

# Kuliah Kimia Polimer

Kuliah ke 1

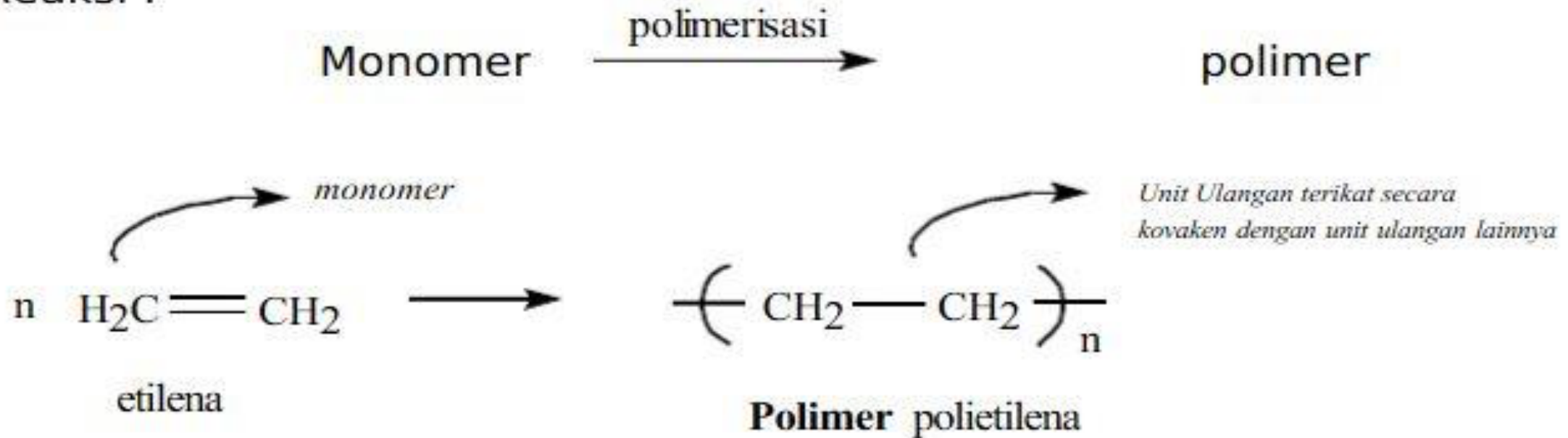
# Pengantar Kimia Polimer

- Kata polimer berasal dari bahasa Yunani, yaitu poly dan meros. Poly berarti banyak dan meros berarti unit atau bagian. Jadi polimer adalah makromolekul (molekul raksasa) yang tersusun dari monomer yang merupakan molekul yang kecil, sederhana, dan terikat oleh ikatan kovalen.
- Monomer sebarang zat yang dapat dikonversi menjadi suatu polimer. Contoh, etilena adalah monomer yang dapat dipolimerisasi menjadi polietilena (lihat reaksi berikut).

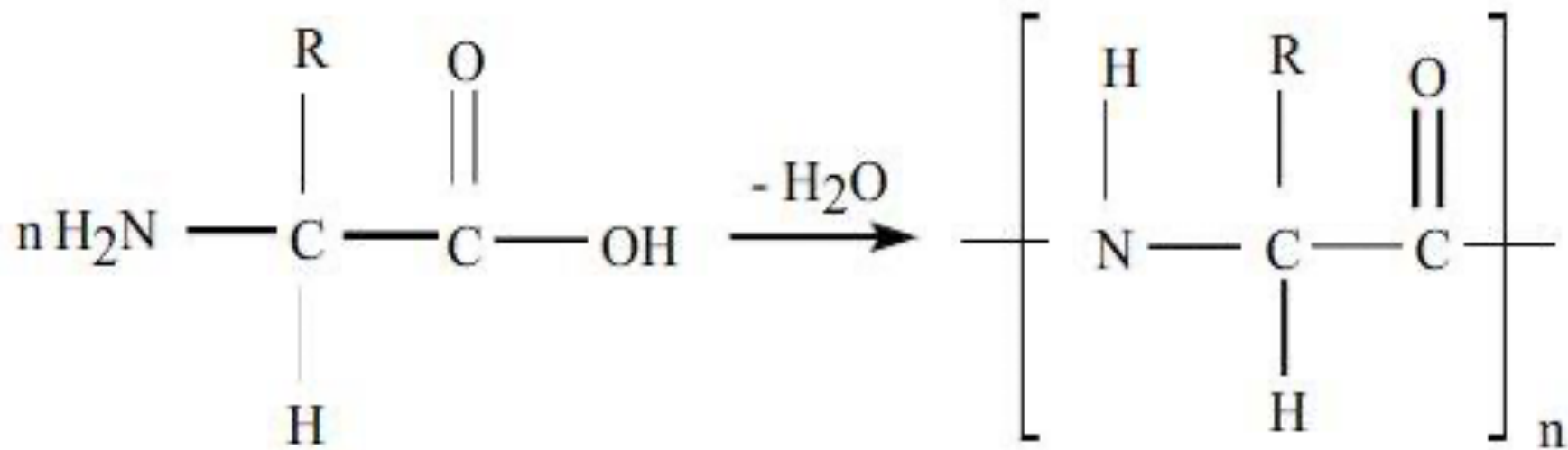
Secara umum karakteristik polimer yaitu sebagai berikut :

