

## Pengaruh Katalis Asam Klorida dan Media Natrium Klorida Terhadap Sintetik Polieugenol dari Minyak Cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

### The Influence of Chloride Acid as Catalyst and Natrium Chloride as Medium toward Polyegenol Synthesis from Cloves Oil (*Syzygium aromaticum*)

<sup>1)</sup>Dipo Ade Putra Iskandar, <sup>2)</sup>Mohammad Wijaya, <sup>3)</sup>Suriati Eka Putri  
<sup>1, 2, 3)</sup>Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Makassar, Jl. Dg Tata Raya Makassar, Makassar 90224  
Email : dipoadeputra@yahoo.co.id

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan katalis asam klorida (HCl) terhadap sintetik polieugenol, bagaimana pengaruh penggunaan media NaCl terhadap sintetik polieugenol, serta kelarutan polieugenol dalam beberapa pelarut murni. Polieugenol yang akan disintesis berasal dari minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang diperoleh dari kabupaten Soppeng. Tahapan penelitian ini terdiri dari (1) isolasi minyak atsiri dari bunga cengkeh dengan metode ekstraksi kontinu dan *water distillation*, (2) ekstraksi eugenol dari minyak atsiri bunga cengkeh yang dikarakterisasi dengan penentuan rendemen, analisis GC-MS, serta analisis dengan spektrofotometer inframerah (IR), dan (3) polimerisasi eugenol dengan katalis asam klorida yang dikarakterisasi dengan penentuan kelarutan, rendemen, serta analisis spektrofotometer IR. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rendemen terbesar hasil polimerisasi diperoleh pada perbandingan mol HCl dan eugenol 1 : 2, yaitu 87,21 % pada polimerisasi eugenol dengan media NaCl dan 86,56 % pada polimerisasi eugenol tanpa media. Selain itu diketahui pula bahwa polimerisasi eugenol dengan menggunakan media NaCl tidak terjadi dengan sempurna, dikarenakan proses adisi pada tahap inisiasi terganggu karena ikutnya media tersebut bereaksi yang dibuktikan oleh masih terdapatnya serapan khas gugus C=C pada bilangan gelombang 1606,70 - 1637,56  $\text{cm}^{-1}$ , sehingga lebih baik melakukan polimerisasi eugenol tanpa menggunakan media.

**Kata Kunci** : Polieugenol, Bunga Cengkeh, Eugenol, HCl, Polimerisasi, dan Sintetik

#### ABSTRACT

The aim of this research was to know about the influence of chloride acid (HCl) addition as a catalyst toward the polyegenol synthesis, about the influence of sodium chloride (NaCl) medium usage toward polyegenol synthesis, and about the solubility of polyegenol in some pure solvents. The polyegenol was made from clove oil which obtained from Soppeng regency. This research consists of several stages, i.e (1) the isolation of essential oil from clove's flower using continuous extraction method and water distillation, (2) the extraction of eugenol from clove's oil which characterized with yield

determination, GC-MS analysis, and infrared (IR) spectrophotometer analysis, and (3) polymerization of eugenol using chloride acid which characterized with solubility determination, yield determination, and IR spectrophotometer analysis. The result of this reaserch showed that the largest yield was obtained from ratio of mol HCl and eugenol as 1 : 2, was 87,21 % on polymerization of eugenol with NaCl medium and 86,56 % on polymerization of eugenol without using medium. Also note that polymerization of eugenol with using NaCl medium was unsuccessful, due to the addition process on inisiation step was disturbed, because the medium joined in the reaction that proved by typical C=C absorption on  $1606,70 - 1637,56 \text{ cm}^{-1}$ , so would be better to polymerize eugenol without using medium.

**Key words** : *Polyeugenol, Cloves, Eugenol, HCl, Polymerization, and Synthesis*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu wilayah yang sejak dulu terkenal atas beragam potensi sumber daya alam yang melimpah. Salah satu sumber daya alam Indonesia yang melimpah yaitu keanekaragaman hayatinya. Berbagai jenis tanaman yang ada sudah dimanfaatkan oleh masyarakat awam baik sebagai bahan pangan, bahan baku obat tradisional, pewarna alami, bahan pengawet, dan lain-lain. Tanaman rempah merupakan salah satu tanaman khas di Indonesia. Salah satu jenis tanaman rempah Indonesia yang terkenal sejak dulu dan memiliki potensi sebagai komoditi ekspor adalah tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*). Hal tersebut karena tanaman cengkeh mengandung senyawa kimia yang memiliki berbagai manfaat.

