

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Plastik

Plastik merupakan jenis polimer yang memiliki sifat-sifat unik dan luar biasa. Selain itu plastik juga salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusunnya adalah karbon dan hidrogen. Plastik membentuk polimer rantai panjang dari atom yang mengikat satu sama lain. Rantai ini membentuk banyak unit molekul berulang atau "monomer". Istilah plastik juga mencakup produk polimerisasi sintetik atau semisintetik, namun ada beberapa polimer alami yang termasuk plastik. Kelebihan dari kemasan plastik yang ringan, fleksibel, multiguna, kuat, tidak berkarat, dapat diberi warna, dan harganya yang murah seakan membutuhkan masyarakat akan tentang dampak yang ditimbulkan, seperti terjadinya perpindahan zat penyusun dari plastik ke dalam makanan, terutama jika makanan tidak cocok dengan plastik yang mengemasnya. Zat-zat penyusun yang cukup tinggi dapat mengakibatkan penyakit kanker pada manusia (Koswara, 2006).

Data statistik persampahan domestik Indonesia menyebutkan jenis sampah plastik menduduki peringkat kedua sebesar 5,4 juta ton per tahun atau 14 persen dari total produksi sampah. Dengan demikian, plastik telah mampu menggeser sampah jenis kertas yang tadinya peringkat dua menjadi peringkat ketiga dengan jumlah 3,6 juta ton per tahun atau 9% dari jumlah total produksi sampah (Indonesia Solid Waste Association, 2013).

Secara umum, plastik dapat dikelompokkan menjadi 2 golongan yaitu plastik termoplastik dan plastik termoset. Plastik termoplastik adalah jenis plastik yang dapat dicetak berulang-ulang dengan adanya panas. Jenis plastik yang sering dijumpai antara lain *polietilen (PE)*, *polipropilen (PP)*, *polistiren (PS)*, *nylon*, *polietilen terephtalate (PET)*, *poliacetad (PC)* dan lain sebagainya. Sedangkan plastik termoset adalah plastik yang tidak dapat dicetak kembali apabila mengalami kondisi tertentu, hal ini dikarenakan plastik termoset memiliki

bangun polimer berbentuk jaringan tiga dimensi. Contoh jenis plastik termoset antara lain poli uretan (PU), urea formaldehida (UF), melamine formaldehida (MF), poliester, epoksi dan lain-lain (Seprianto, 2008).

Plastik termoplastik dan plastik termoset memiliki sifat amorf pada suhu kamar sehingga bersifat kaku. Sifat plastik yang mencair pada suhu tinggi tersebut, apabila digabungkan dengan bahan baku pengisi *filler* akan menghasilkan sebuah pruk panel yang baru dan kuat (Barone, 2005).

### 2.1.1 Plastik Sebagai Kemasan

Bahan pembuatan plastik dari minyak dan gas sebagai sumber alami dalam perkembangannya dapat digantikan oleh bahan-bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi (Syarief dkk, 1989). Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer, yakni rantai yang paling pendek. Polimer merupakan gabungan dari beberapa monomer yang akan membentuk rantai yang sangat panjang. Bila rantai tersebut dikelompokkan bersama-sama dalam suatu pola acak, menyerupai tumpukan jerami maka disebut amorf, jika teratur hampir sejajar disebut kristalin dengan sifat yang lebih keras.

Menurut Eden dalam Davidson (1970), berdasarkan struktur kimia plastik dapat diklasifikasikan atas dua macam yaitu :

- a. Linear, bila monomer membentuk polimer yang lurus (*linear*) yang akan membentuk plastik Termoplastik yang mempunyai sifat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan sifatnya dapat balik (*reversible*) kepada sifatnya yakni kembali mengeras bila didinginkan.
- b. Jaringan tiga dimensi, bila monomer berbentuk tiga dimensi akibat polimerisasi berantai, akan membentuk plastik termosetting dengan sifat tidak dapat mengikuti perubahan suhu (*irreversible*). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali.

