

## MODUL KIMIA XII SEMESTER GANJIL

1. Standart Kompetensi : Memahami konsep kesetimbangan reaksi  
Sub Kompetensi :
  - A. Menguasai reaksi kesetimbangan
  - B. Menguasai faktor-faktor yang mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan
  - C. Menentukan hubungan kuantitatif antara pereaksi dan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan.
2. Standar Kompetensi : Menjelaskan sistem Klasifikasi dan kegunaan Polimer  
Sub Kompetensi
  - A. Menjelaskan Kegunaan polimer
  - B. Mengklasifikasi Polimer

## KEGIATAN BELAJAR 1

1. Standart Kompetensi : Memahami konsep kesetimbangan reaksi  
Sub Kompetensi :
  - A. Menguasai reaksi kesetimbangan
  - B. Menguasai faktor-faktor yang mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan
  - C. Menentukan hubungan kuantitatif antara pereaksi dan hasil reaksi dari suatu reaksi kesetimbangan.

## **Tujuan Kegiatan Belajar**

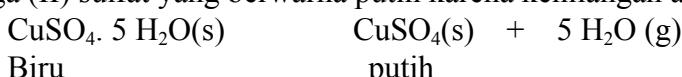
Setelah kegiatan belajar peserta didik diharapkan dapat :

1. membedakan reaksi reversibel dan reaksi reversibel
2. menyebutkan ciri-ciri kesetimbangan dinamis
3. membedakan kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen
4. menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan
5. menentukan arah pergeseran kesetimbangan karena perubahan konsentrasi zat
6. menentukan arah pergeseran kesetimbangan karena perubahan suhu
7. menentukan arah pergeseran kesetimbangan karena perubahan tekanan
8. menentukan arah pergeseran kesetimbangan karena perubahan volume
9. menuliskan rumus tetapan kesetimbangan
10. menuliskan rumus tetapan kesetimbangan parsial
11. menghitung harga  $K_c$
12. menghitung harga  $K_p$

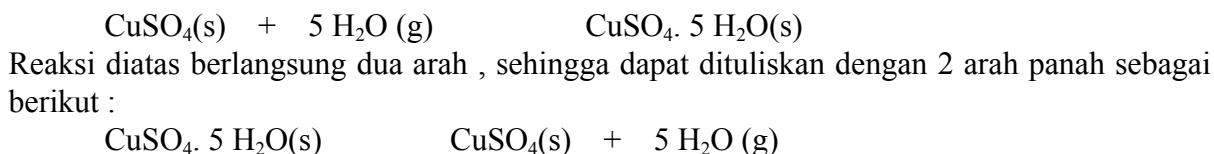
## A. Reaksi Kesetimbangan

Reaksi kimia dapat dibedakan menjadi reaksi reversible (dapat balik) dan reaksi irreversible (reaksi tidak dapat balik). Pada reaksi bolak balik, (reaktan) direaksikan akan habis dan terbentuk zat baru (produk). Zat baru yang terbentuk dapat dapat direaksikan dengan zat lain menghasilkan zat semula.

Contoh : jika kristal tembaga (II) sulfat yang berwarna biru dipanaskan, akan terbentuk tembaga (II) sulfat yang berwarna putih karena kehilangan air.



Jika pada  $\text{CuSO}_4$  ditambahkan air, maka akan terbentuk kembali kristal tembaga(II) sulfat hidrat menurut reaksi :



Hal ini juga bisa digambarkan dengan hal sebagai berikut, yaitu apabila dalam suatu reaksi kimia, kecepatan reaksi ke kanan sama dengan kecepatan reaksi ke kiri maka, reaksi dikatakan dalam keadaan setimbang. Secara umum reaksi kesetimbangan dapat dinyatakan sebagai :



Mula-mula zat A dan zat B sebagai reaktan (tidak harus dalam jumlah yang sama) dicampur dalam suatu tabung reaksi. Konsentrasi A dan B kemudian diukur pada selang waktu tertentu. Bila hasil pengukuran itu digambarkan dalam sebuah grafik konsentrasi sebagai fungsi dari waktu maka akan tampak gambar sebagai berikut

Penurunan konsentrasi A dan B mula-mula terjadi dengan cepat, makin lama semakin lambat sampai pada akhirnya konstan. Sebaliknya yang terjadi pada produk zat C dan D. Pada awal reaksi konsentrasi  $= 0$ , kemudian bertambah dengan cepat tapi makin lama semakin lambat sampai akhirnya menjadi konstan. Pada waktu  $t = t \sim$  konsentrasi masing-masing zat A, B, C, dan D menjadi konstan, yang berarti bahwa laju reaksi kekiri = laju reaksi kekanan.

Kesetimbangan dinamis adalah keadaan dimana dua proses yang berlawanan terjadi dengan laju yang sama, akibatnya tidak terjadi perubahan *bersih* dalam sistem pada kesetimbangan.

Contoh peristiwa kesetimbangan

Uap mengembun dengan laju yang sama dengan air menguap.

Pelarutan padatan, sampai pada titik laju padatan yang terlarut sama dengan padatan yang mengendap saat konsentrasi larutan jenuh (tidak ada perubahan konsentrasi)

### Karakteristik keadaan kesetimbangan

Ada empat aspek dasar keadaan kesetimbangan, yaitu :

1. Keadaan kesetimbangan tidak menunjukkan perubahan makroskopik yang nyata
2. Keadaan kesetimbangan dicapai melalui proses yang berlangsung spontan
3. Keadaan kesetimbangan menunjukkan keseimbangan dinamik antara proses maju atau balik
4. Keadaan kesetimbangan adalah sama walaupun arah pendekatannya berbeda, setiap komponen pada reaksi itu tetap ada.

### Macam - macam sistem kesetimbangan, yaitu :

1. Kesetimbangan dalam sistem homogen
  - a. Kesetimbangan dalam sistem gas-gas  
Contoh :  $2\text{SO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{SO}_{3(\text{g})}$
  - b. Kesetimbangan dalam sistem larutan-larutan  
Contoh :  $\text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$
2. Kesetimbangan dalam sistem heterogen
  - a. Kesetimbangan dalam sistem padat gas  
Contoh :  $\text{CaCO}_{3(\text{s})} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(\text{s})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$
  - b. Kesetimbangan sistem padat larutan  
Contoh :  $\text{BaSO}_{4(\text{s})} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_{4}^{2-}_{(\text{aq})}$
  - c. Kesetimbangan dalam sistem larutan padat gas  
Contoh :  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_{2(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CaCO}_{3(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{CO}_{2(\text{g})}$

### Latihan Soal

1. Apakah perbedaan antara reaksi reversible dan reaksi irreversible. Berikan contohnya.
2. Jelaskan perbedaan kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen. Berikan contoh.
3. Jelaskan ciri-ciri kesetimbangan dinamis

## B. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pergeseran Kesetimbangan

### Azas Le Chatelier

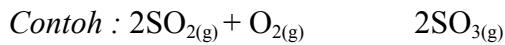
Bila pada sistem kesetimbangan diadakan aksi, maka sistem akan mengadakan reaksi sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi itu menjadi sekecil-kecilnya. Perubahan dari keadaan kesetimbangan semula ke keadaan kesetimbangan yang baru akibat adanya aksi atau pengaruh dari luar itu dikenal dengan pergeseran kesetimbangan.