Kandungan senyawa kimia terbesar dalam tanaman cengkeh adalah minyak atsiri. Beberapa industri yang membutuhkan minyak atsiri dalam produksinya yaitu industri farmasi, industri kosmetik, industri rokok, industri makanan dan minuman.

Minyak atsiri dapat ditemukan dalam semua bagian tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) seperti bagian bunga, buah, daun, tangkai, dan bahkan batang. Namun kandungan minyak atsiri pada bunga cengkeh diperkirakan lebih. Menurut Hadi (2012), kandungan minyak atsiri pada bunga cengkeh mencapai 21,3% dengan kadar eugenol berkisar antara 78-95%, sehingga dapat diekstraksi menjadi minyak atsiri yang bernilai ekonomis tinggi. Oleh sebab itu, bunga cengkeh sangat berpotensi sebagai penghasil ekstrak minyak atsiri.

Minyak Atsiri atau yang biasa disebut *Essential oil* memiliki banyak kandungan senyawa kimia. Menurut hasil penelitian Nurdjannah (2004) komponen terbesar yang terdapat dalam minyak atsiri cengkeh adalah eugenol sebesar 70-80 % juga terdapat senyawa kimia lain seperti eugenil asetat, eugenil metil ester, caryophyllena dan zat- zat kimia lain dalam jumlah sedikit.

Eugenol sebagai komponen terbesar minyak atsiri daun cengkeh memiliki banyak manfaat diantaranya sebagai bakterisidal, fungisidal, analgesik, antioksidan, anti inflamasi dan digunakan dalam pembuatan vanillin (Ashnagar *et al.*, 2012).

Eugenol dengan mudah dapat dipisahkan dari senyawa-senyawa bukan fenolat dengan mengekstraksi minyak daun cengkeh dengan larutan natrium hidroksida. Hasil reaksinya adalah garam natrium eugenolat yang larut dalam air dan berada pada lapisan bawah. Reaksi ini bersifat eksotermis, sehingga pemisahan garam tersebut dilakukan setelah campuran dingin. Eugenol dapat diperoleh dengan mengasamkan larutan eugenolat dengan menambahkan HCl atau asam mineral lainnya hingga mencapai pH 3. Pengasaman larutan alkali menghasilkan kembali eugenol yang kemudian dimurnikan dengan destilasi bertingkat dengan pengurangan tekanan (Iman, 2007).

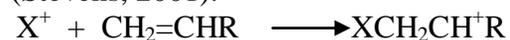
Eugenol juga dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan senyawa lain, seperti isoeugenol, metaleugenol, eugenol sulfonat, dan sebagainya. Oleh karena itu, eugenol juga diperkirakan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan senyawa polimer, seperti polieugenol.

Senyawa polimer dari tahun ke tahun terus menjadi pusat perhatian penelitian, terus-menerus dikembangkan, dan penggunaannya semakin meluas. Polimer terus menerus menggantikan material tradisional mulai dari konstruksi bangunan (cat, pipa, dan sebagainya), industri kemasan (botol, film, plastik,

nampan, dan sebagainya), industri serat kain (polyester, nylon), hingga ke industri otomotif dan pesawat terbang. Pembuatan dan penggunaan polimer sintesis mempunyai peranan penting dalam industri modern (Handayani, 2004).

Polieugenol sebagai salah satu pemanfaatan lanjutan dari senyawa eugenol dalam bentuk senyawa polimer memiliki beberapa manfaat, diantaranya sebagai *carrier* (zat pembawa) pada proses pemisahan logam serta sebagai pengadsorpsi limbah logam berat. Semakin berkembangnya pemanfaatan dari jenis polimer ini membuat polieugenol mulai diteliti dan dimaksimalkan keberadaannya.

Polimerisasi eugenol mengalami mekanisme reaksi polimerisasi kationik yang merupakan bagian dari polimerisasi adisi. Mekanisme polimerisasi kationik meliputi tahap inisiasi, propagasi, dan terminasi. Pada polimerisasi ini, spesies yang terpropagasi adalah ion karbonium. Tahap inisiasi terjadi oleh adanya spesies yang mengadisi monomer melalui adisi elektrofilik untuk menghasilkan jenis kation baru (Stevens, 2001).



Tahap inisiasi ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan menjadi merah (Suirta *et al.*, 2012). Pada tahap ini, terjadi adisi elektrofilik antara asam HA dan monomer membentuk ion karbonium yang mengikuti hukum *Markovnikov* (Fessenden, 1986). Selain sebagai inisiator, senyawa asam pada proses polimerisasi adisi juga berguna sebagai

katalis. Katalis pada reaksi polimerisasi eugenol adalah asam-asam mineral seperti HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan HNO<sub>3</sub> atau katalis *Friedel Crafts* yang pada umumnya merupakan jenis garam asam.