### 2.1.2 Jenis Plastik

Plastik dapat digolongkan berdasarkan :

1. Sifat Fisiknya
  - a. Termoplastik. Merupakan jenis plastik yang bisa didaur ulang /diproses lagi dengan proses pemanasan ulang. Contoh : Polietilen (PE), polistiren (PS), poli karbonat (PC)
  - b. Termoset. Merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur ulang .Pemanasan ulang akan menyebabkan kerusakan molekul –molekulnya. Contoh: resin epoksi, bakelit, resin melamin, ureaformaldehida.
2. Berdasarkan sumbernya
  - a. Polimer Alami : Kulit binatang, kayu, kapas, karet alam, rambut
  - b. Polimer sintesis : Tidak terdapat secara alami :nylon, poliester, polipropilen, polistiren. Terdapat di alam tetapi dibuat oleh proses buatan : karet sintesis.

### 2.2 Polietilen (PE)

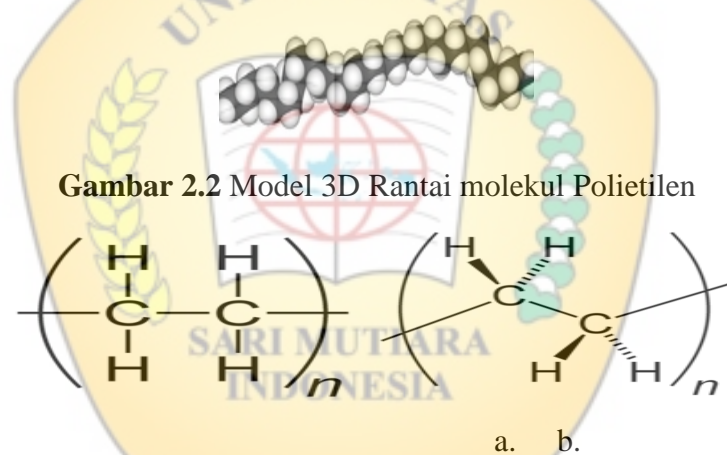
*Polietilena* adalah termoplastik yang kuat dan dapat dibuat dari yang lunak sampai yang kaku. Polietilena terdiri dari rantai panjang monomer etilena. Di industri polimer, polietilena ditulis dengan singkatan PE. Molekul etena  $C_2H_4$  adalah  $CH_2=CH_2$ . Dua grup  $CH_2$  bersatu dengan ikatan ganda. Polietilena dibentuk melalui proses polimerisasi dari etena, Polietilena bisa diproduksi melalui proses polimerisasi radikal, polimerisasi adisi anionik, polimerisasi ion koordinasi, atau polimerisasi adisi kationik. Setiap metode menghasilkan tipe polietilena yang berbeda.



**Gambar 2.1** Kantong plastik yang terbuat dari polietilen

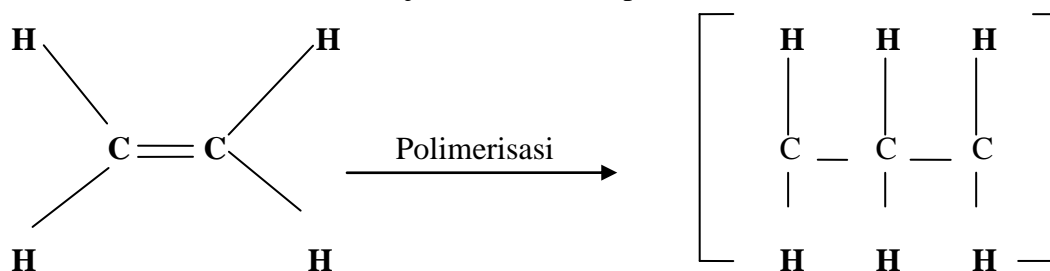
Sifat *polietilena* itu sendiri yaitu mempunyai konduktifitas yang rendah (0,12 W/m), tegangan permukaan rendah, kekuatan benturan yang tinggi, tahan terhadap pelarut organik, bahan kimia anorganik, uap air, minyak, asam pekat, mudah terbakar titik leleh  $166^{\circ}\text{C}$  dan suhu dekomposisi  $380^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu kamar polietilena sukar larut dalam toluena, sedangkan dalam xilena larut dengan bantuan pemanasan, akan tetapi polietilena dapat terdegradasi oleh zat pengoksidasi seperti asam nitrat dan hidrogenperoksida (Cowd, 1991).