### Faktor-faktor yang dapat menggeser letak kesetimbangan

- a. Perubahan konsentrasi salah satu zat
- b. Perubahan volume atau tekanan
- c. Perubahan suhu

#### a. Perubahan Konsentrasi Salah Satu Zat

Apabila dalam sistem kesetimbangan homogen, konsentrasi salah satu zat diperbesar, maka kesetimbangan akan bergeser ke arah yang berlawanan dari zat tersebut. Sebaliknya, jika konsentrasi salah satu zat diperkecil, maka kesetimbangan akan bergeser ke pihak zat tersebut.



Bila pada sistem kesetimbangan ini ditambahkan gas  $\text{SO}_2$ , maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan.

Bila pada sistem kesetimbangan ini dikurangi gas  $\text{O}_2$ , maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri.

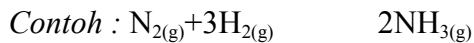
#### b. Perubahan volume atau tekanan

Jika dalam suatu sistem kesetimbangan dilakukan aksi yang menyebabkan perubahan volume (bersamaan dengan perubahan tekanan), maka dalam sistem akan mengadakan berupa pergeseran kesetimbangan.

Jika tekanan diperbesar = volume diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah **Koefisien Reaksi Kecil**.

Jika tekanan diperkecil = volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah **Koefisien reaksi besar**.

Pada sistem kesetimbangan dimana jumlah koefisien reaksi sebelah kiri = jumlah koefisien sebelah kanan, maka perubahan tekanan/volume **tidak menggeser** letak kesetimbangan.



Koefisien reaksi di kanan = 2

Koefisien reaksi di kiri = 4

Bila pada sistem kesetimbangan tekanan diperbesar (=volume diperkecil), maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan.

Bila pada sistem kesetimbangan tekanan diperkecil (=volume diperbesar), maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri.

### c. Perubahan suhu

Bila pada sistem kesetimbangan suhu dinaikkan, maka kesetimbangan reaksi akan bergeser ke arah yang *membutuhkan kalor* (ke arah reaksi endoterm).

Bila pada sistem kesetimbangan suhu diturunkan, maka kesetimbangan reaksi akan bergeser ke arah yang *membebaskan kalor* (ke arah reaksi eksoterm).

Contoh:  $2\text{NO}_{(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(\text{g})}; \Delta H = -216 \text{ kJ}$

Jika suhu dinaikkan, maka kesetimbangan akan bergeser ke kiri.

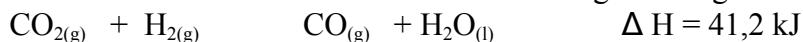
Jika suhu diturunkan, maka kesetimbangan akan bergeser ke kanan.

## Pengaruh Katalisator Terhadap Kesetimbangan

Fungsi katalisator dalam reaksi kesetimbangan adalah mempercepat tercapainya kesetimbangan dan *tidak* merubah letak kesetimbangan (harga tetapan kesetimbangan  $K_c$  tetap), hal ini disebabkan katalisator mempercepat reaksi ke kanan dan ke kiri sama besar.

## Latihan Soal

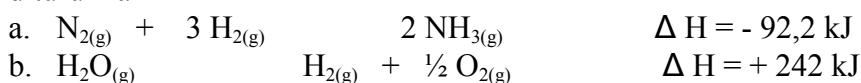
1. Ditentukan kesetimbangan sebagai berikut :



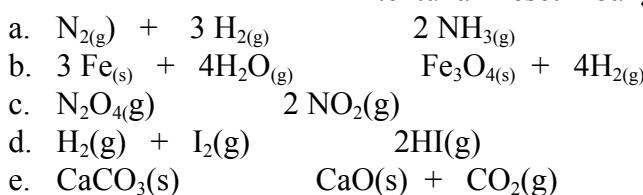
Tentukan arah pergeseran kesetimbangan jika :

- a. Ditambahkan gas oksigen
- b. Uap air dikurangi
- c. Tekanan diperbesar
- d. Suhu dinaikkan

2. Tentukan arah pergeseran kesetimbangan pada reaksi kesetimbangan berikut jika suhu diturunkan

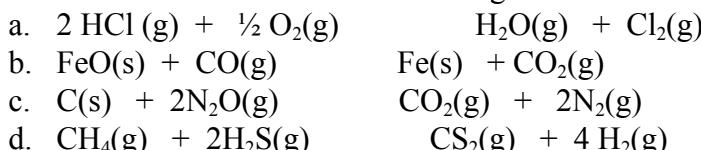


3. Ditentukan kesetimbangan



Tentukan arah pergeseran kesetimbangan jika tekanan diperbesar.

4. Jika volume diperbesar, zat apakah yang akan bertambah pada kesetimbangan berikut ini



## C. Kesetimbangan dalam Industri

### 1. Pembuatan Amonia menurut Proses Haber Bosch

Nitrogen terdapat melimpah diudara, yaitu sekitar 78 % volume. Walaupun demikian

karena nitrogen sangat susah bereaksi, senyawa nitrogen tidak terdapat dalam jumlah yang banyak. Salah satu sumber alam yang penting adalah sendawa chili  $\text{NaNO}_3$ . Sementara itu, kebutuhan senyawa nitrogen semakin banyak, misalnya untuk industri pupuk, mesiu dan bahan peledak. Oleh karena itu, proses sintesis senyawa nitrogen, disebut fiksasi nitrogen buatan, merupakan proses industri yang sangat penting. Metode yang utama adalah mereaksikan nitrogen dan hydrogen membentuk ammonia. Selanjutnya ammonia dapat diubah menjadi senyawa nitrogen lain seperti asam nitrat dan garam nitrat.

Dasar teori pembuatan ammonia dari nitrogen dan hydrogen ditemukan oleh Fritz Haber(1908) seorang ahli kimia dari Jerman. Sedangkan proses industri pembuatan ammonia untuk produksi secara besar-besaran ditemukan oleh Carl Bosch dari Negara yang sama.

Persamaan termokimia reaksi sintetis ammonia adalah :



Reaksi dilangsungkan dengan suhu dan tekanan tinggi dengan katalisator terdiri atas serbuk besi dengan campuran  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ . Sebenarnya suhu tinggi tidak menguntungkan karena akan terjadi pergeseran kesetimbangan kekiri. Akan tetapi pada suhu rendah, reaksi berlangsung sangat lambat. Dengan memperhitungkan waktu dan kecepatan reaksi maka dipilih suhu sekitar 550 °C. Tekanan yang besar sangat menguntungkan. Makin besar tekanan makin besar fraksi  $\text{NH}_3$  yang terbentuk. Pada proses Haber Bosch mula-mula digunakan tekanan sekitar 150 -350 atm.