Tahap propagasi berupa adisi monomer oleh ion karbonium yang dihasilkan pada tahap inisiasi. Tahap propagasi terjadi ikatan kovalen antara kation dengan monomer. Kation yang terbentuk menangkap elektron dari ikatan rangkap yang dimiliki eugenol. Proses ini akan menentukan panjang rantai polimer yang akan terbentuk (Iman, 2007).

Tahapan terakhir pada proses polimerisasi eugenol ini adalah tahap terminasi yang dapat terjadi melalui berbagai proses untuk penghentian reaksi. Proses yang paling sederhana adalah penggabungan ion karbonium dan anion pasangannya yang disebut ion lawan (Cowd, 1991 : 14). Tahap ini dapat juga melalui pertukaran tempat dari reaksi antara ujung rantai pertumbuhan dengan runtuhan air atau reagen proton lain, misalnya metanol (Allcock, 1981).

## METODE PENELITIAN

### A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah satu set alat penyulingan (destilasi), Kromatografi Gas Spektroskopi Massa (GC-MS), Spektrofotometer Infrared (IR), corong pisah, seperangkat peralatan gelas, piknometer, termometer 300 °C, neraca analitik, magnetic stirrer, stopwatch.

Bahan yang digunakan adalah bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum*), NaOH 4 %, HCl pekat dan 6 %, NaCl 1 M, petroleum eter, metanol, indikator universal, aqudest, etanol, n-heksana, etil asetat.

## B. Prosedur Kerja

### 1. Isolasi Minyak Atsiri

Sebanyak satu kilogram bunga cengkeh kering dikumpulkan dan dibersihkan. Bunga cengkeh tersebut kemudian dihancurkan kasar dan diekstraksi dengan petroleum eter. Kemudian sisa sampel yang telah diekstrak dimasukkan ke dalam alat penyulingan uap sederhana yang berisi air sampai tanda batas. Api dinyalakan dan destilat dikumpulkan. Proses penyulingan dilakukan selama 7-8 jam. Minyak dan air yang terkumpul dipisahkan. Sisa air yang terdapat dalam minyak dihilangkan dengan penguapan. Rendemen minyak atsiri dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R (\%) = \frac{\text{Bobot minyak atsiri}}{\text{Bobot sampel}} \times 100 \%$$

### 2. Ekstraksi Eugenol

Minyak atsiri yang diperoleh kemudian diekstraksi untuk memisahkan eugenolnya. Menambahkan NaOH 4% dalam corong pisah dengan perbandingan minyak atsiri dengan NaOH 4% (1:5). Selanjutnya larutan dikocok dengan magnetic stirrer selama 1 jam kemudian diendapkan selama 4 jam. Terbentuk 2 lapisan dengan lapisan non eugenolat di atas dan eugenolat pada lapisan bawah. Lapisan eugenolat dipisahkan kemudian ditambahkan larutan dengan

HCl 6% sampai asam (pH 3). Larutan kemudian dikocok selama 30 menit. Larutan akan membentuk 2 lapisan, lapisan atas adalah larutan garam dan lapisan bawah adalah eugenol. Lapisan eugenol dicuci dengan aquades. Kemudian diuapkan pada suhu 105 °C untuk menghilangkan airnya. Selanjutnya dilakukan analisis dengan menggunakan Spektrofotometer IR dan GC-MS. Selain itu juga dilakukan penentuan rendemen eugenol yang diperoleh. Penentuan rendemen dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R (\%) = \frac{\text{Bobot eugenol}}{\text{Bobot minyak atsiri}} \times 100 \%$$

### 3. Polimerisasi Eugenol

Polimerisasi eugenol dilakukan dengan menggunakan katalis asam dengan perbandingan mol yang berbeda untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik (rendemen) polieugenol yang dihasilkan. Adapun katalis asam yang digunakan berupa asam mineral yaitu HCl. Proses polimerisasi dilakukan pada perbandingan mol eugenol dan HCl sebesar 1:1, 1:2, serta 2:1. Polimerisasi eugenol dilakukan dengan mereaksikan sebanyak 10 gram eugenol dengan HCl pekat dalam gelas beker 250 mL sambil diaduk dengan pengaduk magnet. Penambahan HCl pekat ini dilakukan setiap 30 menit sekali selama 2 jam, polimerisasi dihentikan dengan cara menambahkan 1 mL metanol. Endapan yang terbentuk didekantasi, dan dicuci dengan aquades kemudian disaring.

