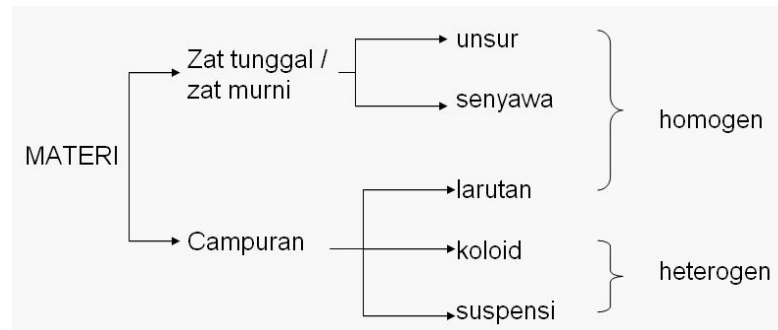


BAB I

MATERI

Materi adalah sesuatu yang menempati ruang dan mempunyai massa. Materi dapat berupa benda padat, cair, maupun gas.

Penggolongan Materi



Unsur

Unsur tidak dapat diuraikan menjadi zat-zat lain dengan reaksi kimia biasa.

Unsur terdiri dari logam dan non-logam.

LOGAM	NON-LOGAM
Berwujud padat pada suhu kamar (kecuali raksa)	Berwujud padat, cair atau gas
Dapat ditempa dan diregangkan	Rapuh dan tidak dapat ditempa
Mengkilap jika digosok	Tidak mengkilap walau digosok (kecuali intan)
Konduktor panas dan listrik	Non-konduktor (kecuali grafit)

Untuk memudahkan penulisan, unsur diberi lambang tertentu yang disebut lambang unsur atau tanda atom. Lambang unsur diturunkan dari nama unsur itu berdasar aturan yang telah ditetapkan. Setiap unsur dilambangkan oleh huruf awal dari nama latin unsur tersebut, yang ditulis dengan huruf besar. Unsur yang mempunyai huruf awal sama, lambangnya dibedakan dengan menambahkan satu huruf lain dari nama unsur itu, yang ditulis dengan huruf kecil.

Contoh unsur logam dan lambangnya:

- Kalsium (Calsium)	= Ca	- Mangan	= Mn
- Kobalt (Cobalt)	= Co	- Perak (Argentum)	= Ag
- Krom (Chromium)	= Cr	- Nikel	= Ni
- Kadmium (Cadmium)	= Cd	- Besi (Ferrum)	= Fe
- Kalium	= K	- Emas (Aurum)	= Au
- Aluminium	= Al	- Timah (Stannum)	= Sn
- Barium	= Ba	- Timbal (Plumbum)	= Pb
- Magnesium	= Mg	- Raksa (Hydrargyrum)	= Hg
- Natrium	= Na	- Seng (Zinc)	= Zn
- Platina	= Pt	- Tembaga (Cuprum)	= Cu

Contoh unsur non-logam dan lambangnya:

- Argon	= Ar	- Belerang (Sulfur)	= S
- Bromin	= Br	- Fluorin	= F
- Helium	= He	- Fosfor (Phosphorus)	= P
- Hidrogen	= H	- Karbon (Carbon)	= C
- Neon	= Ne	- Klorin (Chlorine)	= Cl
- Nitrogen	= N	- Oksigen	= O
- Silikon	= Si	- Iodin	= I

Senyawa

Senyawa adalah zat tunggal yang dapat diuraikan menjadi dua atau lebih zat lain dengan reaksi kimia. Senyawa termasuk zat tunggal karena komposisinya selalu tetap. Sifat senyawa berbeda dengan sifat unsur penyusunnya.

Contoh senyawa: air, garam dapur (natrium klorida), CO₂ (karbondioksida), gula tebu (sukrosa).

Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust) menyatakan bahwa perbandingan massa unsur dalam suatu senyawa adalah tertentu dan tetap.

Contoh:

- Perbandingan massa hidrogen : oksigen dalam air = 1 : 8
- Perbandingan massa magnesium : oksigen dalam magnesium oksida = 3 : 2

Campuran

Campuran terbentuk dari dua atau lebih zat yang masih mempunyai sifat asalnya.

Ketika gula dicampurkan dengan air, akan terbentuk larutan gula (campuran gula dan air).