Polietilena adalah bahan termoplastik yang transparan, berwarna putih mempunyai titik leleh bervariasi antara  $110^{\circ}\text{C}$ - $137^{\circ}\text{C}$ . Umumnya polietilena bersifat resisten terhadap zat kimia. Pada suhu kamar, polietilena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik. (Bilmeyer, 1994). Ada dua jenis *polietilen* (PE) yaitu *polietilen* densitas rendah (*low-density polyethilen/LDPE*) dan *polietilen* densitas tinggi (*High density polyethilen/HDPE*) (Azizah, 2004).



**Gambar 2.3.** (a) Monomer Polietilena Dengan Tampilan Lebih Sederhana, (b). Rumus Monomer Dari Polietilena, n Menunjukkan Bahwa Polimer Dari Etena.

Reaksi Polimerisasi etilen menjadi Polietilen dapat dilihat dibawah



**Gambar.2.4** Reaksi Polimerisa polietilen

### 2.2.1 Sifat Kimia Polietilen

Polietilen adalah bahan polimer yang sifat kimianya cukup stabil terhadap larutan dan hampir semua pereaksi kimia pada temperatur kamar. Polietilen tidak dapat dilarutkan dengan pelarut organik, bersifat non polar dan tidak menunjukkan perbedaan sifat listrik. LDPE bersifat lentur, ketahanan listrik yang baik kedap air, lebih lunak dari HDPE. Polietilen cenderung tidak tahan terhadap perubahan cahaya sehingga mudah berubah warna oleh pengaruh cahaya matahari dan menghasilkan material yang berwarna hitam (Cowd, M.A., 1991).

PE menjadi istimewa karena sifat-sifatnya yang menarik seperti murah, inert, sifat listriknya yang bagus, dan pemrosesannya mudah. Umumnya pengklasifikasian PE didasarkan pada densitas dan viskositas pelelehan atau indeks pelelehan. Ini menghasilkan *high density polyethylene* (HDPE), *low density polyethylene* (LDPE), *linear low density polyethylene* (LLDPE) dan *cross-linked polyethylene* (XLPE)

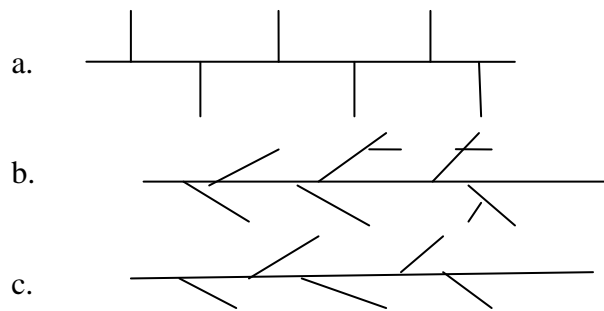
**Tabel.2.1 Sifat Fisika dan Mekanik dari Polietilen**

Sifat Fisik dan Mekanik	LDPE Rantai Cabang	HDPE
Berat jenis (g/cm <sup>3</sup> )	0,91-0,94	0,95-0,97
Titik leleh (0C)	105-115	120
Kekerasan	44-48	55-70
Kapasitas panas (kj kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )	1,916	1,916
Regangan (%)	150-600	12-700
Tegangan Tarik (N mm <sup>-2</sup> )	15,2-78,6	17,9-33,1
Modulus tarik (N mm <sup>-2</sup> )	55,1-172	413-1034
Tegangan impak	>16	0,8-14
Konstanta dielektrik	2,28	2,32
Resistivitas (Ohm cm)	6 × 10 <sup>15</sup>	6 × 10 <sup>5</sup>

(Rafli. R, 2008 )

Beberapa jenis polietilen antara lain: *Low Density Polyethylen* (LDPE), *High Density Polyethylen* (HDPE) dan *Linier Low Density Polyethylen* (LLDPE). *Low Density Polyethylen* (LDPE) memiliki struktur rantai cabang yang tinggi dan rantai bercabang-cabang yang panjang dan pendek. Sedangkan *High Density Polyethylen* (HDPE) mempunyai struktur rantai lurus, *Linier Low Density*

*Polyethylene* (LLDP) memiliki rantai polimer yang lurus dengan rantai-rantai cabang yang pendek.