Perlakuan yang sama dilakukan dengan melakukan polimerisasi pada media NaCl sebanyak 100 mL. Selanjutnya dilakukan beberapa pengujian sebagai berikut,

#### a. Penentuan kelarutan polieugenol

Penentuan atau uji kelarutan dari polieugenol dilakukan terhadap beberapa pelarut murni, seperti air, metanol, etanol, etil asetat, dan n-heksana.

#### b. Penentuan rendemen polieugenol

Rendemen adalah kadar polieugenol yang diperoleh dari polimerisasi eugenol dengan berbagai katalis asam. Dengan rumus sebagai berikut:

$$R (\%) = \frac{\text{Bobot polieugenol}}{\text{Bobot eugenol}} \times 100 \%$$

#### c. Analisis polieugenol dengan Spektrofotometer IR

Analisis spektrofotometer IR dilakukan untuk melihat gugus fungsi yang terkandung dalam polieugenol. Alat yang digunakan adalah Shimadzu Prestige-21 IR Spectrophotometer. Pengidentifikasi gugus fungsi ini dilakukan pada kisaran bilangan gelombang 300 - 4500 cm<sup>-1</sup> untuk memperoleh hasil analisis IR yang sebaik-baiknya pada rentang bilangan gelombang yang bervariasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Isolasi Minyak Atsiri

Bunga cengkeh diekstrak dengan menggunakan petroleum eter sebanyak 5 kali sirkulasi. Kemudian sisa sampel yang telah diekstrak dilanjutkan

dengan melakukan penyulingan sampel yang telah diekstrak dengan air menghasilkan minyak atsiri murni berwarna kuning dengan volume 194,5 mL dan berat 204,521 gram. Rendemen minyak atsiri yang diperoleh sebesar 20,45 % dengan jenis sebesar 1,052 g/mL.

## 2. Ekstraksi Eugenol

Minyak atsiri kemudian diekstrak dengan NaOH 4% hingga membentuk 2 lapisan, yaitu lapisan Na-Eugenolat yang berwarna kuning keruh dan lapisan organik yang selanjutnya akan dibuang. Dari hasil pengektakan diperoleh eugenol murni berwarna bening kekuningan dengan volume 153,5 mL dan berat 163,891 gram. Rendemen eugenol diperoleh sebesar 80,13 % dengan berat jenis sebesar 1,068 g/mL.

Adapun hasil analisis IR yang diperoleh dicantumkan dalam bentuk Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Spektra IR Eugenol

Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )		Gugus Fungsi
Spektra	Pustaka	
3552,88	3000 – 3600	O-H
3003,17	3000 – 3100	C-H
746,45 - 852,54	675 – 870	aromatik
2839,22 - 2968,45	2850 – 2970	C-H
1431,18 - 1460,11	1350 – 1470	alkana
3072,60	3050 – 3150	C=C
1637,56	1630 – 1680	C=C
1512,19	1500 – 1600	aromatik
1232,51 - 1267,23	1080 – 1300	C-O
914,26 - 1035,77	900	Vinil

Sedangkan hasil karakterisasi dan GC-MS pada Tabel 2 menunjukkan bahwa senyawa yang diperoleh benar adalah eugenol.

**Tabel 2.** Hasil karakterisasi eugenol

Karakter yang diamati	Eugenol	Standar
Warna	Bening kekuningan	Tidak berwarna
Waktu retensi	13,576	13,625
% Area	15,32	6,686
Kualitas (% kemurnian)	98	99
Berat molekul (g/mol)	164,08	164,20

## 3. Polimerisasi Eugenol dengan Katalis Asam Klorida

Polimerisasi dilakukan dengan menambahkan HCl, ke dalam eugenol, dengan perbandingan 1:1, 1:2, dan 2:1 secara berturut-turut adalah 1,9 mL, 0,9 mL, dan 3,7 mL. Hasil polimerisasi diperoleh larutan berwarna ungu kemerahan pada polimerisasi tanpa media dan larutan berwarna kuning kejinggaan pada polimerisasi dengan media NaCl yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil pengamatan warna polimer (polieugenol)

HCl : Eugenol (mol)	Kenampakan Warna Poleugenol	
	Media NaCl	Tanpa Media
2 : 1	Kuning	Ungu gelap
1 : 1	Kuning keruh	Ungu kecokelatan
1 : 2	Kuning kejinggaan	Ungu kemerahan

Kemudian polimerisasi dihentikan dengan menambahkan 1 mL metanol. Endapan yang terbentuk didekantasi, dicuci dengan aquades, kemudian disaring sehingga diperoleh polieugenol murni. Selanjutnya dilakukan uji kelarutan dan rendemen, serta penentuan gugus fungsi senyawa dengan spektrofotometer IR.

a. Penentuan kelarutan polieugenol

Tabel 4 merupakan hasil uji kelarutan polieugenol.