- Densitas yang rendah, dibandingkan dengan logam dan keramik.
- Rasio kekuatan terhadap berat (strength to weight) yang baik untuk beberapa jenis polimer.
- Ketahanan korosi yang tinggi.
- Konduktivitas listrik dan panas yang rendah

Reaksi :



Asam amino termasuk monomer, yang dapat dipolimerisasi menjadi polipeptida dengan pelepasan air



Asam Amino

Polipeptida

# Tata Nama ( Nomenklatur )

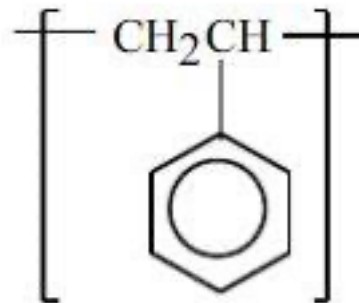
- Jumlah yang sangat besar dari struktur polimer menuntut adanya sistem tata nama yang masuk akal. Berikut ini adalah aturan pemberian nama polimer vinil yang didasarkan atas nama monomer (nama sumber atau umum), taktisitas dan isomer :

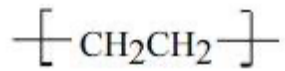
## A. Nama monomer satu kata :

Ditandai dengan melekatkan awalan poli pada nama monomer.

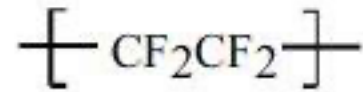
- Contoh :

Polistirena



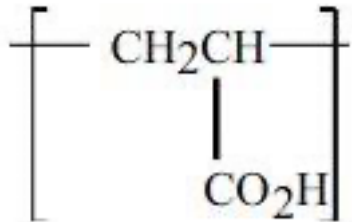


Polietilena

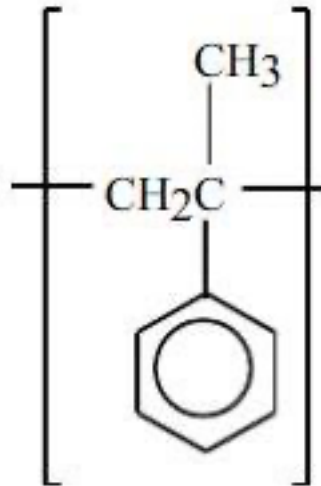


Politetrafluoroetilena (teflon, merk dari du Pont)

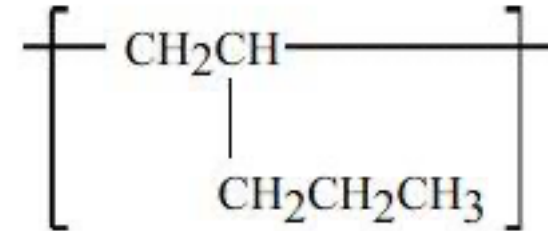
B. Nama monomer lebih dari satu kata atau didahului sebuah huruf atau angka Nama monomer diletakkan dalam kurung diawali poli, contoh :



Poli(asam akrilat)



Poli( $\alpha$ -metil stirena)



Poli(1-pentena)

C. Untuk taktisitas polimer diawali huruf *i*- untuk isotaktik atau *s*- (sindiotaktik) sebelum poli

3.Contoh : *i*-

-polistirena (polimer polistirena dengan taktisitas isotaktik)

D. Untuk isomer struktural dan geometrik

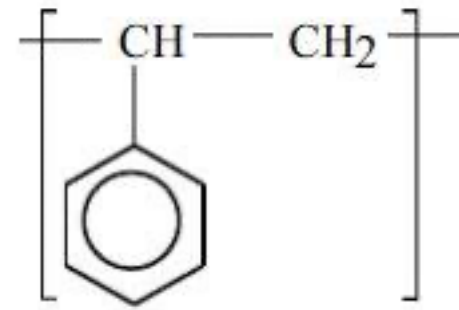
3.Ditunjukkan dengan menggunakan awalan *cis*- atau *trans*- dan 1,2- atau 1,4 sebelum poli

4.Contoh : *trans* -1,4-poli(1,3-butadiena)

**IUPAC** merekomendasikan nama polimer diturunkan dari struktur unit dasar, atau unit ulang konstitusi (CRU singkatan dari *constitutional repeating unit*) melalui tahapan sebagai berikut :

**IUPAC** merekomendasikan nama polimer diturunkan dari struktur unit dasar, atau unit ulang konstitusi (CRU singkatan dari *constitutional repeating unit*) melalui tahapan sebagai berikut :

- 1) Pengidentifikasian unit struktural terkecil (CRU)
- 2) Sub unit CRU ditetapkan prioritasnya berdasarkan titik pengikatan dan ditulis prioritasnya menurun dari kiri ke kanan (lihat penulisan nama polistirena)