**Gambar 2.5** Struktur rantai polietilena a.HDPE b.LDPE c. LLDPE

### 2.2.2 Low Density Polyethylene (LDPE)

*Low Density Polyethylene* juga dikenal sebagai plastik dan dapat dijumpai pada tas plastik, botol, kotak penyimpanan, mainan, perangkat komputer dan wadah yang dicetak. LDPE adalah plastik yang mudah dibentuk ketika panas, yang terbuat dari minyak bumi, dan rumus molekulnya adalah  $(-CH_2-CH_2-)_n$ . Dia adalah resin yang keras, kuat dan tidak bereaksi terhadap zat kimia lainnya, kemungkinan merupakan plastik yang paling tinggi mutunya. LDPE dicirikan dengan densitas  $0.910-0.940 \text{ g/cm}^3$ . LDPE memiliki derajat tinggi terhadap percabangan rantai panjang dan pendek, yang berarti tidak akan berubah menjadi struktur kristal. Ini juga mengindikasikan bahwa LDPE memiliki kekuatan antar molekul yang rendah. Ini mengakibatkan LDPE memiliki kekuatan tensil yang rendah. LDPE diproduksi dengan polimerisasi radikal bebas. LDPE bisa tembus cahaya ataupun pekat, dan sangat kuat, sangat lentur, kedap air dan tidak dapat dihancurkan seperti plastik lain yang lebih keras. Di bawah ini adalah contoh produk LDPE :



**Gambar 2.6.(a).** Simbol LDPE



**(b)** Contoh produk LDPE

Tertera logo daur ulang dengan angka 4 di tengahnya, serta tulisan LDPE, yaitu plastik tipe cokelat (termoplastik/dibuat dari minyak bumi). Biasanya LDPE dipergunakan untuk tempat makanan, plastik kemasan, dan botol-botol yang lembek. Sifat mekanis jenis plastik LDPE adalah kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Pada suhu di bawah 60<sup>0</sup>C sangat resisten terhadap senyawa kimia, daya proteksi terhadap uap air tergolong baik, akan tetapi kurang baik bagi gas-gas yang lain seperti oksigen. Plastik ini dapat didaur ulang, baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik untuk tempat makanan karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan yang dikemas dengan bahan ini.

❖ Karakteristik LDPE

Pada polietilen jenis low density terdapat sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah. Berikut tabel 2.2, dan 2.3 tentang karakterisasi LDPE dan sifat fisika, kimia dan mekanika LDPE.

**Tabel 2.2** Karakteristik LDPE dan sifat fisika, kimia LDPE

Parameter	Keterangan
Nama Kimia	<i>Low Density Polyethylene</i>
Trade Name	LDPE
Sinonim	Polyethylene
Rumus Molekul	(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) <sub>n</sub>
Fisik	Padat
Malting Point	105-115 <sup>0</sup> C / 212-275 <sup>0</sup> F
Spesific Grafity (at 20 <sup>0</sup> C)/(Water =1)	0,91-0,93

(Sitepu, I. W, 2009)

**Tabel 2.3 Sifat Fisika Dan Mekanika LDPE**

Sifat fisika dan mekanik	LDPE rantai lurus
Titik leleh	105-115 <sup>0</sup> C
Derajat kristalinitas	85-95 <sup>0</sup> C
Berat jenis	0,95-0,96 <sup>0</sup> C
Titik lunak	124 <sup>0</sup> C
Kekuatan tarik	245kg/cm <sup>2</sup>
Perpanjangan	100%

(Sitepu, I. W, 2009)

### 2.3 Asam Oleat

Asam oleat atau asam cis-9-oktadekanoat merupakan bahan oleokimia yang potensial tersedia di berbagai sumber alam salah satunya zaitun yaitu 55-80% sedangkan dalam minyak sawit 39-45%. Asam oleat adalah senyawa organik jenis asam lemak bebas tak jenuh yang memiliki satu ikatan rangkap yaitu pada atom C-9. Asam oleat merupakan bahan baku kimia yang melimpah banyak terdapat dalam berbagai minyak nabati dan hewani yang bisa digunakan dalam berbagai bidang industri oleokimia. Dalam bidang kesehatan asam oleat bermanfaat untuk menjaga kesehatan kulit. Selain itu asam oleat memiliki sifat netral terhadap LDL (tidak menurunkan atau menaikkan), tetapi dapat meningkatkan lipoprotein HDL. Asam lemak tak jenuh rantai panjang (terutama asam lemak omega-3 EFA dan DHA) telah terbukti berperan penting dalam pencegahan dan pengobatan penyumbatan pembuluh darah (arterosklerosis), trombosis, hipertrigliseridaemia dan tekanan darah tinggi (Mora, 2013).