**Tabel 4.** Hasil Uji Kelarutan Polieugenol

Pelarut	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Kelarutan
Air	1000	Tidak Larut
Etanol	789	Larut Sempurna
Metanol	792	Larut Sempurna
Etil Asetat	897	Larut Sebagian
n-Heksana	655	Larut Sempurna

b. Penentuan rendemen polieugenol

Adapun nilai rendemen yang diperoleh disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Rendemen Polieugenol

HCl : Eugenol (mol)	Rendemen (%)	
	Media NaCl	Tanpa Media NaCl
2 : 1	85,14	82,87
1 : 1	86,67	84,22
1 : 2	87,21	86,56

c. Analisis IR polieugenol

Hasil analisis IR untuk polimerisasi eugenol dengan media NaCl diperlihatkan pada Tabel 6, sedangkan hasil polimerisasi eugenol tanpa media diperlihatkan pada Tabel 7, dengan data spektrum sebagai berikut.

**Tabel 6.** Hasil Analisis Spektra IR Polimerisasi Eugenol dengan media NaCl

Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )		Gugus Fungsi
Spektra	Pustaka	
3450,65 - 3522,02	3000 – 3600	O-H
2906,73 - 2970,38	2850 – 2970	C-H
1365,60 - 1431,18	1350 – 1470	alkana
3005,10 - 3074,53	3050 – 3150	C=C
1606,70 - 1637,56	1630 – 1680	C=C
1516,05	1500 – 1600	C=C aromatik
746,45 - 852,64	675 – 870	C-H aromatik
1122,57 - 1267,23	1080 – 1300	C-O
997,20 - 1033,85	900 – 1040	vinil

**Tabel 7.** Hasil Analisis Spektra IR Polimerisasi Eugenol Tanpa Media

Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )		Gugus Fungsi
Spektra	Pustaka	
3523,35	3000 – 3600	O-H
2908,65 - 2970,38	2850 – 2970	C-H
1367,53 - 1460,11	1350 – 1470	alkana
1514,12	1500 – 1600	C=C aromatik
794,67 - 817,82	675 – 870	C-H aromatik
1269,16	1080 – 1300	C-O
914,26 - 1033,65	900 – 1040	Vinil

## B. Pembahasan

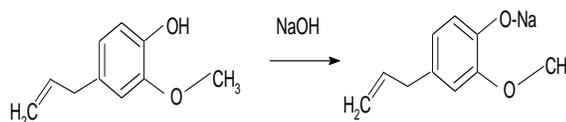
### 1. Isolasi Minyak Atsiri

Bunga cengkeh diperoleh dari kabupaten Soppeng. Proses isolasi minyak atsiri diawali dengan melakukan ekstraksi kontinu dengan pelarut petroleum eter dikarenakan sifat kepolaran petroleum eter yang kurang polar, sesuai dengan kepolaran minyak atsiri. Untuk memastikan semua minyak terekstrak, dilanjutkan dengan melakukan *water distillation*. Hasil ekstraksi diperoleh minyak atsiri namun belum dalam keadaan murni, sehingga dilakukan proses destilasi dan penguapan untuk menghilangkan air dan pelarut eter yang digunakan. Minyak atsiri yang diperoleh kemudian disaring sehingga diperoleh minyak atsiri murni berwarna bening kekuningan.

Minyak atsiri yang diperoleh memiliki bobot jenis sebesar 1,052 g/mL, sudah sesuai dengan standar berat jenis minyak atsiri bunga cengkeh (ISO) yakni 1,044-1,057 g/mL (Ruhnayat, 2002). Adapun rendemen yang diperoleh sebesar 20,45 %, sudah hampir sesuai dengan teori bahwa kandungan minyak atsiri pada bunga cengkeh mencapai 21,30 % (Hadi, 2012).