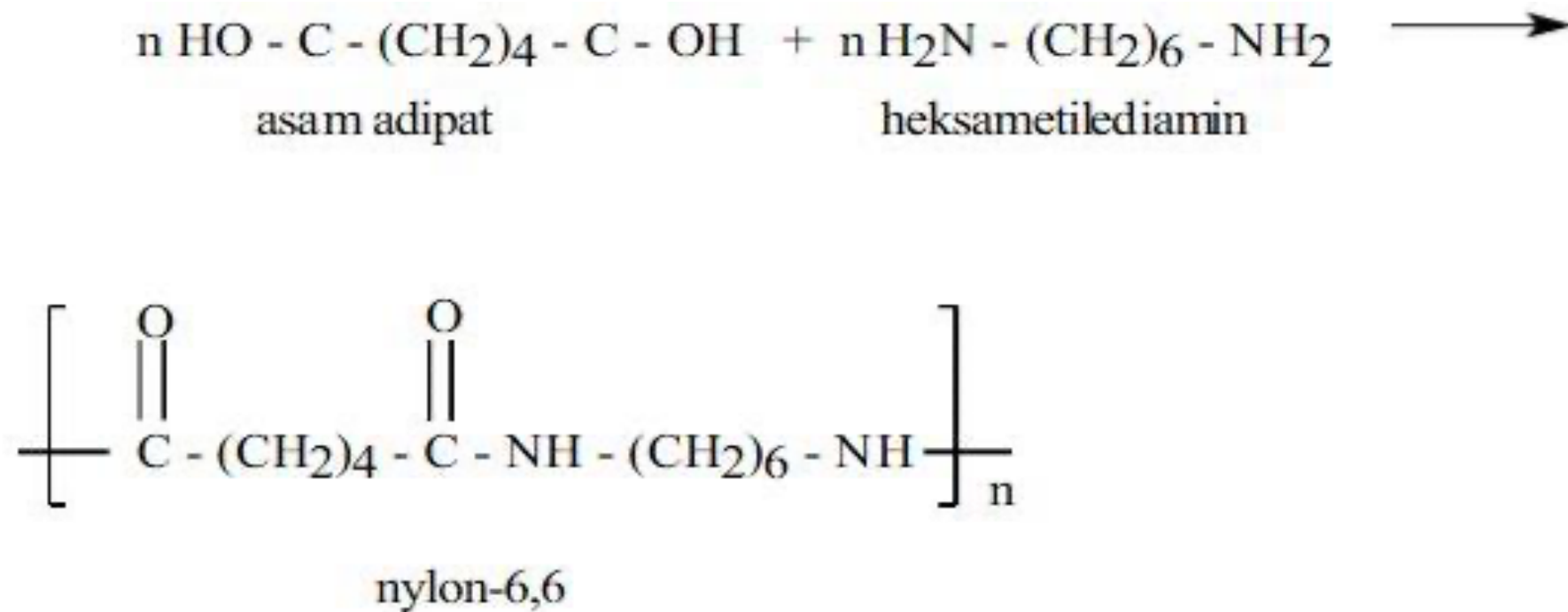


- 3) Substituen-substituen diberi nomor dari kiri ke kanan
- 4) Nama CRU diletakkan dalam kurung biasa (atau kurung siku dan kurung biasa kalau perlu), dandiawali dengan **poli.**

*Contoh pemberian nama berdasarkan sumber monomernya dan IUPAC*

| Nama Sumber                   | Nama IUPAC                    |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Polietilena                   | Poli (metilena)               |
| Politetrafluoroetilena        | Poli (difluorometilena)       |
| Polistirena                   | Poli( 1-feniletilena)         |
| Poli(asam akrilat)            | Poli (1-karboksilatoetilena)  |
| Poli( $\alpha$ -metilstirena) | Poli (1-metil-1-feniletilena) |
| Poli(1-pentena)               | Poli [1-(1-propil)etilena]    |

Contoh : nylon, umumnya disebut nylon-6,6 (66 atau 6/6), lebih deskriptif disebut poli(heksametilenadipamida) yang menunjukkan poliamidasi heksametilendiamin (disebut juga 1,6-heksan diamin) dengan asam adipat. Lihat gambar berikut :



Mengikuti rekomendasi IUPAC, kopolimer (polimer yang diturunkan dari lebih satu jenis monomer) dinamai dengan cara menggabungkan istilah konektif yang ditulis miring antara nama-nama monomer yang dimasukkan dalam kurung atau antara dua atau lebih nama polimer. Istilah konektif menandai jenis kopolimer sebagaimana enam kelas kopolimer yang ditunjukkan dalam tabel berikut

*Jenis kopolimer*

| Jenis kopolimer   | Konektif | Contoh                               |
|-------------------|----------|--------------------------------------|
| Tidak dikhususkan | -co-     | Poli[stirena-co-(metil metakrilat)]  |
| <b>Statistik</b>  | -stat-   | Poli(stirena-stat-butadiena)         |
| Random            | -ran-    | Poli[etilen-ran-vinil asetat)]       |
| Alternating       | -alt-    | Poli[stirena-alt-(maleat anhidrida)] |
| Blok              | -blok-   | Polistirena-blok-polibutadiena       |
| Graft             | -graft-  | Polibutadiena-graft-polistirena      |