Walaupun tidak mempengaruhi kesetimbangan, katalisator sangat penting untuk mempercepat reaksi dan supaya reaksi berlangsung lebih cepat pada suhu yang tidak terlalu tinggi. Disamping itu untuk mengurangi reaksi balik, maka ammonia yang terbentuk segera dipisahkan.

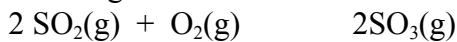
## 2. Pembuatan Asam Sulfat Menurut Proses Kontak

Satu lagi contoh industri yang dihasilkan dengan berdasarkan reaksi kesetimbangan ialah pembuatan asam sulfat. Asam sulfat dibuat dari belerang menurut reaksi sebagai berikut :

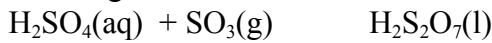
a. Belerang dibakar di udara membentuk belerang dioksida



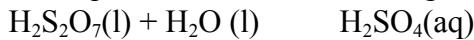
b. Belerang dioksida dioksidasi lebih lanjut menjadi belerang trioksida



c. Belerang trioksida dilarutkan dalam asam sulfat pekat membentuk asam pirosulfat



d. Asam pirosulfat direaksikan dengan air membentuk asam sulfat pekat.



Tahap penting dari reaksi ini adalah tahap b. Reaksi ini merupakan reaksi kesetimbangan dan eksoterm. Sama seperti pada sintetis ammonia, reaksi hanya berlangsung baik pada suhu tinggi. Akan tetapi pada suhu tinggi, kesetimbangan justru bergeser kekiri. Pada proses kontak digunakan suhu sekitar 500 °C. Sebenarnya tekanan besar akan menguntungkan produksi  $\text{SO}_3$ . Tetapi penambahan tekanan tidak disertai penambahan hasil yang memadai. Karena itu pada proses kontak cukup digunakan tekanan normal 1 atm. Katalisator digunakan  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

### Soal Latihan

1.  $\text{NH}_3$  dibuat dari gas  $\text{N}_2$  dan gas  $\text{H}_2$  menurut reaksi kesetimbangan  
$$\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92,4 \text{ kJ}$$
  - a. menurut proses Haber Bosch, pembuatan ammonia dilakukan dengan tekanan tinggi ( sekitar 250 atm) dan pada suhu yang relative tinggi ( sekitar 500 C). Jelaskan digunakannya tekanan dan suhu tinggi tersebut.
  - b. apakah ada keuntungan menggunakan katalisator ? Jelaskan
2. Tahap penting pada pembuatan asam sulfat adalah mengubah  $\text{SO}_2$  menjadi  $\text{SO}_3$  karena reaksinya merupakan reaksi kesetimbangan.  
$$2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g})$$
  - a. Berdasarkan prinsip kesetimbangan, bagaimanakah pengaturan suhu dan tekanan yang menguntungkan pembentukan  $\text{SO}_3$ . Jelaskan.
  - b. Pada proses kontak digunakan tekanan normal ( 1 atm ) dan suhu yang relatif tinggi ( sekitar 500 C). Apakah hal ini sesuai dengan prinsip kesetimbangan ? Jelaskan

### D. Tetapan Kesetimbangan

#### Tetapan Kesetimbangan

Dalam keadaan kesetimbangan pada suhu tetap, maka hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi yang sisa dimana masing-masing konsentrasi itu dipangkatkan dengan koefisien reaksinya adalah tetap.

Pernyataan tersebut juga dikenal sebagai hukum kesetimbangan.

Untuk reaksi kesetimbangan :



maka:

$$K_c = \frac{[\text{C}]^c \times [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a \times [\text{B}]^b}$$

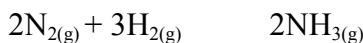
$K_c$  adalah konstanta kesetimbangan yang **harganya tetap selama suhu tetap**. Berikut adalah contoh soal tentang pergeseran kimia.

Contoh 1 :



$$K_c = \frac{[\text{CH}_4] \times [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}] \times [\text{H}_2]^3}$$

Contoh 2



$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2]^2 \times [\text{H}_2]^3}$$

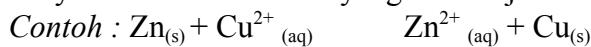
#### Catatan

Jika zat-zat terdapat dalam kesetimbangan berbentuk padat dan gas, maka yang dimasukkan dalam persamaan kesetimbangan hanya zat-zat yang berbentuk gas saja sebab konsentrasi zat padat adalah tetap dan nilainya telah terhitung dalam harga  $K_c$  itu.



$$K_c = (\text{CO})^2 / (\text{CO}_2)$$

Jika kesetimbangan antara zat padat dan larutan yang dimasukkan dalam perhitungan  $K_c$  hanya konsentrasi zat-zat yang *larut* saja.



$$K_c = (\text{Zn}^{2+}) / (\text{Cu}^{2+})$$

Untuk kesetimbangan antara zat-zat dalam larutan jika pelarutnya tergolong salah satu reaktan atau hasil reaksinya maka konsentrasi dari pelarut itu tidak dimasukkan dalam perhitungan  $K_c$ .



$$K_c = (\text{CH}_3\text{COOH}) \times (\text{OH}^-) / (\text{CH}_3\text{COO}^-)$$

### Contoh soal 1

Metana ( $\text{CH}_4$ ) dapat diperoleh dari reaksi gas CO dengan gas  $\text{H}_2$  menurut persamaan



Reaksi ini berlangsung pada suhu tinggi dengan suatu katalisator. Kedalam suatu ruangan 10 liter, mula-mula dimasukkan 1 mol gas CO, 3 mol gas  $\text{H}_2$  dan katalisator, kemudian dipanaskan pada suhu 1200 K. Setelah tercapai keadaan setimbang, system dibekukan dan ternyata terdapat 0,387 mol air. Tentukan susunan kesetimbangan pada suhu 1200 K.