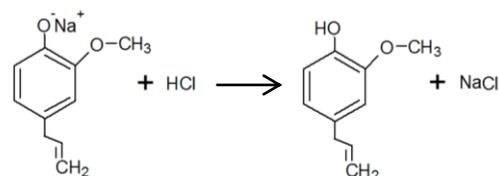
### 2. Ekstraksi Eugenol

Proses ekstraksi dilakukan dengan menambahkan NaOH ke dalam minyak atsiri. Penambahan tersebut dilakukan agar eugenol yang terdapat dalam minyak atsiri dapat bereaksi dengan NaOH membentuk garam natrium eugenolat yang larut dalam air.



**Gambar 1.** Reaksi pembentukan Na-Eugenolat

Komponen lain dalam minyak atsiri bunga cengkeh tidak akan bereaksi dengan NaOH dikarenakan perbedaan kepolaran. Perbedaan tersebut membuat terbentuknya 2 lapisan senyawa, yaitu lapisan atas berupa senyawa-senyawa organik lainnya dan lapisan bawah berupa Na-Eugenolat dan air. Lapisan Na-Eugenolat dipisahkan dan diasamkan dengan menambahkan HCl untuk memisahkan kembali eugenol dengan ion natrium yang mengikatnya. HCl akan bereaksi dengan ion  $\text{Na}^+$  yang terdapat dalam lapisan Na-Eugenolat menghasilkan garam NaCl. Sehingga terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan bawah berupa air dan garam NaCl, serta lapisan atas yang berupa eugenol.



**Gambar 2.** Reaksi antara garam Na-Eugenolat dengan HCl

Eugenol yang diperoleh dicuci dan diuapkan untuk menghilangkan sisa air yang ada. Sehingga diperoleh rendemen eugenol sebesar 80,13 %, yang mana telah sesuai dengan teori

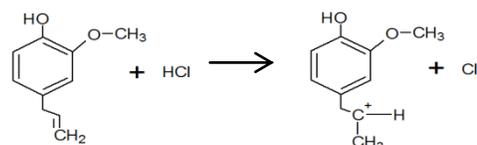
yang berkisar antara 78-95 % (Hadi, 2012). Dengan massa jenis sebesar 1,068 g/mL, sesuai dengan berat jenis standar eugenol sebesar 1,064-1,070 g/mL (Kusumadewi, 2011).

Hasil analisis IR yang diperoleh (Tabel 1) memperlihatkan adanya gugus hidroksi pada bilangan gelombang 3552,88  $\text{cm}^{-1}$ , metoksi oleh karakteristik serapan C-O pada bilangan gelombang 1267,23-1232,51  $\text{cm}^{-1}$ , C=C aromatik pada serapan 1512,19  $\text{cm}^{-1}$ , dan serapan gugus lainnya yang memperlihatkan kesesuaian dengan gugus fungsi yang terdapat pada struktur eugenol, dimana eugenol merupakan turunan dari senyawa fenol yang memiliki gugus hidroksil dan tersusun dari senyawa aromatik (benzena). Eugenol juga memiliki gugus metoksi dan gugus alil, yang memiliki ikatan rangkap dua.

Hasil analisis GC-MS (Tabel 2) menunjukkan bahwa senyawa yang dianalisis benar merupakan eugenol dengan waktu retensi ( $t_R$ ) 13,576 menit. Hal tersebut menunjukkan adanya kesamaan senyawa sampel dengan standar yang memiliki waktu retensi 13,625 menit. Persen kemurnian yang diperoleh sebesar 98 %, sehingga tidak perlu lagi dilakukan analisis terhadap hasil fragmentasi molekul-molekulnya. Adapun berat molekul yang diperoleh sebesar 164,08 g/mol, sudah mendekati berat molekul eugenol sebenarnya yaitu 164,20 g/mol (Kusumadewi, 2011). Data berat molekul tersebut kemudian digunakan untuk menghitung banyaknya HCl yang akan digunakan pada proses polimerisasi sesuai dengan perbandingan molnya dengan eugenol.

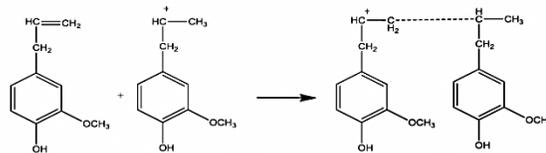
### 3. Polimerisasi Eugenol dengan Katalis Asam Klorida

Polimerisasi eugenol dilakukan dengan beberapa perbandingan mol HCl dan eugenol. Hal ini dilakukan untuk melihat pada perbandingan berapa rendemen pembentukan polieugenol maksimal diperoleh. Tahapan awal polimerisasi ini dinamakan tahap inisiasi, dimana mulai terjadi reaksi antara eugenol dan katalis asam.