# Sifat Sifat Polimer

## Faktor yang mempengaruhi sifat fisik polimer

- Panjang rata-rata rantai polimer
- Kekuatan dan titik leleh naik dengan bertambah panjangnya rantai polimer.
- Gaya antarmolekul
- Jika gaya antar molekul pada rantai polimer besar maka polimer akan menjadi kuat dan sukar meleleh.
- Percabangan
- Rantai polimer yang bercabang banyak memiliki daya tegang rendah dan mudah meleleh.
- Ikatan silang antar rantai polimer
- Ikatan silang antar rantai polimer menyebabkan terjadinya jaringan yang kaku dan membentuk bahan yang keras. Jika ikatan silang semakin banyak maka polimer semakin kaku dan mudah patah.
- Sifat kristalinitas rantai polimer
- Polimer berstruktur tidak teratur memiliki kristalinitas rendah dan bersifat amorf (tidak keras). Sedangkan polimer dengan struktur teratur mempunyai kristalinitas tinggi sehingga lebih kuat dan lebih tahan terhadap bahan-bahan kimia dan enzim.

# PENGGOLONGAN POLIMER

Klasifikasi polimer dapat dibedakan berdasarkan :

- Berdasarkan Asalnya
- Berdasarkan asalnya, polimer dibedakan atas polimer alam dan polimer buatan. Polimer alam telah dikenal sejak ribuan tahun yang lalu, seperti amilum, selulosa, kapas, karet, wol, dan sutra. Polimer alam berasal dari proses metabolisme makhluk hidup, karet merupakan salah produk polimer alam yang dipake secara luas. Jumlahnya yang terbatas dan sifat polimer alam yang kurang stabil, mudah menyerap air, tidak stabil karena pemanasan dan sukar dibentuk menyebabkan penggunaanya amat terbatas.
- Polimer buatan dapat berupa polimer regenerasi dan polimer sintetis. Polimer regenerasi adalah polimer alam yang dimodifikasi. Contohnya rayon, yaitu serat sintetis yang dibuat dari kayu (selulosa). Polimer sintetis adalah polimer yang dibuat dari molekul sederhana (monomer) dalam pabrik melalui proses pencampuran bahan kimia. Contoh polimer sintetis yang kita pergunakan sehari hari seperti kantong plastic, botol, bola, rumput buatan dan berbagai macam barang yang bebahan plastic.