Hidroksi pada asam oleat merupakan bahan mentah yang paling penting . Hidroksi asam-asam lemak dan turunannya banyak digunakan secara komersial untuk pengolahan berbagai jenis produk, sebagai zat adiktif pada minyak pelumas, pengemulsi, poliol untuk pembuatan poliureten dan surfaktan untuk deterjen. Asam oleat memiliki ikatan rangkap sehingga cukup potensial untuk dilakukan epoksidasi seperti yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu dimana minyak kacang kedelai yang kaya akan asam lemak tidak jenuh (Guo Dong and Jian 2004).



Pada temperatur kamar asam oleat berupa cairan seperti minyak yang tidak berwarna yang secara perlahan-lahan menjadi coklat oleh udara dan berbau tengik. Asam oleat tidak dapat bercampur dengan air, tapi dapat bercampur dengan eter dan alkohol dalam semua perbandingan (Holleman,1970).

- Titik Lebur :  $14^{\circ}\text{C}$
- Titik Didih :  $286^{\circ}\text{C}$
- Kelarutan : Tidak larut dalam air ,namun mudah larut dalam etanol, kloroform, eter, eter minyak tanah (Ditjen POM, 1979).

## 2.4 Xylen

Pelarut Xylen digunakan sebagai bahan baku dalam produksi asam tereftalat dan dimetil tereftalat dan dimetil tereftalat, baik monomer yang digunakan dalam produksi polyethylen terephthalate(PET) botol plastik dan polyester pakaian. xylen sering digunakan sebagai pelarut karet ,digunakan sebagai thinner untuk cat.

**Tabel 2.4** Sifat-sifat Xylen

No	Parameter	
1	Rumus Molekul	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$
2	Titik Lebur	$-47,4^{\circ}\text{C}$
4	Titik Didih	$138,5^{\circ}\text{C}$
5	Titik Nyala	$30^{\circ}\text{C}$

(<http://www.F:/Xylena.htm>)

## 2.5 Inisiator Benzoil Peroksida

Benzoil peroksida merupakan senyawa peroksida yang berfungsi sebagai inisiator dalam proses polimerisasi dan bahan pembentukan ikatan silang dari berbagai polimer dan materi polimer. Senyawa peroksida ini dapat digunakan sebagai pembentuk radikal bebas. Dengan paruh waktu 1 jam pada temperatur  $100^{\circ}\text{C}$ . Penambahan sejumlah tertentu zat pembentuk radikal bebas akan memberikan ikatan bagi bahan polimer (Carry, M., 1998).

Benzoil peroksida adalah yang paling umum digunakan sebagai inisiator. Biasanya jumlah peroksida yang digunakan untuk ditambahkan berkisar dari 0%, 2%, 3% oleh berat dari monomer (Klyosov, 2007). Dengan adanya inisiator

benzoil peroksida dapat meningkatkan efisiensi pengraftingan asam oleat. Beberapa alasan mengapa digunakan peroksida sebagai inisiator yaitu :

- a) Kecepatan dekomposisi peroksida
- b) Kereaktifan radikal dalam penyerapan atom hidrogen pada polimer.
- c) Proses Alam dekomposisi untuk menghasilkan radikal bebas bergantung pada kekuatan reaksi dan variasi proses.
- d) Kereaktifan radikal dalam penyerapan atom hidrogen pada polimer.
- e) Waktu paruh peroksida
- f) Sifat fisik peroksida

## 2.6 Metode Pencangkokan (*Grafting*)

Faktor faktor yang mempengaruhi daerah *graftin* pada polimer yaitu struktur dasar sebuah polimer, struktur dasar monomer dan komonomer, struktur dan konsentrasi inisiator, efisiensi kecepatan monomer dan inisiator dengan polimer, efisiensi kecepatan proses menentukan konsentrasi reaktan, suhu (Sigh R.P 1992).

