, volume 3, (November 1997) 15-21
13. Seiki, O., *Instruction Manual for Beckmann's molecular weight*, Apparatus Co., Ltd., Tokyo, Japan, 1998, pp. 18-30
14. Bank, Dieter P., et all., High Temperature of Metileugenol, *Journal of American Chemistry*, volume 7, (March 2000) 11-19
15. Raymond, B.S., *Polymer Chemistry : An Introduction*, Marcel Dekker, Inc., New York, 1999, pp. 91-97