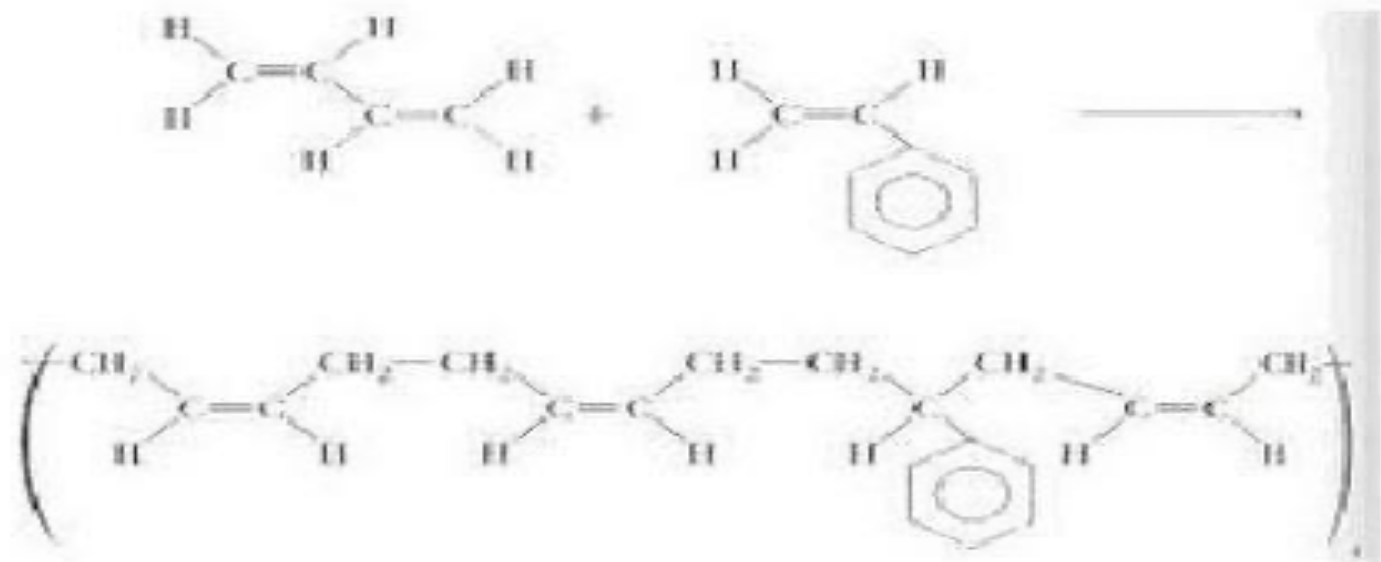
# Berdasarkan Jenis Monomer

- Homo polimer

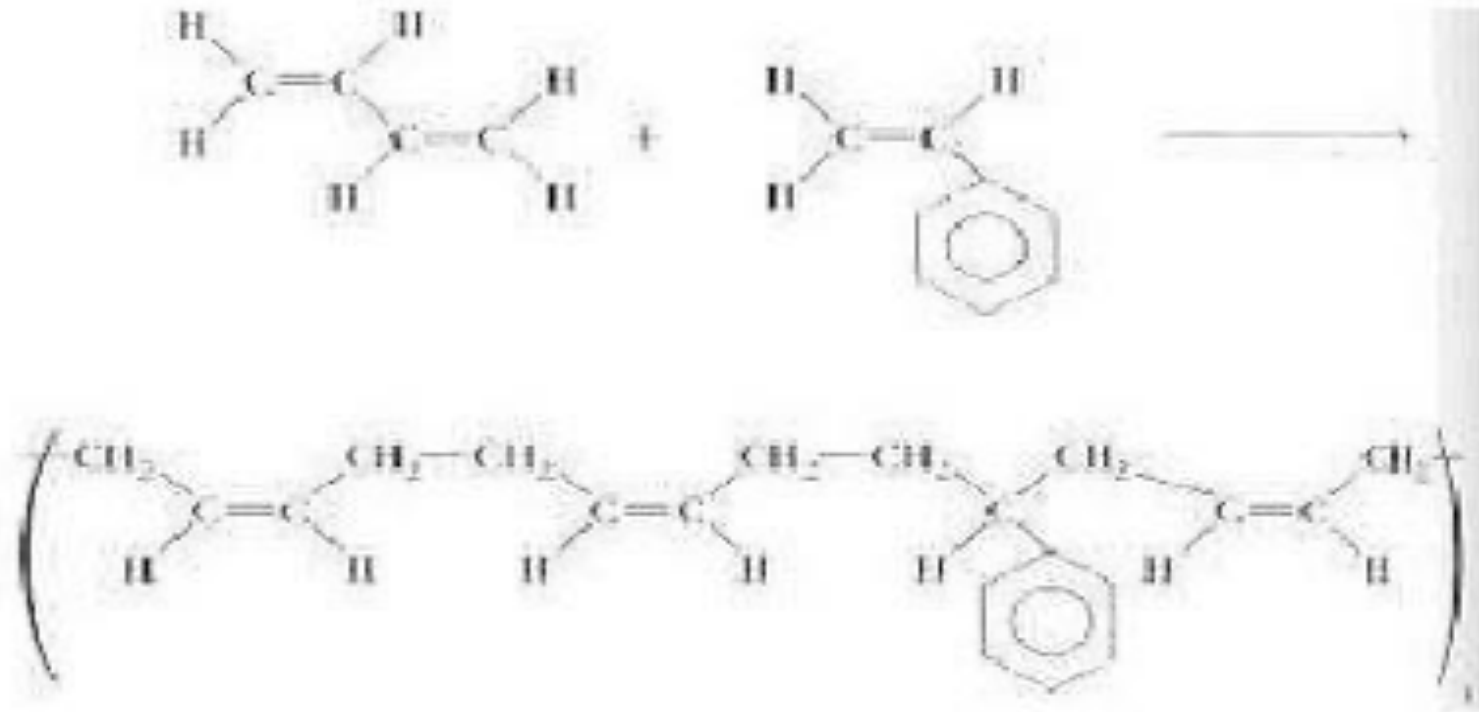
Homo polimer merupakan polimer yang terdiri dari satu macam monomer, contoh : PVC, protein, karet alam, polivinil asetat (PVA), polistirena, amilum, selulosa, dan teflon.

Memiliki struktur polimer. . . – A–A–A–A–A–A–...

- Salah satu contoh pembentukan homopolimer dari polivinil klorida adalah sebagai berikut.

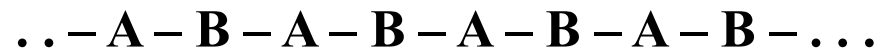


- Kopolimer
- Kopolimer merupakan polimer yang tersusun dari dua macam atau lebih monomer. Contoh: polimer SBS (polimer stirena-butadiena-stirena).