Ada beberapa mekanisme pada metode pencangkokan menurut Iwan Pranata Sitepu, 2009 yaitu :

1. Mekanisme Radikal Bebas
  - Metode kimia / *chemical method* merupakan radikal bebas yang dilepaskan oleh inisiator seperti benzoil peroksida.
  - Metode foto *grafting* yaitu kelompok khromoponik dipolimer menyerap radiasi elektron magnetik di daerah visibel dan elektromagnetik yang hasilnya pemutusan ikatan dan kemudian pada dekomposisi radikal menghasilkan inisiasi *grafting* seperti metilmetakrilat tergrafting pada poly (metil –vinil-ke-ton).
  - Metode radiasi *grafting*, dalam metode ini kopolimer grafting dimulai dari daerah radikal pada rantai polimer dengan energi radiasi yang tinggi pada daerah vakum atau medium lainnya.
  - Metode plasma *grafting*, metode ini merupakan *grafting* plastik dengan pemberian sinar pada suhu rendah yang merupakan sistem kompleks untuk elektron, atom, dan pelepasan atom dan molekul.

- Metode kimia mekanik *grafting*, merupakan mekanisme yang bersifat reaktif dan ultrasonik yang dapat menyebabkan polimer mengalami degradasi yang disebabkan oleh radikal bebas.

## 2. Mekanisme Ionik

- Metode anionik, merupakan grafting kopolimerisasi yang mengalami inisiasi oleh anion dengan reaksi basa dengan asam proton pada rantai utama polimer.
- Metode kationik, merupakan reaksi inisiasi diantara alkil halida dan dan asam lewis merupakan salah satu contoh kationik grafting.

## 3. Mekanisme Koordinasi

Stereospesifik inisiator memberikan stereo blok kopolimer yang mengandung suatu rangkaian isotaktik dan heterotaktik.

- 4. Mekanisme coupling, merupakan polimer yang mengandung hidrogen yang aktif digunakan dalam sintesis kopolimer grafting polyetilen oksida.

## 2.7 Derajat *Grafting*

Derajat grafting ditentukan dengan cara titrasi menggunakan basa dalam metanol atau etanol seperti natrium hidroksida atau kalium hidroksida, dengan indikator phenolptalin. Sebelum titrasi dilakukan harus ditambahkan beberapa tetes air supaya gugus anhidrat terbuka menjadi karboksilat. Untuk melihat apakah grafting asam oleat telah terjadi dapat diketahui dengan membandingkan hasil spektrum FTIR. Perhitungan derajat grafting dapat dilihat pada rumus dibawah ini (Iwan Sitepu, 2009):

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{\text{mL KOH} \times N \text{ KOH} \times 56,1}{\text{Berat Endapan (gr)}}$$

$$\text{Derajat Grafting(\%)} = \frac{\text{Bilangan Asam} \times 98}{2 \times 56,1}$$

## 2.8 Analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Spektrofotometri infra merah salah satu metode yang digunakan untuk mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik pada daerah panjang gelombang 0,75-1.000  $\mu\text{m}$  atau pada bilangan gelombang 13.000-10  $\text{Cm}^{-1}$ . Radiasi elektromagnetik pertama kali dikemukakan oleh *James Clark Maxwell* yang

menyatakan bahwa cahaya secara fisis merupakan gelombang elektromagnetik, artinya mempunyai vektor listrik dan vektor magnetik yang saling tegak lurus dengan arah rambatan (Hardjono,1990).

Spektrofotometer FTIR merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa. Vibrasi ikatan kimia pada suatu molekul akan menyebabkan pita serapan hampir seluruhnya di daerah spektrum IR 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ . Setiap ikatan mempunyai vibrasi regangan (*stretching*) dan ikatan tekuk (*bending*) yang mengabsorpsi energi radiasi pada frekuensi tersebut. Vibrasi regangan merupakan terjadinya perubahan jarak antara dua atau terusan menerus, regangan terdiri atas dua macam yaitu regangan simetris dan tidak simetris. Sedangkan vibrasi tekuk yaitu terjadinya perubahan sudut antara dua ikatan kimia. Yang terbagi atas vibrasi tekuk dalam bidang, vibrasi deformasi, vibrasi rocking, dan vibrasi keluar bidang.