Campuran ini masih mempunyai sifat gula (yaitu manis) dan sifat air. Tingkat kemanisan campuran gula dan air ini bermacam-macam tergantung dari jumlah gula yang ditambahkan ke dalam air. Senyawa mempunyai komposisi yang tetap, sedang campuran tidak memiliki komposisi yang tetap.

Campuran dapat berupa larutan, suspensi atau koloid.

a. Larutan

Larutan adalah campuran homogen.

Ciri campuran homogen:

- tidak ada bidang batas antar komponen penyusunnya
- komposisi di seluruh bagian adalah sama

Komponen larutan terdiri dari pelarut dan zat terlarut. Komponen yang jumlahnya terbanyak dianggap sebagai pelarut. Tapi jika larutan adalah campuran dari zat padat dan cair, maka cairan dianggap sebagai pelarut.

b. Suspensi

Suspensi adalah campuran kasar dan tampak heterogen. Batas antar komponen dapat dibedakan tanpa perlu menggunakan mikroskop. Suspensi tampak keruh dan zat yang tersuspensi lambat laun terpisah karena gravitasi.

Contoh: campuran kapur dan air

c. Koloid

Koloid adalah campuran yang keadaannya terletak antara larutan dan suspensi. Secara makroskopis koloid tampak homogen, tetapi jika diamati dengan mikroskop ultra akan tampak heterogen.

Contoh: santan, air susu, cat.

Komposisi campuran tidak tetap, oleh karena itu susunan zat dalam campuran dinyatakan dalam kadar zat yang membentuk campuran. Kadar biasanya dinyatakan dalam:

a. Persen massa

$$\% \text{ massa} = \frac{\text{massa komponen}}{\text{massa campuran}} \times 100\%$$

b. Persen volum

$$\% \text{ volume} = \frac{\text{volume komponen}}{\text{volume campuran}} \times 100\%$$

c. Bagian per sejuta (bpj) atau parts per million (ppm)

$$\text{ppm massa} = \frac{\text{massa komponen}}{\text{massa campuran}} \times 10^6$$

$$\text{ppm volume} = \frac{\text{volume komponen}}{\text{volume campuran}} \times 10^6$$

Contoh soal:

1. 15 gram garam dilarutkan dalam 135 gram air. Berapa kadar garam dalam larutan tersebut?

2. Ke dalam 100 gram larutan gula 10%, ditambahkan gula sebanyak 20 gram. Berapa kadar gula dalam larutan sekarang?
3. Kadar karbon monoksida (CO) dalam udara hasil pembakaran adalah 425 ppm. Berapa volume karbon monoksida dalam 1 juta liter udara?

Partikel Materi

Setiap materi terdiri dari butir-butir kecil atau partikel. Partikel adalah bagian terkecil dari materi yang masih mempunyai sifat sama dengan materi tersebut.

Postulat dasar dari teori atom Dalton:

Setiap materi terdiri atas partikel yang disebut atom.

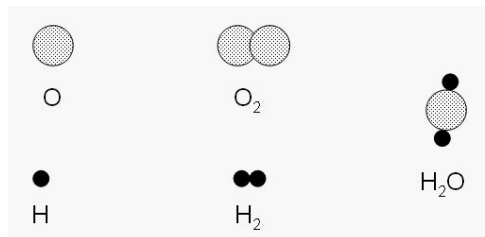
Unsur adalah materi yang terdiri atas sejenis atom.

Atom suatu unsur adalah identik tetapi berbeda dari atom unsur lain.

Senyawa adalah materi yang terdiri atas dua jenis atom atau lebih dengan perbandingan tetap.

Atom tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan dan tidak dapat diubah menjadi atom lain melalui reaksi kimia. Reaksi kimia hanyalah penataan ulang atom.

Atom adalah bagian terkecil dari unsur yang masih mempunyai sifat unsur. Bagian terkecil dari senyawa yang masih mempunyai sifat senyawa disebut molekul atau ion. Molekul adalah gabungan dari dua atom atau lebih (baik sejenis maupun berbeda jenis) yang bersifat netral. Molekul yang terdiri dari atom sejenis disebut molekul unsur, sedangkan molekul yang terdiri dari atom yang berbeda disebut molekul senyawa.



Ion adalah atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik.