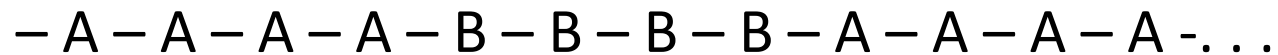


**Berdasarkan susunan monomernya, terdapat empat jenis kopolimer sebagai berikut:**

**Kopolimer bergantian, yaitu kopolimer yang mempunyai beberapa kesatuan ulang yang berbeda berselang-seling adanya dalam rantai polimer. Strukturnya:**

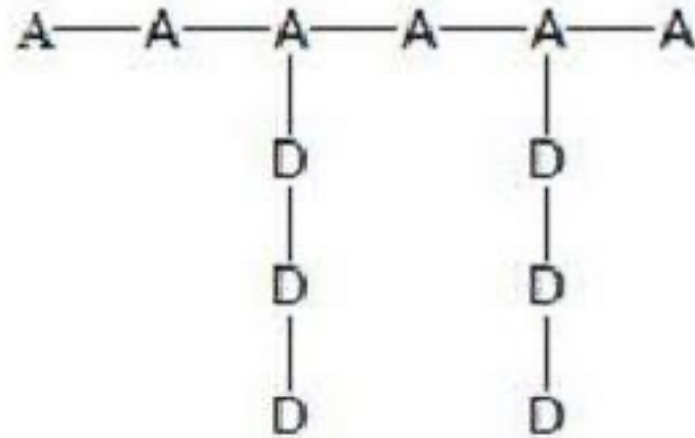


Kopolimer blok, yaitu kopolimer yang mempunyai suatu kesatuan berulang berselang-seling dengan kesatuan berulang lainnya dalam rantai polimer. Strukturnya:  $\dots$



Kopolimer tempel/grafit, yaitu kopolimer yang mempunyai satu macam kesatuan berulang menempel pada polimer tulang punggung lurus yang mengandung hanya satu macam kesatuan berulang dari satu jenis monomer.

Strukturnya



Kopolimer tidak beraturan yaitu kopolimer yang mempunyai sejumlah satuan berulang yang berbeda tersusun secara acak dalam rantai polimer. Strukturnya:

... - A - B - A - A - B - B - A - A - . . .

# Berdasarkan Sifat Terhadap Pemanasan atau Sifat Kekenyalan

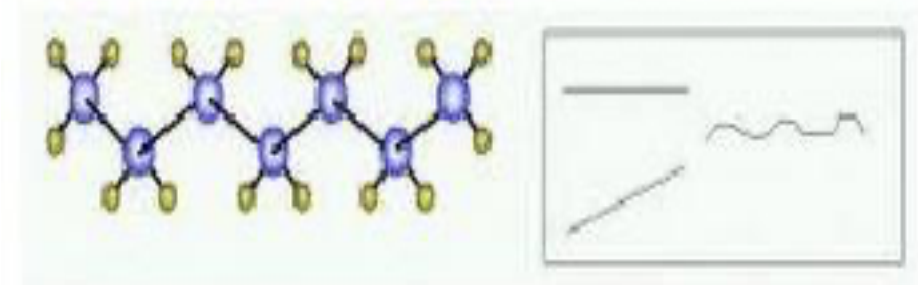
## 1. Termoplastik

Polimer termoplastik adalah polimer yang mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas. Jika polimer jenis ini dipanaskan, maka akan menjadi lunak dan didinginkan akan mengeras.

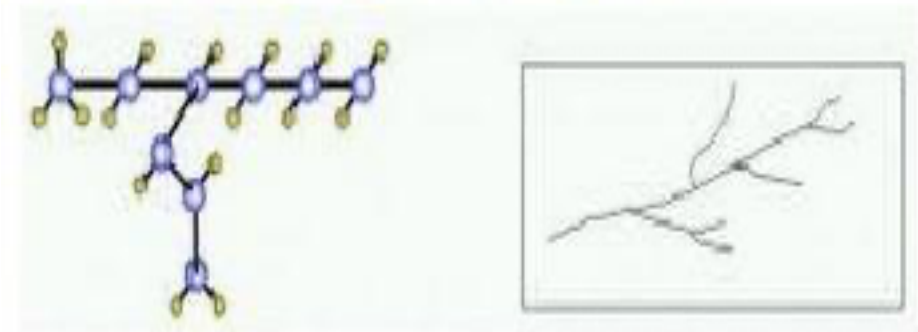
Proses tersebut dapat terjadi berulang kali, sehingga dapat dibentuk ulang dalam berbagai bentuk melalui cetakan yang berbeda untuk mendapatkan produk polimer yang baru.

Polimer yang termasuk polimer termoplastik adalah jenis polimer plastik. Jenis plastik ini tidak memiliki ikatan silang antar rantai polimernya, melainkan dengan struktur molekul linear atau bercabang.

Bentuk struktur termoplastik sebagai berikut.



Bentuk struktur bercabang termoplastik.



Polimer termoplastik memiliki sifat-sifat khusus sebagai berikut:

- 1) Berat molekul kecil
- 2) Tidak tahan terhadap panas.
- 3) Jika dipanaskan akan melunak.
- 4) Jika didinginkan akan mengeras.
- 5) Mudah untuk diregangkan.
- 6) Fleksibel.
- 7) Titik leleh rendah.
- 8) Dapat dibentuk ulang (daur ulang).
- 9) Mudah larut dalam pelarut yang sesuai.
- 10) Memiliki struktur molekul linear/bercabang.