Keuntungan pemakaian sistem berkas rangkap pada alat spektrofotometer adalah :

1. Memperkecil pengaruh penyerapan sinar infra merah oleh  $\text{CO}_2$  dan uap air dari udara
2. Mengurangi pengaruh hamburan sinar infra merah oleh partikel-partikel debu yang ukurannya mendekati nilai rata-rata panjang gelombang infra merah.
3. Kalau blankon yang digunakan adalah pelarut dari cuplikan dengan sistem berkas rangkap itu pita-pita serapan pelarut tidak akan timbul pada spektra yang direkam.
4. Sistem berkas rangkap mengurangi pengaruh ketidak stabilan pancaran sumber sinar dan detektor.
5. Perekam otomatis dapat dilakukan (*scanning*) (Noerdin D, 1985)

Sistem analisis spektroskopi infra merah (IR) telah memberikan keunggulan dalam mengkarakterisasi senyawa organik dan formulasi senyawa polimer. Analisis infra merah akan menentukan gugus fungsi dari molekul yang memberikan regangan pada daerah serapan infra merah.

Pita serapan polimer pada spektrum inframerah pada regangan 2880-2900  $\text{cm}^{-1}$  yaitu adanya ikatan C-H. Faktor yang memengaruhi frekuensi ikatan dalam molekul yaitu adanya ikatan C=O dalam gugus keton ( $\text{RCOCH}_3$ ) lebih rendah dari pada  $\text{RCOCl}$ , perubahan struktur C=O ini karena perbedaan massa antara  $\text{CH}_3$  dan Cl. Setiap ikatan dalam molekul mengalami gerakan vibrasi ke depan dan ke belakang yang konstan, rotasi atom, dan sedikit gerakan bengkokan. Ketika molekul mengabsorpsi sinar inframerah, gerakan molekul ini menaikkan intensitas. Transisi yang terjadi dalam serapan berkaitan erat dengan perubahan – perubahan vibrasinya. Oleh karena masing-masing frekuensi radiasi berkaitan dengan gerakan spesifik, maka jenis gerakan molekul yang dimiliki oleh sampel yang dapat dilihat dengan mengukur spektrum infra merahnya. Gugus fungsional yang ada dalam molekul dapat ditentukan dengan menginterpretasikan spektrum inframerahnya (F.W. Fifield dan D. Kealey, 2000).

Suatu pita kombinasi adalah jumlah atau perbedaan antara dua vibrasi harmonis (*overtone*). Keistimewaan spektra infra merah disebabkan oleh pita-pita. Frekuensi gugus ini memungkinkan penentuan ada atom atau tidaknya gugus fungsi dalam suatu molekul secara tepat. Frekuensi gugus ini dapat dipengaruhi oleh:

- a) Resonansi yang dapat menyebabkan penyerapan orde ikatan rangkap dan frekuensi dengan  $30 \text{ cm}^{-1}$
- b) Ikatan Hidrogen
- c) Efek Tegangan lingkaran.

Spektra infra merah dapat dibagi dalam :

1. Sumbu vertikal yaitu biasanya linier dalam bilangan gelombang, spektra kontinu dari  $4000\text{-}650 \text{ cm}^{-1}$
2. Sumbu vertikal linier dalam % transisi (100% T diatas ,0% dibawah) (Hummel, D.O., 1985).

### 2.8.1 Hubungan Spektra Infra Merah dengan Struktur Molekul

Informasi mengenai struktur mengenai suatu senyawa dapat diperoleh dengan mempelajari daerah terjadinya absorpsi gugus fungsional. Daerah yang paling berguna untuk mengena sturktur senyawa adalah daerah  $4000\text{-}1500 \text{ cm}^{-1}$ . Serapan setiap tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-C, C=C, C=N, dan