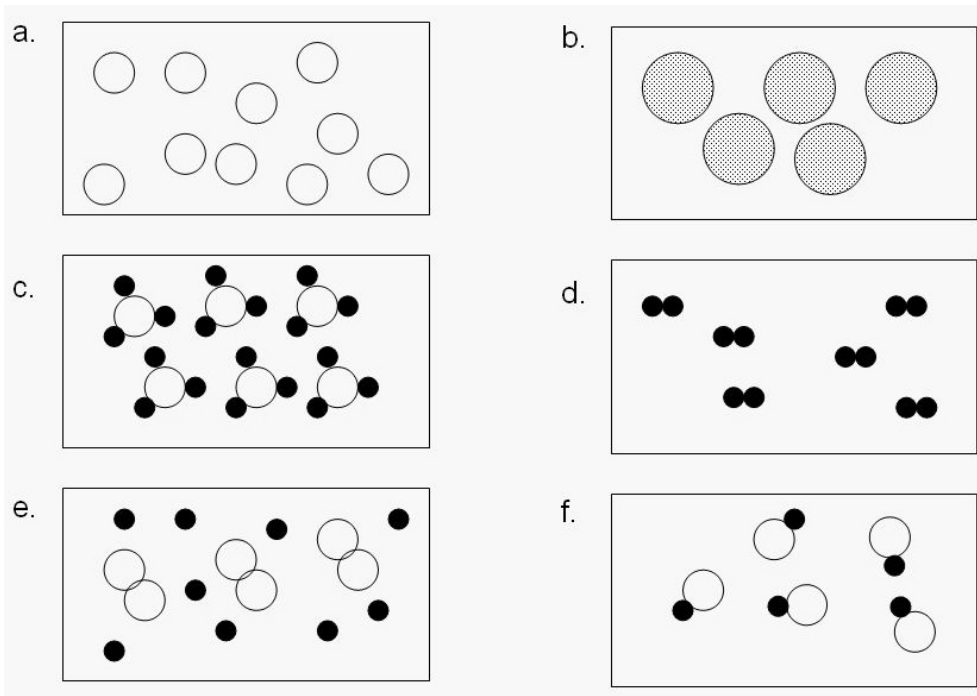
- Ion positif disebut kation
- Ion negatif disebut anion

Contoh:

- ion natrium = Na^+
- ion karbonat = CO_3^{2-}
- ion klorida = Cl^-
- ion amonium = NH_4^+

Contoh soal:

1. Dari skema berikut ini, mana yang merupakan atom, molekul unsur, molekul senyawa dan campuran?



2. Nyatakan jenis partikel (atom, molekul atau ion) dari zat berikut:

gas nitrogen (N_2)

gas karbondioksida (CO_2)

air (H_2O)

karbon

natrium klorida ($NaCl$)

besi (Fe)

Perubahan Materi

Perubahan materi ada 2 jenis:

Perubahan fisis.

Yaitu perubahan yang tidak menghasilkan zat baru, yang berubah hanya bentuk dan wujudnya.

Perubahan kimia.

Yaitu perubahan yang menghasilkan zat baru.

Contoh perubahan fisis:

es mencair

air menguap

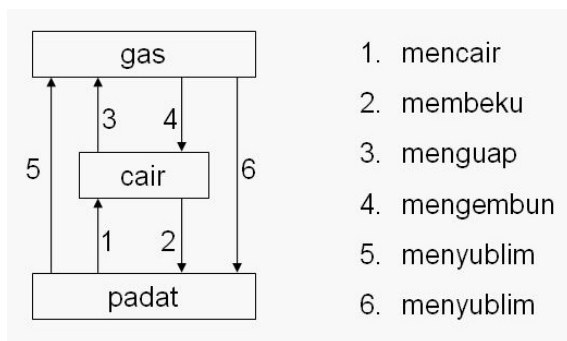
air membeku

beras digiling menjadi tepung

lampur pijar menyala

memisahkan bensin dari minyak mentah

Perubahan wujud:



Perubahan kimia disebut juga reaksi kimia. Bereaksi artinya berubah menjadi. Zat yang bereaksi disebut pereaksi (reaktan), sedang hasil reaksi disebut produk.

Contoh: Besi dan oksigen bereaksi membentuk karat besi.

Reaktan : besi dan oksigen

Produk : karat besi

Berlangsungnya reaksi kimia biasanya ditandai dengan suatu perubahan yang dapat diamati, yaitu:

1. terbentuk gas
2. menghasilkan endapan
3. terjadi perubahan warna
4. terjadi perubahan suhu

Contoh perubahan kimia (reaksi kimia):

- a. kertas terbakar
- b. makanan membusuk
- c. besi berkarat
- d. beras dimasak menjadi nasi
- e. membuat sabun dari minyak kelapa
- f. lampu petromaks menyala

BAB II RUMUS KIMIA DAN TATANAMA

A. Rumus Kimia

Rumus kimia merupakan kumpulan lambang atom dengan komposisi tertentu. Rumus kimia terdiri dari rumus molekul dan rumus empiris.