Contoh plastik termoplastik sebagai berikut:

Polietilena (PE) = Botol plastik, mainan, bahan cetakan, ember, drum, pipa saluran, isolasi kawat dankabel, kantong plastik dan jas hujan.

Polivinilklorida (PVC) = pipa air, pipa plastik, pipa kabel listrik, kulit sintetis, ubin plastik, piringanhitam, bungkus makanan, sol sepatu, sarung tangan dan botol detergen.

Polipropena (PP) = karung, tali, botol minuman, serat, bak air,insulator , kursi plastik, alat-alatrumah sakit, komponen mesin cuci, pembungkus tekstil, dan permadani.

Polistirena= Insulator, sol sepatu, penggaris, gantungan baju.

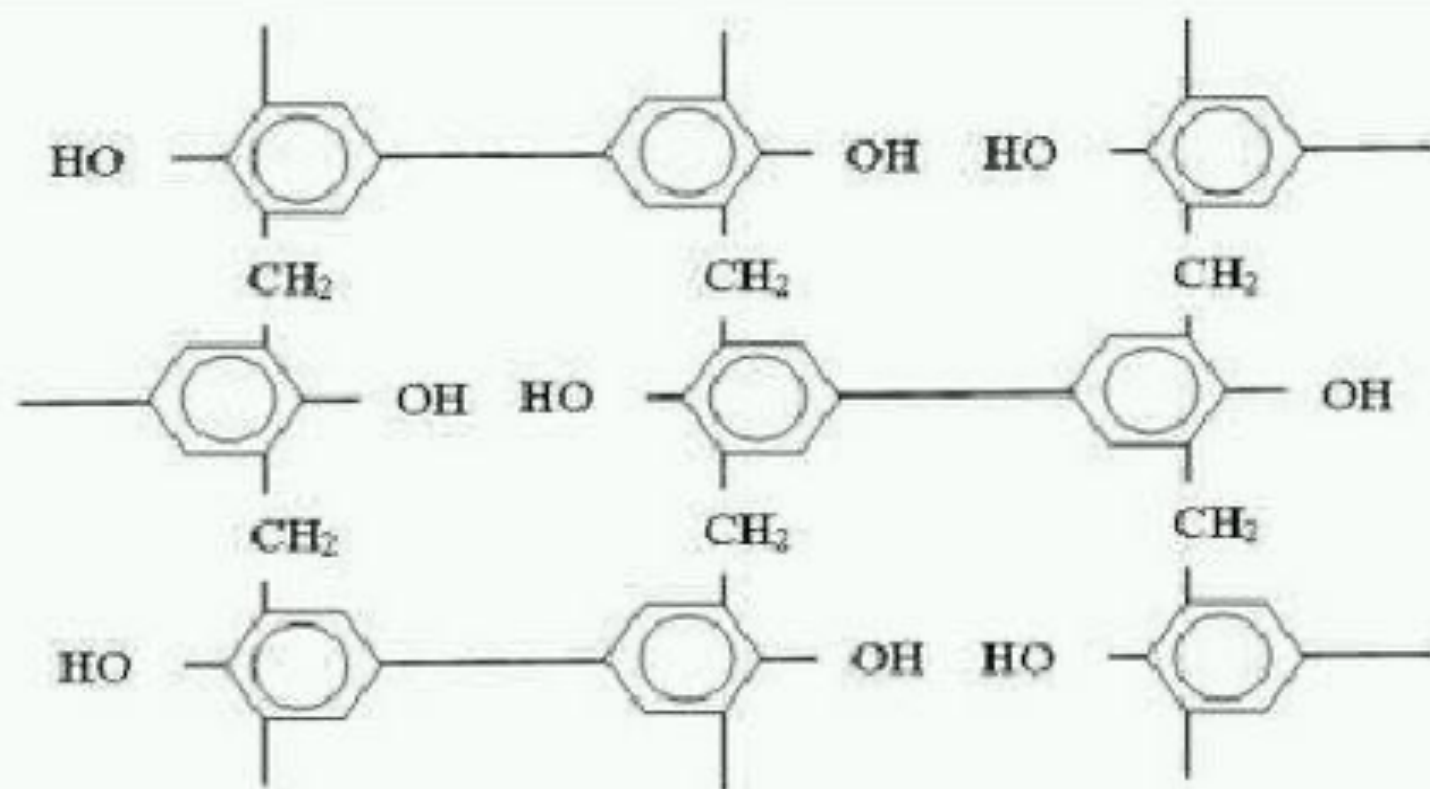
## Thermosetting

Polimer termoseting adalah polimer yang mempunyai sifat tahan terhadap panas. Jika polimer ini dipanaskan, maka tidak dapat meleleh. Sehingga tidak dapat dibentuk ulang kembali. Susunan polimer ini bersifat permanen pada bentuk cetak pertama kali (pada saat pembuatan). Bila polimer ini rusak/pecah, maka tidak dapat disambung atau diperbaiki lagi. Polimer ini terdiri dari molekul rantai lurus dengan ikatan yang kuat antarsesamanya.