sebagainya) hanya diperoleh dalam bagian-bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah. Kisaran terapan yang kecil dapat digunakan untuk menentukan suatu tipe ikatan. Daerah 4000-2500  $\text{cm}^{-1}$  merupakan absorpsi yang disebabkan oleh regangan ikatan N-H, C-H, O-H, serta gerakan kontraksi ikatan O-H dan N-H menyerap pada 3600-3300  $\text{cm}^{-1}$  dan regangan ikatan C-H terjadi dekat 3000  $\text{cm}^{-1}$ . Daerah antara 2500-2000  $\text{cm}^{-1}$  adalah daerah tempat regangan ikatan rangkap tiga, untuk itu baik nitril (R-C=N) maupun alkuna keduanya menunjukkan puncak didaerah ini. Daerah dari 2000-1500  $\text{cm}^{-1}$  mengandung serapan ikatan rangkap dua, ikatan C=O, C=N, C=C, menunjukkan serapan didaerah ini. Produk hasil sintesis diharapkan mempunyai serapan C=O, C=C, OH, dan serapan aromatis. Pada dasarnya spektrofotometri FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) adalah sama dengan spektrofotometri IR dispersi, yang membedakannya adalah pengembangan pada sistem optiknya sebelum berkas sinar inframerah melewati contoh (Da-Wen Sun, 2009).

Dalam wilayah frekuensi gugus pita absorpsi terpenting disebabkan oleh unit vibrasi dari dua atom dalam molekul jadi harga gugus fungsi. Faktor-faktor yang mempengaruhi letak pita absorpsi yaitu:

- a) Adanya resonansi
- b) Bila terjadi perubahan sifat ikatan
- c) Adanya ikatan Hidrogen
- d) Jenis pelarut yang digunakan.

(Mousa, G.2002).

## 2.9 *Scanning Elektron Microscopy (SEM)*

SEM adalah pencitraan material dengan menggunakan elektron sebagai sumber pencitraan dan medan elektromagnetik sebagai lensanya. Elektron diemisikan dari katoda melalui efek foto listri dan dipercepat menuju anoda. Filamen yang digunakan biasanya adalah tungsten atau lanthanum hexaboride (LaB). *Scanning coil* akan mendefleksikan berkas elektron menjadi sekumpulan array (berkas yang lebih kecil yang disebut scanning beam dan lensa obyektif (magnetik) yang akan memfokuskannya pada permukaan sampel (Cheremisinoff, N.P © 1996).

Elektron kehilangan energi pada saat tumbukan dengan atom material, akibat scattering dan absorpsi pada daerah interaksi dengan kedalaman 100  $\mu\text{m}$  sampai 2  $\mu\text{m}$ . Ini membuat material akan meradiasikan emisi meliputi sinar – X, elektron Auger, back –scattered elektron dan secondary electron. Pada SEM sinyal yang diolah merupakan hasil deteksi dari secondary electron yang merupakan elektron yang berpindah dari permukaan sampel SEM yang dipakai untuk mengetahui struktur mikro suatu material meliputi tekstur, morfologi, komposisi dan informasi kristalografi permukaan partikel. Morfologi yang diamati oleh SEM berupa bentuk, ukuran dan susunan partikel.

Prinsip kerja SEM yaitu dengan menembakkan permukaan benda dengan berkas elektron yang berenergi tinggi, permukaan benda yang dikenai berkas akan memantulkan kembali berkas tersebut atau menghasilkan elektron sekunder ke segala arah. Tetapi ada satu arah dimana berkas yang dipantulkan dengan intensitas yang tertinggi. Detektor di dalam SEM mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Arah tersebut memberi informasi profil permukaan benda seperti seberapa landai dan kemana arah kemiringan. Elektron pantulan dan elektron sekunder dipancarkan kembali dengan sudut yang bergantung pada profil permukaan material. Pada saat dilakukan pengamatan, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron discan ke seluruh area daerah pengamatan. Kita dapat membatasi lokasi pengamatan dengan melakukan zoom-in atau zoom-out. Berdasarkan arah pantulan berkas pada berbagai titik pengamatan maka profil permukaan benda dapat dibangun dengan menggunakan program pengolahan gambar yang ada dalam komputer. SEM memiliki resolusi yang lebih baik daripada mikroskop optik. Semakin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop. Pada umumnya tegangan yang digunakan pada SEM adalah puluhan kilovolt. Jika permukaan logam diamati dibawah SEM maka profil permukaan akan tampak dengan jelas. Untuk material bukan logam seperti isolator agar profil permukaan dapat diamati dengan jelas dengan SEM maka permukaan material tersebut harus dilapisi dengan logam. Film tipis logam dibuat pada permukaan material tersebut sehingga dapat memantulkan berkas elektron (Mikrajuddin Abdullah, 2008).