1. Rumus Molekul

Rumus molekul menyatakan jenis dan jumlah atom dalam tiap molekul zat. Hanya unsur dan senyawa yang mempunyai rumus molekul.

Contoh:

- Rumus molekul air adalah H_2O
Artinya tiap molekul air terdiri dari 2 atom hidrogen (H) dan 1 atom oksigen (O).
- Rumus molekul gas hidrogen adalah H_2 .
Artinya tiap molekul gas hidrogen terdiri dari 2 atom hidrogen (H).

2. Rumus Empiris

Rumus empiris menyatakan jenis dan perbandingan paling sederhana dari atom-atom dalam senyawa yang bersangkutan.

Nama Zat	Rumus Molekul	Rumus Empiris
Propuna	C_3H_4	C_3H_4
Etuna	C_2H_2	CH
Air	H_2O	H_2O
Benzena	C_6H_6	CH
Butana	C_4H_{10}	C_2H_5

Contoh soal:

Berapa jumlah atom masing-masing unsur yang terdapat dalam:

- a. 6 molekul air (H_2O)
- b. 3 molekul urea ($CO(NH_2)_2$)
- c. 2 molekul glukosa ($C_6H_{12}O_6$)

B. Bilangan Oksidasi

Aturan sederhana yang berlaku untuk menentukan bilangan oksidasi suatu senyawa adalah sebagai berikut:

1. Bilangan oksidasi H = +1
2. Bilangan oksidasi O = -2
3. Bilangan oksidasi suatu unsur dalam ion tunggal sama dengan muatannya.

Contoh:

- bilangan oksidasi Al dalam $Al^{3+} = 3+$
- bilangan oksidasi S dalam $S^{2-} = 2-$

4. Jumlah total bilangan oksidasi unsur dalam suatu ion poliatom sama dengan muatan ion tersebut.

Contoh:

Berapa bilangan oksidasi C dalam CO_3^{2-} ?



Biloks C + 3 . biloks O = total muatan

$$\text{Biloks C} + 3 \cdot (-2) = -2$$

$$\text{Biloks C} + (-6) = -2$$

$$\text{Biloks C} = -2 + 6$$

$$\text{Biloks C} = 4$$

5. Jumlah bilangan oksidasi unsur dalam senyawa adalah nol.
6. Bilangan oksidasi unsur logam selalu bertanda positif.

C. Tatanama

1. Tatanama senyawa biner dari dua jenis non-logam.

- a. Unsur yang terdapat lebih dahulu dalam urutan berikut, ditulis di depan:

B – Si – C – Sb – As – P – N – H – Te – Se – S – I – Br – Cl – O – F

Contoh:

- NH_3 (bukan H_3N)
- HCl (bukan ClH)
- H_2O (bukan OH_2)
- P_2O_5 (bukan O_5P_2)

- b. Nama senyawa biner dari dua jenis nonlogam adalah rangkaian nama kedua jenis unsur dengan akhiran –ida, pada unsur yang kedua.

Contoh:

- HCl = hidrogen klorida
- H_2S = hidrogen sulfida

Jika pasangan unsur yang bersenyawa membentuk lebih dari sejenis senyawa, maka senyawa-senyawa itu dibedakan dengan menyebutkan angka indeks dalam bahasa Yunani:

1 =	mono	6 =	heksa
2 =	di	7 =	hepta
3 =	tri	8 =	okta

4 = tetra	9 = nona
5 = penta	10 = deka

Contoh:

- CO_2 = karbon dioksida
- NO = nitrogen monoksida
- NO_2 = nitrogen dioksida
- N_2O_5 = dinitrogen pentaoksida
- CS_2 = karbon disulfida
- CCl_4 = karbon tetraklorida

2. Tatanama senyawa biner dari unsur logam dan unsur non-logam

a. Unsur logam ditulis di depan.

Contoh: NaCl (bukan ClNa)

b. Nama senyawa biner dari logam dan nonlogam adalah rangkaian nama logam (di depan) dan nama nonlogam dengan akhiran -ida.