Jawab :

Proses diatas dapat digambarkan sebagai berikut :

$$\text{H}_2\text{O} = 0,387 \text{ mol}$$

$$\text{CH}_4 = ?$$

$$\text{CO} = ?$$

$$\text{H}_2 = ?$$

Keadaan awal		keadaan setimbang	
Misalkan CO yang bereaksi = $x$ mol, maka			
	$\text{CO(g)} + 3\text{H}_2(\text{g})$	$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(g)}$	
Keadaan awal	1 mol	3 mol	0
Reaksi	$-x$ mol	$-3x$ mol	$+x$ mol
Keadaan setimbang	$(1 - x)$ mol	$(3 - 3x)$ mol	$x$ mol

Karena  $\text{H}_2\text{O}$  diketahui = 0,387 mol, berarti  $x = 0,387$

Maka susunan kesetimbangan adalah

$$\text{CO} = 1 - 0,387 \text{ mol} = 0,613 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2 = 3 - 3x 0,387 \text{ mol} = 1,839 \text{ mol}$$

$$\text{CH}_4 = x \text{ mol} = 0,387 \text{ mol}$$

$$\text{H}_2\text{O} = x \text{ mol} = 0,387 \text{ mol}$$

Pada perhitungan diatas, perubahan jumlah mol CO dan  $\text{H}_2$  diberi tanda negative karena jumlah kedua zat tersebut berkurang ( bereaksi )

### Contoh 2

Satu mol AB direaksikan dengan satu mol CD menurut persamaan reaksi :



Setelah kesetimbangan tercapai ternyata  $3/4$  mol senyawa CD berubah menjadi AD dan BC. Kalau volume ruangan 1 liter, tentukan tetapan kesetimbangan untuk reaksi ini

*Jawab:*

Perhatikan reaksi kesetimbangan di atas jika ternyata CD berubah (bereaksi) sebanyak 3/4 mol maka AB yang bereaksi juga 3/4 mol (karena koefisinya sama).

Dalam keadaan kesetimbangan:

$$(AD) = (BC) = 3/4 \text{ mol/l} \quad (AB) \text{ sisa} = (CD) \text{ sisa} = 1 - 3/4 = 1/4 \text{ n mol/l}$$

Maka

$$\begin{aligned} K_c &= (AD).(BC) / (AB).(CD) \\ &= (3/4)x(3/4) / (1/4)x(1/4) \\ &= 9 \end{aligned}$$

### Hubungan Antara Harga Kc Dengan Kp

Untuk kesetimbangan  $mA(g) + nB(g) \rightleftharpoons pC(g) + qD$ ,

$$(P_C)^p \cdot (P_D)^q$$

Persamaan Kp adalah  $K_p =$

$$(P_A)^m \cdot (P_B)^n$$

Tekanan parsial gas tergantung pada konsentrasi. Dari persamaan gas ideal  
 $PV = nRT$

Maka tekanan gas

$$P = (n/v) RT$$

Besaran  $n/v$  = konsentrasi gas.

Maka hubungan antara Kc dan Kp dapat dirumuskan

$$\begin{aligned} K_p &= K_c (RT)^{\Delta n} \\ \text{Atau} \\ K_c &= K_p (RT)^{-\Delta n} \end{aligned}$$

Nilai  $n = \Sigma$  koefisien produk -  $\Sigma$  koefisien reaktan

### Contoh Soal 3

Sebanyak 10 mol gas  $N_2$  dicampurkan dengan 40 mol gas  $H_2$  dalam suatu ruangan 10 liter kemudian dipanaskan pada suhu 427°C, sehingga sebagian bereaksi membentuk  $NH_3$  menurut reaksi kesetimbangan :



Apabila tekanan total campuran pada keadaan setimbang adalah 230 atm, tentukanlah harga Kp dan Kc reaksi itu pada 427°C

*Jawab*

Dengan menggunakan persamaan umum gas ideal, jumlah mol gas dalam campuran dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PV &= nRT \text{ berarti} \quad n = (PV) / RT \\ n &= (230 \times 10) / (0,082 \times (427 + 273)) \\ n &= 40 \text{ mol} \end{aligned}$$

Misal jumlah  $NH_3$  yang terbentuk =  $2x$  mol, maka susunan kesetimbangan dapat dihitung sebagai berikut :

	$N_2(g)$	+	$3 H_2(g)$	$2 NH_3(g)$
Mula-mula	10 ml		40 mol	0
Reaksi	- $x$ mol		- $3x$ mol	+ $2x$ mol
Setimbang	$10 - x$ mol		$40 - 3x$ mol	$2x$ mol

Karena jumlah mol gas pada keadaan setimbang adalah 40 mol, maka

$$\begin{aligned}(10 - x) + (40 - 3x) + 2x &= 40 \\ -2x &= 40 \\ x &= 5\end{aligned}$$

Sehingga susunan kesetimbangan adalah :

$$N_2 = 10 - x \text{ mol} = 10 - 5 \text{ mol} = 5 \text{ mol}$$

$$H_2 = 40 - 3x \text{ mol} = 40 - 3.5 \text{ mol} = 40 - 15 \text{ mol} = 25 \text{ mol}$$

$$NH_3 = 2x \text{ mol} = 2.5 \text{ mol} = 10 \text{ mol}$$

Perbandingan tekanan parsial gas sama dengan perbandingan mol

$$\begin{aligned}\text{Tekanan } N_2 : H_2 : NH_3 &= 5 : 25 : 10 \\ &= 1 : 5 : 2\end{aligned}$$

$$\text{Jadi tekanan parsial } N_2 = 1/8 \times 230 \text{ atm} = 28,75 \text{ atm}$$

$$\text{Tekanan parsial } H_2 = 5/8 \times 230 \text{ atm} = 143,75 \text{ atm}$$

$$\text{Tekanan parsial } NH_3 = 2/8 \times 230 \text{ atm} = 57,5 \text{ atm}$$

$$\begin{aligned}K_p &= \frac{P_{NH_3}^2}{P_{N_2} P_{H_2}^3} \\ &= \frac{57,5^2}{28,73 \times 143,75^3} \\ &= 3,87 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = 2 - (1+3)$$

$$= -2$$

$$\text{Jadi } K_p = K_c (RT)^{-2}$$

$$\text{Atau } K_c = K_p (RT)^2$$

$$= 3,87 \times 10^{-5} (0,082 \times 700)^2$$

$$= 0,1275$$

### Contoh soal 3

Untuk reaksi kesetimbangan berikut ;



Harga Kc pada 191 C =  $3,26 \times 10^{-2}$  M. Tentukan harga Kp pada suhu tersebut.

Jawab :

$$K_p = K_c \cdot (RT)^{\Delta n}$$

$$R = 0,08205 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

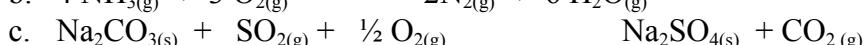
$$T = (191 + 273) \text{ K} = 464 \text{ K}$$

$$\Delta n = (1+1) - 1 = 1$$

$$\text{Jadi } K_p = 3,26 \times 10^{-2} \cdot (0,08205 \times 464) \text{ atm} = 1,24 \text{ atm}$$

### Latihan Soal

1. Tulislah persamaan tetapan kesetimbangan ( Kp dan Kc ) untuk system kesetimbangan berikut :



2. Dalam suatu ruangan 2 liter pada suhu 127 C terdapat dalam keadaan setimbang 4 mol gas A, 2 mol gas B<sub>2</sub>, dan 1 mol gas AB menurut persamaan



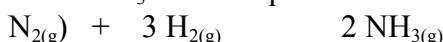
Tentukanlah nilai tetapan kesetimbangan Kc dan Kp reaksi itu pada suhu 127 C

3. Sebanyak 4 mol gas HI dipanaskan dalam ruangan 5 liter pada 458 C sehingga sebagian terurai dan membentuk kesetimbangan



Apabila pada keadaan setimbang terdapat 0,5 mol I<sub>2</sub>, tentukanlah harga tetapan kesetimbangan Kc dan Kp pada suhu 458 C

4. Dalam suatu ruang pada T C terdapat dalam keadaan setimbang 1 mol N<sub>2</sub>, 3 mol H<sub>2</sub> dan 1 mol NH<sub>3</sub> menurut persamaan



Apabila tekanan total campuran gas adalah 10 atm, tentukanlah harga Kp dari reaksi diatas pada suhu tersebut.