Atau bisa dikatakan Polimer thermosetting adalah polimer network. Polimer ini menjadi keras secara permanen selama pembentukannya dan tidak melunak ketika dipanaskan. Polimer network mempunyai crosslink kovalen di antara rantai polimer yang berdekatan. Selama pemanasan, ikatan ini mengikat rantai polimer menjadi satu untuk menahan gerakan vibrasi dan rotasi rantai pada temperatur tinggi. Hal inilah yang menjadi penyebab mengapa material tidak melunak ketika dipanaskan.

Polimer termoseting memiliki ikatan-ikatan silang yang mudah dibentuk pada waktu dipanaskan. Hal ini membuat polimer menjadi kaku dan keras. Semakin banyak ikatan silang pada polimer ini, maka semakin kaku dan mudah patah. Bila polimer ini dipanaskan untuk kedua kalinya, maka akan menyebabkan rusak atau lepasnya ikatan silang antar rantai polimer. Hanya pemanasan yang berlebih yang akan menyebabkan beberapa ikatan crosslink dan polimer itu sendiri mengalami degradasi. Polimer termosetting biasanya lebih keras dan kuat daripada termoplastik dan mempunyai stabilitas dimensional yang lebih baik. Kebanyakan polimer crosslink dan network termasuk vulcanized rubbers, epoxies, phenolics dan beberapa resin polyester adalah termosetting

Bentuk struktur ikatan silang sebagai berikut.



Sifat polimer termoseting sebagai berikut :

- 1) Ketikadipanaskanpadatahapawal,termosetmelunakdanmampu mengalir di dalam cetakan.
- 2) Tapi pada temperatur yang tinggi, terjadi reaksi kimia yang mengeraskan material sehingga akhirnya menjadi padatan yang tidak mampu lebur kembali (infusible solid ).
- 3) Jika dipanaskan ulang, tidak mampu melunak kembali melainkan akan terdegradasi menghasilkan arang.
- 4) Keras dan kaku (tidak fleksibel)
- 5) Tidak dapat dibentuk ulang (sukar didaur ulang).
- 6) Tidak dapat larut dalam pelarut apapun.
- 7) Tahan terhadap asam basa.
- 8) Mempunyai ikatan silang antar rantai molekul.

Contoh plastik termoseting :Bakelit = asbak, fitting lampu listrik, steker listrik, peralatan fotografi, radio, perekat, polywood

Berdasarkan Bentuk Susunan Rantainya

Berdasarkan bentuk susunan rantainya polimer dibedakan menjadi tiga yaitu:

a) Polimer Linier

Polimer linier yaitu polimer yang tersusun dengan unit ulang berikatan satu sama lainnya membentuk rantai polimer yang panjang.

b) Polimer Bercabang.

Polimer bercabang yaitu polimer yang terbentuk jika beberapa unit ulang membentuk cabang pada rantai utama.

c) Polimer Berikatan Silang (Cross-Linking)

Polimer berikatan silang yaitu polimer yang terbentuk karena beberapa rantai polimer saling berikatan satu sama lain pada rantainya.

# Berdasarkan Aplikasinya

Polimer ini dihasilkan di negara berkembang, harganya murah dan banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari. Kegunaan sehari-hari dari polimer ini ditunjukkan dalam tabel . Contoh : Polietilen (PE), polipropilen (PP), polistirena (PS), polivinilklorida (PVC), melamin formaldehid

*Contoh dan kegunaan polimer komersial*

| Polimer Komersial                    | Kegunaan/manfaat                                                                            |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Polietilena massa jenis rendah(LDPE) | Lapisan pengemas, isolasi kawat, dan kabel, barang mainan, botol yang lentur, bahan pelapis |
| Polipropilena (PP)                   | Tali, anyaman, karpet, film                                                                 |
| Polietilena massa jenis tinggi(HDPE) | Botol, drum, pipa, saluran, lembaran, film,isolasi kawat dan kabel                          |
| Poli(vinil klorida) (PVC)            | Bahan bangunan, pipa tegar, bahan untuk lantai, isolasi kawat dan kabel                     |
| Polistirena (PS)                     | Bahan pengemas (busa), perabotan rumah, barang mainan                                       |

## **Polimer teknik (engineering polymers)**

Polimer ini sebagian dihasilkan di negara berkembang dan sebagian lagi di negara maju. Polimer ini cukup mahal dan canggih dengan sifat mekanik yang unggul dan daya tahan yang lebih baik. Polimer ini banyak dipakai dalam bidang transportasi (mobil, truk, kapal udara), bahan bangunan (pipa ledeng), barang-barang listrik dan elektronik (mesin bisnis, komputer), mesin-mesin industri dan barang-barang konsumsi. Contoh : Nylon, polikarbonat, polisulfon, polyester.

## **Polimer fungsional (functional polymers)**

Polimer ini dihasilkan dan dikembangkan di negara maju dan dibuat untuk tujuan khusus dengan produksinya dalam skala kecil, Contoh : kevlar, nomex, textura, polimer penghantar arus dan foton, polimer peka cahaya, membran, biopolymer.