**Gambar 3.** Reaksi polimerisasi eugenol dengan HCl (tahap inisiasi)

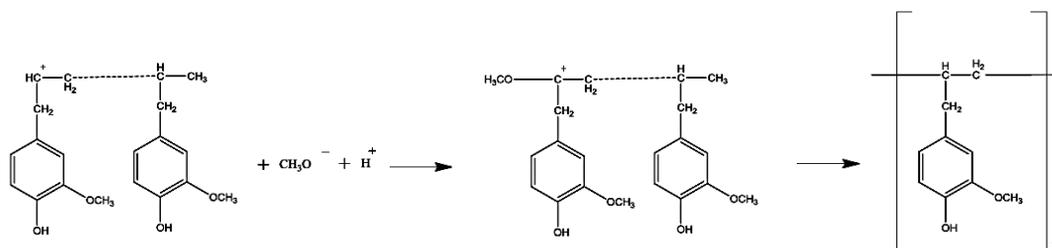
Tahapan ini ditandai dengan terjadinya perubahan warna yang dapat dilihat pada Tabel 3. Penambahan dilakukan sambil diaduk agar dapat memaksimalkan pembentukan polieugenol. Tahapan tersebut dinamakan tahap propagasi. Penentuan panjang rantai polimer terjadi bergantung dengan maksimal atau tidaknya proses polimerisasi berlangsung.



**Gambar 4.** Pemanjangan rantai polimer (tahap propagasi)

Selanjutnya memasuki tahap terakhir, yaitu tahap terminasi, yang merupakan tahap penghentian

polimerisasi. Pada tahapan ini, dilakukan penambahan metanol sebagai donor ion negatif ( $\text{CH}_3\text{O}^-$ ).



**Gambar 5.** Penambahan metanol pada proses polimerisasi (tahap terminasi)

Hasil uji kelarutan polieugenol (Tabel 4) menunjukkan bahwa polieugenol tidak larut dalam air, sedikit larut dalam etil asetat, dan larut sempurna dalam pelarut n-heksana, metanol, dan etanol. Hal tersebut membuktikan bahwa polioeugenol hanya dapat larut dalam pelarut organik kurang polar (nonpolar) dan alkohol. Hal tersebut sesuai dengan hukum kimia *like dissolve like*, yang mana dikarenakan polieugenol cenderung bersifat kurang polar sehingga pada umumnya dapat larut dalam pelarut yang bersifat kurang polar pula. Berdasarkan data berat jenisnya, diketahui pula bahwa polieugenol tidak larut dalam pelarut air yang memiliki berat jenis yang cukup besar yaitu  $1000 \text{ kg/m}^3$  (lihat Tabel 4). Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa polieugenol dapat larut dalam pelarut dengan berat jenis rendah, dimana berdasarkan hasil penelitian ini di bawah  $800 \text{ kg/m}^3$ .

Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan nilai rendemen hasil polimerisasi (Tabel 5), diperoleh rendemen terbesar pada perbandingan mol HCl dan eugenol 1:2 baik pada polimerisasi dengan media NaCl maupun tanpa media. Pada hasil polimerisasi dengan media NaCl diperoleh rendemen sebesar 87,21 % dan pada polimerisasi tanpa media sebesar 86,56 %. Hal ini menunjukkan bahwa pada perbandingan 2 : 1 dan 1 : 1, pembentukan polieugenol masih belum sempurna terjadi. Polimerisasi eugenol maksimal terjadi pada perbandingan 1 : 2.

Berdasarkan hasil analisis IR polieugenol yang terbentuk dengan media NaCl (Tabel 6), masih terdapat serapan pada bilangan gelombang  $1606,70\text{-}1637,56 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan serapan gugus  $\text{C}=\text{C}$  yang diperkuat dengan adanya serapan pada bilangan gelombang  $3074,53 \text{ cm}^{-1}$ , serta pada bilangan gelombang  $914,26\text{-}997,20 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan serapan dari gugus  $\text{CH}=\text{CH}_2$ . Ini menandakan

bahwa reaksi polimerisasi belum terjadi dengan sempurna. Hal tersebut diduga disebabkan oleh media NaCl yang digunakan menjadi penghambat dan ikut bereaksi pada proses polimerisasi. Reaksi adisi yang seharusnya terjadi antara eugenol dan HCl pekat gagal terjadi akibat adanya ion  $Cl^-$ , yang berasal dari NaCl, yang menutupi muatan positif pada monomer sehingga keberlangsungan tahap inisiasi terganggu. Hasil tersebut sesuai dengan hasil polimerisasi eugenol dengan media NaCl yang menghasilkan polieugenol dengan warna kuning, yang berbeda dengan warna polieugenol sesungguhnya (ungu).