## KEGIATAN BELAJAR 2

2. Standar Kompetensi : Menjelaskan system Klasifikasi dan kegunaan Polimer  
Sub Kompetensi  
A. Menjelaskan Kegunaan polimer  
B. Mengklasifikasi Polimer

### Tujuan Kegiatan Belajar

Setelah kegiatan belajar peserta didik diharapkan dapat :

1. Mendefinisikan istilah polimer
2. Mendefinisikan istilah monomer
3. Memberikan contoh-contoh polimer dan kegunaannya.
4. Membedakan polimerisasi adisi dan polimerisasi kondensasi.
5. Membedakan polimer alam dan polimer sintetis.
6. Membedakan polimer termoset dan termoplast
7. Membedakan homopolimer dan kopolimer.
8. Menuliskan reaksi pembentukan polimer.

### A. Polimer dan Kegunaannya

#### Definisi

Polimer atau kadang-kadang disebut sebagai makromolekul, adalah molekul besar yang dibangun oleh pengulangan kesatuan kimia yang kecil dan sederhana. Kesatuan-kesatuan berulang itu setara dengan monomer, yaitu bahan dasar pembuat polimer (tabel 1).

Akibatnya molekul-molekul polimer umumnya mempunyai massa molekul yang sangat besar. Sebagai contoh, polimer poli(feniletena) mempunyai harga rata-rata massa molekul mendekati 300.000. Hal ini yang menyebabkan polimer tinggi memperlihatkan sifat sangat berbeda dari polimer bermassa molekul rendah, sekalipun susunan kedua jenis polimer itu sama.

#### Pembentukan polimer

Polimer	Monomer	Kesatuan
---------	---------	----------

		berulang
Poli(etena)	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$	$-(\text{CH}_2 - \text{CH}_2)-$
Poli(kloroetena)	$\text{CH}_2 = \text{CHCl}$	$-(\text{CH}_2 - \text{CHCl})-$
Selulosa	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$-(\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_5)-$

Senyawa-senyawa polimer didapatkan dengan dua cara, yaitu yang berasal dari alam (polimer alam) dan di polimer yang sengaja dibuat oleh manusia (polimer sintetis). Polimer yang sudah ada dialam (polimer alam), seperti :

1. Amilum dalam beras, jagung dan kentang
2. Selulosa dalam kayu
3. Protein terdapat dalam daging
4. Karet alam diperoleh dari getah atau lateks pohon karet

Karet alam merupakan polimer dari senyawa hidrokarbon, yaitu 2-metil-1,3-butadiena (isoprena). Ada juga polimer yang dibuat dari bahan baku kimia disebut *polimer sintetis* seperti polyetena, polipropilena, poly vynil chlorida (PVC), dan nylon. Kebanyakan polimer ini sebagai plastik yang digunakan untuk berbagai keperluan baik untuk rumah tangga, industri, atau mainan anak-anak

Berikut ini adalah beberapa polimer yang seringkali ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yaitu plastic, karet dan serat.

### **Jenis-jenis Utama Plastik**

Jenis utama plastik diantaranya adalah PE (Poly Etylene), PP (Poly Propylene), PS (Poly Styrene), PET (Poly Etylene Therephthalate), PVC (Poly Vinyl Chlorida).

#### **PE (Poly Etylene)**

Monomer : etena ( $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ )

Kegunaan

- kantong plastik, botol plastik, film, cetakan
- pembungkus kabel modern

Sifat

- tidak tahan panas, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak beracun
- fleksibel, permukaannya licin
- tidak tembus cahaya (buram) dan ada yang tembus cahaya
- titik lelehnya 115°C

#### **PP (Poly Propylene)**

Monomer : propena ( $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ )

Kegunaan

- kantong plastik, film, automotif
- mainan mobil-mobilan, ember, botol

Sifat :

- lebih tahan panas
- keras, flexible, dapat tembus cahaya
- ketahanan kimianya bagus
- titik lelehnya 165°C

#### **PS (Poly Styrene)**

Monomer : styrene

Kegunaan :

- untuk penggaris, gantungan baju

- tempat menyimpan dalam kulkas, pembungkus industri minuman
- cartridge printer

Sifat :

- tidak buram, seperti glass, kaku, mudah patah
- buram terhadap sentuhan
- meleleh pada 95°C

## **PET (Polyethylene Terephthalate)**

Monomer : ethyl terephthalate

## Kegunaan :

- botol juice buah
- tas bantal dan peralatan tidur
- fiber textile

Sifat :

- keras, tahan terhadap pelarut
- titik lelehnya  $85^{\circ}\text{C}$

## PVC (Poly Vinyl Chlorida)

Monomer : Vinyl Chloride

## **Monomer :** **Kegunaan :**

- karpet ( pelapis lantai ), kayu imitasi
- pipa air (paralon), selang, alat-alat listrik, film
- Jas hujan
- Botol detergen

Sifat :

- Keras dan kaku
- dapat bersatu dengan pelarut
- titik lelehnya  $70 - 140$

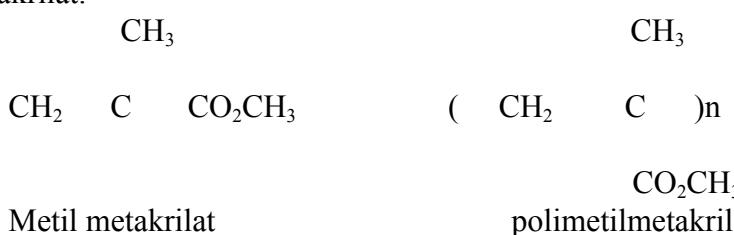
## Polimer Turunan Akrilat

Asam akrilat adalah nama lain untuk asam 2 propenoat

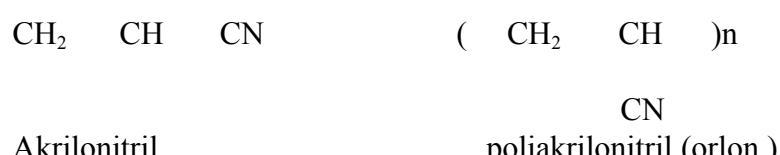


Ada beberapa polimer yang terbuat dari asam akrilat sebagai bahan dasarnya.

Ada beberapa polimer yang terbuat dari asam akrilat sebagai bahan dasarnya. Polimetilmakrilat (PMMA) yang dikenal dengan nama dagang fleksiglass, adalah plastik bening, keras tetapi ringan sehingga banyak digunakan sebagai kaca jendela pesawat terbang dan lampu belakang mobil. Plastik ini terbuat dari reaksi adisi turunan asam akrilat, yaitu ester metakrilat.



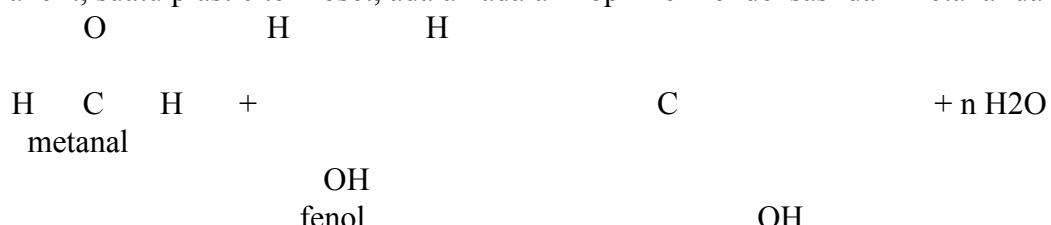
Serat akrilat seperti orlon yang hamper menyerupai wol terbuat dari turunan asam akrilat yaitu akrilonitril.



Orlon banyak dipakai untuk baju "wol", kaos kaki, karpet dan sebagainya.

### Bakelit

Bakelit, suatu plastic termoset, adalah koplimer kondensasi dari metanal dan fenol :



Bakelit, banyak digunakan untuk alat-alat listrik

### Poliester

Poliester adalah golongan polimer yang monomernya adalah ester. Dakron adalah salah satu polyester yang digunakan sebagai serat tekstil. Sebagai film tipis yang kuat polimer ini dikenal dengan nama dagang Mylar dan digunakan sebagai pita perekam magnetic dan sebagai bahan balon cuaca yang dikirim ke stratosfer

### Karet Alam dan Karet Sintetis

Karet alam merupakan polimer adisi alam yang paling penting. Karet ditakik dari pohon karet dalam bentuk suspensi didalam air yang disebut lateks. Karet alam adalah polimer isoprene. Karet sintesis ada beberapa macam diantaranya adalah polibutadiena, polikloroprena, dan polistirena.

$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ (\text{CH}_2 \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{CH}_2)_n \\   \quad   \quad   \\ \text{Polibutadiena} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ (\text{CH}_2 \quad \text{C} \quad \text{C} \quad \text{CH}_2)_n \\   \quad   \quad   \\ \text{Poli kloroprena} \end{array}$	$(\text{CH} \quad \text{CH}_2)_n$ Polistirena
---	---	--

Karet sintetis yang paling terkenal adalah SBR, suatu kopolimer yang terbentuk dari 2 monomer yaitu tirena dan 1,3 butadiena. Karet ini paling banyak dipakai, terutama sebagai tapak kembangan ban mobil karena kekuatannya yang paling mendekati karet alam.

### Serat

Serat alam misalnya adalah serat sutera yang dihasilkan oleh ulat sutera. Benang yang dipintal dari kapas juga merupakan contoh dari serat alam. Serat sintetis misalnya adalah nilon dan dakron.

Nilon 66 terbentuk dari dua jenis monomer yaitu asam adipat ( asam 1,6 heksandioat ) dan heksametilen diamina ( 1,6 diamino heksana ).

Dakron adalah suatu serat polyester. Monomernya juga dua jenis yaitu metiltereftalat ( suatu diester ) dan etilena glikol ( = glikol ).

Dakron merupakan nama dagang. Sebagai film tipis yang kuat polimer ini dikenal dengan nama dagang milar dan digunakan sebagai perekam pita magnetic dan sebagai bahan balon cuaca yang dikirim ke stratosfer.

### Reaksi Polimerisasi

Reaksi polimerisasi adalah reaksi penggabungan molekul-molekul kecil ( monomer ) yang membentuk molekul yang besar.

Ada dua jenis reaksi polimerisasi, yaitu : *polimerisasi adisi* dan *polimerisasi kondensasi*

### Polimerisasi Adisi

Polimerisasi ini terjadi pada monomer yang mempunyai ikatan tak jenuh ( ikatan rangkap ) dengan melakukan reaksi dengan cara membuka ikatan rangkap ( reaksi adisi ) dan

menghasilkan senyawa polimer dengan ikatan jenuh.

Contoh :

Pembentukan Polietena (sintesis)

Polietena merupakan plastik yang dibuat secara sintesis dari monomer etena ( $C_2H_4$ ) menurut reaksi adisi berikut :



### Polimerisasi Kondensasi

Pada polimerisasi kondensasi ini, disamping menghasilkan senyawa polimer juga menghasilkan zat lain yang struktur molekulnya sederhana (kecil).

Monomer + monomer +.....  $\square$  polimer + zat lain

#### a. Pembentukan Nylon (sintesis)

Pembuatan nylon dari monomer asam heksanadionat (asam adipat) dengan 1,6-diamino heksana. Reaksi yang terjadi adalah gugus karboksilat (-COOH) bereaksi dengan gugus amino (-NH<sub>2</sub>) melalui ikatan peptida (HNCO) dan menghasilkan nylon serta molekul air.

#### b. Pembentukan protein (alami)

Protein terbentuk dari asam  $\square$  amino sebagai monomer. Pembentukannya seperti pada nylon yaitu reaksi dari gugus karboksilat (-COOH) dengan gugus amino (-NH<sub>2</sub>) melalui ikatan peptida (HNCO) dengan menghasilkan protein dan air.

## Sifat polimer

### 1. Sifat Thermal

Sifat polimer terhadap panas ada yang menjadi lunak jika dipanaskan dan keras jika didinginkan .polimer seperti ini disebut *termoplast*.

Contohnya : plastik yang digunakan untuk kantong dan botol plastik.

Sedangkan polimer yang menjadi keras jika dipanaskan disebut *termoset*,contohnya melamin

### 2. Sifat Kelenturan

Polimer akan mempunyai kelenturan yang berbeda dengan polimer sintetisUmumnya polimer alam agak sukar untuk dicetak sesuai keinginan,sedangkan polimer sintetis lebih mudah dibuat cetakan untuk menghasilkan bentuk tertentu.

Karet akan lebih mudah mengembang dan kehilangan kekenyalannya setelah terlalu lama kena bensin atau minyak

### 3. Ketahanan terhadap Mikroorganisme

Polimer alam seperti wool, sutra, atau selulosa tidak tahan terhadap mikroorganisme atau ulat (rayap).Sedangkan polimer sintetis lebih tahan terhadap mikroorganisme atau ulat.