Sedangkan untuk hasil analisis polieugenol yang terbentuk tanpa media (Tabel 7) diperoleh spektra yang tidak jauh berbeda. Namun tidak terdapat lagi peak tajam berintensitas tinggi pada daerah serapan  $C=C$  ( $1630-1680\text{ cm}^{-1}$ ), yang menunjukkan bahwa reaksi polimerisasi yang terjadi telah sempurna. Hasil interpretasi tersebut telah sesuai dengan hasil polimerisasi eugenol tanpa media yang menghasilkan polieugenol dengan warna yang sesuai dengan standar polieugenol.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan disimpulkan bahwa,

1. Penambahan katalis asam klorida berpengaruh terhadap rendemen polieugenol yang diperoleh. Rendemen terbesar diperoleh pada perbandingan mol HCl dan eugenol 1:2, yaitu pada

polimerisasi eugenol dengan menggunakan media NaCl sebesar 87,21 % dan polimerisasi eugenol tanpa media sebesar 86,56 %.

2. Polimerisasi eugenol dengan menggunakan media NaCl tidak terjadi dengan sempurna, dikarenakan ikutnya media bereaksi. Sehingga lebih baik melakukan polimerisasi eugenol tanpa media.
3. Polieugenol tidak larut dalam air dan larut dalam pelarut organik kurang polar (nonpolar) serta alkohol. Dapat pula diketahui bahwa polieugenol larut dalam pelarut yang memiliki massa jenis rendah ( $< 800\text{ kg/m}^3$ ).

### B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap minyak atsiri bunga cengkeh maka disarankan agar melakukan proses polimerisasi menggunakan perbandingan mol yang berbeda untuk lebih mengetahui berapa perbandingan mol terbaik untuk sintesis polieugenol dan melakukan pengujian ion klorida terhadap asam klorida yang tersisa pada proses akhir polimerisasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allcock, R.H. dan W.F. Lampe. 1981. *Comtemporary Polymer Chemistry*. New Jersey: Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs.
- Ashnagar, Rahimi, dan N. Hamideh. 2012. Isolation and Characterization of 4 – allyl – 2 – methoxy phenol (Eugenol) from Clove Buds Marketed in Tehran

- City of Iran. *International Journal of ChemTech Research*. 4(1): 105-108. Iran: Pasteur Institute of Iran, Nanobiotechnology department, Pasteur Avenue.
- Cowd, M.A. 1991. *Kimia Polimer*. Alih Bahasa: Harry Firman. Bandung: Penerbit ITB.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden. J. S. 1986. *Kimia Organik*. Jilid I. Alih Bahasa: Aloysius HP. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hadi, Saiful. 2012. Pengambilan Minyak Atsiri Bunga Cengkeh (Clove Oil) Menggunakan Pelarut n-Heksana dan Benzena. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. 1(2): 25-30. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Handayani, Wuryanti. 2000. Sintesis Polieugenol dengan Katalis Asam Sulfat. *Jurnal Ilmu Dasar*. 3(2): 61-70. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Iman, Saiful. 2012. *Sintesis Polieugenol Menggunakan Katalis Asam Nitrat Pekat ( $HNO_3$ ) dengan Media Garam Natrium Klorida ( $NaCl$ )*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Sunan Kalidjaga
- Kusumadewi, Silfia Windy. 2011. *Uji Efek Antiproliferatif Senyawa Eugenol Terhadap Kultur Sel Kanker Serviks (Hela Cell Line)*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Nurdjannah, Nanan. 2004. Diversifikasi Penggunaan Cengkeh. *Jurnal Perspektif*. 3(2): 61-70. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian.
- Ruhnayat, A. 2002. *Memproduksi Cengkeh, Tanaman Tua, dan Tanaman Terlantar*. Cetakan 1. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Stevens, Malcolm P. 2001. *Kimia Polimer*. Alih Bahasa: Iis Sopyan. Jakarta: Pradnya Paramisa.
- Suirta, I Wayan, N. L. Rustini, dan T. I. Prakasa. 2012. Sintesis Polieugenol dari Eugenol dengan Katalis Asam Nitrat Pekat dan Media Natrium Klorida. *Jurnal Kimia*. 6(1): 37-46. Bali: Universitas Udayana.