### 4. Sifat Lainnya

Sifat polimer yang lainnya bergantung pemakainnya untuk kemasan atau alat-alat industri.Untuk tujuan pengemasan harus diperhatikan :

- a. Toksisitasnya
- b. Daya tahan terhadap air,minyak atau panas
- c. Daya tembus udara (oksigen)
- d. Kelenturan

e. Transparan

### C. Klasifikasi Polimer

Polimer dapat digolongkan berdasarkan asal, jenis monomer pembentuk, serta sifatnya terhadap panas.

#### Penggolongan polimer berdasarkan asalnya.

Berdasarkan asalnya, polimer dibedakan atas polimer alam dan polimer sintetis. Polimer alam adalah polimer yang terdapat dialam, sedangkan polimer sintetik adalah polimer yang dibuat di pabrik dan tidak terdapat dialam. Beberapa contoh polimer alam diberikan pada tabel berikut :

Polimer	Monomer	Polimerisasi	Sumber / terdapatnya
Protein	Asam amino	Kondensasi	Wol, sutera
Amilum	Glukosa	Kondensasi	Beras, gandum, dan lainnya
Selulosa	Glukosa	Kondensasi	Kayu ( tumbuh-tumbuhan)
Asam nukleat	Nukleotida	Kondensasi	DNA, RNA
Karet alam	Isoprena	Adisi	Getah pohon karet

Polimer sintetik meliputi semua jenis plastic, serat sintetik, karet sintetik dan nilon. Beberapa contoh polimer sintetik diberikan pada tabel berikut :

Polimer	Monomer	Polimerisasi	Sumber / terdapatnya
Polietilena	Etena	Adisi	Plastik
PVC	Vinil Klorida	Adisi	Pelapis lantai, pipa
Polipropilena	Propene	Adisi	Tali plastic, karung plastic, botol plastic
Teflon	Tetraflouroetilena	Adisi	Gasket, plastic anti lengket

#### Penggolongan Polimer Berdasarkan jenis monomernya

Penggolongan polimer didasarkan kepada :

1. Jenis monomer, apakah monomernya sama atau berbeda
2. Susunan unit monomer, apakah teratur ataukah tidak
3. Struktur polimer, apakah lurus, bercabang atau network (*crosslink*).

Dari faktor tersebut polimer digolongkan menjadi :

##### 1. Homopolimer

Polimer ini terbentuk dari monomer-monomer yang sejenis.

$M + M + \dots \square -[M-M-M-M]-$

##### 2. Kopolimer

Polimer ini terbentuk dari monomer-monomer yang jenisnya berbeda. Dari susunan monomer yang bergabung. Kopolimer dibagi lagi menjadi :

- a. Kopolimer statistik : kopolimer dengan susunan monomer yang terbentuk tidak beraturan.  
 $-[A - B - B - A - A - B - A - A - B - B - B] -$
- b. Kopolimer blok : susunan monomer yang terbentuk secara teratur dengan jumlah tertentu.

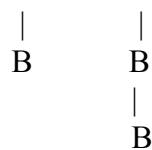
-[A – A – B – B – A – A – B – B – A – A – B – B] -

c. Kopolimer bergantian : susunan monomer yang terbentuk secara bergantian.

-[A – B – A – B – A – B – A – B – A – B] -

d. Kopolimer bercabang : susunan monomer yang merupakan cabang.

-[A – A – A – A – A – A – A] -



### **Penggolongan Polimer Berdasarkan sifatnya terhadap panas**

Berdasarkan sifatnya terhadap panas, khususnya plastic, polimer dibedakan atas polimer termoplast dan polimer termoset. Polimer termoplast ( meliat panas ) adalah polimer yang melunak jika dipanaskan. Polimer jenis ini dapat didaur ulang. Contohnya adalah polietilena, PVC dan polipropilen. Polimer thermoseting ( memadat panas ) adalah polimer yang tidak melunak jika dipanaskan. Polimer jenis thermoseting tidak dapat dibentuk ulang. Contohnya adalah bakelit yaitu plastic yang digunakan untuk peralatan listrik.

Perbedaan sifat antara polimer termoplast dan polimer termoseting terletak pada strukturnya. Polimer termoplast terdiri atas molekul molekul rantai lurus atau bercabang, sedangkan polimer termoseting terdiri atas ikatan ikatan silang antar rantai sehingga terbentuk bahan yang keras dan lebih kaku.

### **Kegunaan Dan Dampak Polimer Terhadap Lingkungan**

Dalam kehidupan sehari-hari banyak barang-barang yang digunakan merupakan polimer sintetis mulai dari kantong plastic untuk belanja, plastik pembungkus makanan dan minuman, kemasan plastik, alat-alat listrik, alat-alat rumah tangga, dan alat-alat elektronik. Setiap kita belanja dalam jumlah kecil, misalnya diwarung, selalu kita akan mendapatkan pembungkus plastik dan kantong plastik (keresek).

Barang-barang tersebut merupakan polimer sintetis yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Akibatnya, barang-barang tersebut akan menumpuk dalam bentuk sampah yang tidak dapat membusuk. Atau menyumbat saluran air yang menyebabkan banjir.

Sampah polimer sintetis jangan dibakar, karena akan menghasilkan senyawa dioksin. Dioksin adalah suatu senyawa gas yang sangat beracun dan bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker). Plastik vinyl chloride tidak berbahaya, tetapi monomer vinyl chloride sangat beracun dan karsinogenik yang mengakibatkan cacat lahir.

Plastik yang digunakan sebagai pembungkus makanan, jika terkena panas dikhawatirkan monomernya akan terurai dan akan mengontamiasi makanan.

Untuk mengurangi pencemaran plastik :

1. Kurangi penggunaan plastik.

2. Sampah plastik harus dipisahkan dengan sampah organik, sehingga dapat didaur ulang.

3. Jangan membuang sampah plastik sembarangan.

4. Sampah plastik jangan dibakar.

Untuk menghindari bahaya keracunan akibat penggunaan plastik :

1. Gunakan kemasan makanan yang lebih aman, seperti gelas.

2. Gunakan penciuman, jika makanan/minuman bau plastic jangan digunakan.

### **LATIHAN SOAL**

1. Jelaskan arti dari senyawa polimer!

2. Berikan contoh polimer alam dan polimer sintetis!

3. Sebutkan dan jelaskan sifat-sifat polimer!

4. Apa yang anda ketahui tentang homopolimer dan kopolimer?

5. Tuliskan struktur molekul monomer dan polimer dari jenis-jenis plastik utama.

6. Sebutkan dampak penggunaan plastik dan bagaimana cara mengatasinya

7. Tulislah struktur polimer berikut ;

- a. polivinil klorida  $\text{CH}_2 - \text{CHCl}$
- b. polipropilena  $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2$
- c. poliisoprena  $\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH} - \text{CH}_2$

apabila.....

- a. Zat A ditambah
- b. tekanan diperbesar
- c. volume diperbesar.
- d. Digunakan katalis
- e. suhu dinaikkan

7. Faktor yang tidak mempengaruhi sistem kesetimbangan pada reaksi :



Adalah.....

- a. konsentrasi dan suhu
- b. konsentrasi dan tekanan
- c. volume dan tekanan
- d. volume dan suhu
- e. suhu dan tekanan

8. Molekul zat B terbentuk dari 2 buah molekul zat A dan kedua bentuk dalam keadaan setimbang. Reaksi setimbang dapat dilukiskan sebagai berikut :



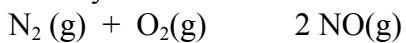
Bila larutan yang mengandung A dan B berada dalam keadaan setimbang diencerkan maka

- a. A bertambah banyak
- b. B bertambah banyak
- c. konsentrasi A dan B tetap
- d. jumlah B tetap
- e. tetapan kesetimbangan berubah

9. Diantara persamaan reaksi kesetimbangan di bawah ini, pengaruh penambahan tekanan akan menggeser kesetimbangan kekanan , yaitu pada

- a.  $2 HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$
- b.  $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
- c.  $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$
- d.  $2 NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 NO_2(g)$
- e.  $S(s) + O_2(g) \rightleftharpoons SO_2(g)$

10. Pada system reaksi kesetimbangan berikut :



Jika volume diperbesar kesetimbangan akan ....

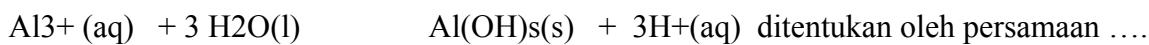
- a. Berubah
- b. Bergeser kekiri
- c. Bergeser kekanan
- d. Tidak bergeser
- e. Bergeser kekiri kemudian kekanan

11. Tetapan kesetimbangan yang dinyatakan oleh rumus :

Sesuai dengan persamaan kesetimbangan :

- a. C + D      A + B      d. 3A + B      C + D
- b. 3A + 2B      2C + D      e. 2C + D      3A + 2B
- c. C + B      3A + B

12. Harga tetapan kesetimbangan ( Kc) untuk reaksi



$$a. [Al(OH)_3] [H^+]^3$$

$$Kc = [Al^{3+}] [H_2O]^3$$

[H+] 3

b.  $K_c =$

c.

13. Dalam suatu ruangan 10 liter pada suhu T C terdapat dalam keadaan setimbang 1 mol  $\text{NH}_3$ , 2 mol  $\text{O}_2$ , 2 mol NO dan 2 mol uap air menurut persamaan

$$4 \text{ NH}_3(\text{g}) + 5 \text{ O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4 \text{ NO}(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$$

Harga tetapan kesetimbangan reaksi pada suhu tersebut adalah ...

a. 0,25 d. 32  
b. 0,5 e. 64  
c. 3,2

14. Kedalam ruangan tertutup dimasukkan 1 mol gas A dan 1 mol gas B. Setelah bereaksi menurut persamaan  $2\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons \text{A}_2\text{B}_3$ , dan dicapai kesetimbangan masih terdapat 0,35 mol gas B. Kalau volume ruang 1 dm<sup>3</sup>, maka tetapan kesetimbangan reaksi tersebut ialah ....

a. 16 d. 72  
b. 32 e. 80  
c. 64

15. Pada reaksi kesetimbangan berikut :  $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$   
Pada suhu tertentu 10 mol gas  $\text{SO}_3$  dimasukkan dalam labu 1 liter.  
Jika pada saat setimbang masih ada 4 mol gas  $\text{SO}_3$ , harga tetapan kesetimbangan adalah :

a.  $4/9$  d.  $27/4 = 6 \frac{3}{4}$   
b.  $4/27$  e.  $36/16$   
c.  $9/4 = 2 \frac{1}{4}$

16. Manakah satu diantara yang berikut ini bukan polimer ?

a. plastic  
b. karet  
c. nilon  
d. sutera  
e. lemak

17. Diberikan lima macam hasil polimer

1. polivinilklorida 4. selulosa  
2. poliisoprena 5. polivinil asetat  
3. politena

Yang termasuk polimer alam adalah ....

a. 1,2,3 d. 4  
b. 1,3 e. 3,4,5  
c. 2,4

18. Plastik berikut bersifat tahan panas, tahan bahan kimia , anti lengket dan banyak digunakan sebagai pelapis pada alat rumah tangga

a. Bakelit  
b. PVC  
c. Teflon  
d. Dakron  
e. Melamin

1. Monomer dari polipropilen atau polipropena adalah

- a.  $\text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 \quad \text{CH}_3$
- b.  $\text{CH}_2 \quad \text{CH} \quad \text{CH}_3$
- c.  $\text{CH} \quad \text{CH} \quad \text{CH}_3$
- d.  $\text{CH}_2 \quad \text{C} \quad \text{CH}_3$



- e.  $\text{CH}_3 \quad \text{CH} \quad \text{CH}_3$



20 Monomer penyusun karet alam adalah

- a. butadiena
- b. isoprena
- c. etilena
- d. stirena
- e. isoprena dan stirena

1. Polimer yang terbentuk melalui reaksi kondensasi adalah ...

- a. polistirena
- b. polietena
- c. polivinil klorida
- d. polipropilena
- e. nilon 66

22 Contoh plastic termoset adalah ....

- a. bakelit
- b. PVC
- c. Polietilene
- d. Polipropene
- e. Neoprene

23. Manakah satu diantara pasangan berikut yang paling mungkin sebagai monomer pada suatu polimerisasi adisi ?

- a.  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
- b.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
- c.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- d.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCl}$
- e.  $\text{CH}_3\text{CH} \quad \text{CH}_2$

24. Pasangan polimer yang terbentuk melalui reaksi kondensasi adalah ...

- a. polistirena dan polietilena
- b. polisakarida dan polistirena
- c. polipeptida dan polipropilena
- d. polivinilklorida dan polistirena
- e. polyester dan poliamida

1. Manakah satu diantara senyawa berikut dapat berpolimerisasi kondensasi dengan suatu dialkohol seperti 1,2 etanadiol ( etilenglikol ) ?

- a.  $\text{HOOCC}_6\text{H}_4\text{COOH}$
- b.  $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$
- c.  $\text{HOCH}_2\text{COOH}$
- d.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
- e.  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH} \quad \text{CH}_2$



26. Monomer penyusun polimer  $\text{CH}_2 - \text{C}(\text{CH}_2) - \text{C}(\text{CH}_2) - \text{C}(\text{CH}_2) - \text{C}(\text{COOCH}_3) - \text{C}(\text{COOCH}_3) - \text{C}(\text{COOCH}_3)$

a.  $\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{COOCH}_3) - \text{COOCH}_3$

b.  $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{COOCH}_3) - \text{COOCH}_3$

c.  $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_2) - \text{CH}(\text{O} - \text{CH}_3) - \text{CHO}$

d.  $\text{CH}_3 - \text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}(\text{COOH}) - \text{CH}_3$

e.  $\text{CH}_3 - \text{CO}(\text{C}(\text{CH}_2) - \text{CH}_3) - \text{CO}$