Contoh:

- CaCl_2 = kalsium klorida
- NaCl = natrium klorida

Jika unsur logam mempunyai lebih dari satu jenis bilangan oksidasi, senyawa-senyawanya dibedakan dengan menyebutkan bilangan oksidasinya, yang ditulis dalam tanda kurung dengan angka Romawi di belakang nama unsur logam itu.

Contoh:

- FeCl_2 = besi (II) klorida
- FeCl_3 = besi (III) klorida
- SnO = timah (II) oksida
- SnO_2 = timah (IV) oksida

Contoh kation:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| - Na^+ = natrium | - Sn^{2+} = timah (II) |
| - K^+ = kalium | - Sn^{4+} = timah (IV) |
| - Al^{3+} = aluminium | - Pb^{2+} = timbal (II) |
| - Zn^{2+} = seng | - Pb^{4+} = timbal (IV) |
| - Ag^+ = perak | - Fe^{2+} = besi (II) |
| - Ba^+ = barium | - Fe^{3+} = besi (III) |
| - NH_4^+ = amonium | - Au^+ = emas (I) |
| - Cu^+ = tembaga (I) | - Au^{3+} = emas (III) |
| - Cu^{2+} = tembaga (II) | - Pt^{4+} = platina (IV) |

Contoh anion:

- OH^- = hidroksida
- O^{2-} = oksida
- F^- = fluorida
- Cl^- = klorida
- Br^- = bromida
- I^- = iodida
- S^{2-} = sulfida
- CN^- = sianida
- ClO^- = hipoklorit
- ClO_2^- = klorit
- ClO_3^- = klorat
- ClO_4^- = perklorat
- CO_3^{2-} = karbonat
- SO_4^{2-} = sulfat
- SO_3^{2-} = sulfit
- NO_3^- = nitrat
- NO_2^- = nitrit
- CH_3COO^- = asetat
- $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ = oksalat
- MnO_4^- = permanganat
- CrO_4^{2-} = kromat
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ = dikromat
- PO_4^{3-} = fosfat
- PO_3^{3-} = fosfit

3. Tatanama asam, basa dan garam

a. Tatanama asam

Asam adalah zat yang dalam air dapat menghasilkan H^+ .

Contoh:

- HCl = asam klorida
- H_2CO_3 = asam karbonat
- H_2SO_4 = asam sulfat
- HNO_3 = asam nitrat
- CH_3COOH = asam asetat

b. Tatanama basa

Basa adalah zat yang dalam air dapat menghasilkan OH^- .

Contoh:

- NaOH = natrium hidroksida
- Ca(OH)_2 = kalsium hidroksida
- Al(OH)_3 = aluminium hidroksida

c. Tatanama garam

Garam adalah senyawa ion yang terdiri dari kation basa dan anion asam.

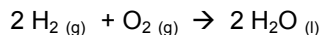
Kation	Anion	Rumus Garam	Tatanama Garam
Na^+	PO_4^{3-}	Na_3PO_4	Natrium fosfat
Ca^{2+}	NO_3^-	$\text{Ca(NO}_3)_2$	Kalsium nitrat
NH_4^+	SO_4^{2-}	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Ammonium sulfat
Cu^{2+}	S^{2-}	CuS	Tembaga (II) sulfida

BAB III

PERSAMAAN REAKSI

Persamaan reaksi menggambarkan reaksi kimia yang terdiri atas rumus kimia reaktan, rumus kimia produk beserta koefisien reaksi masing-masing.

Contoh:



artinya: hidrogen bereaksi dengan oksigen membentuk air.

Huruf kecil dalam tanda kurung menandakan wujud zat, yaitu:

- s = solid (padat)
- g = gas
- l = liquid (cairan)
- aq = aqueous (larutan)

Bilangan yang ditulis sebelum rumus kimia disebut sebagai koefisien reaksi.

Penulisan persamaan reaksi:

1. Tuliskan rumus kimia zat pereaksi dan produk, beserta keterangan wujudnya.
2. Setarakan reaksi, dengan cara memberi koefisien yang sesuai dengan jumlah atom setiap unsur pada kedua ruas.

Penyetaraan reaksi mengikuti penerapan hukum kekekalan massa dan teori atom Dalton.

- Hukum kekekalan massa
Massa zat sebelum dan sesudah reaksi adalah sama.
- Teori atom Dalton
Dalam reaksi kimia, tidak ada atom yang dimusnahkan atau diciptakan, yang ada hanyalah penataan ulang atom-atom tersebut.

Langkah penyetaraan reaksi:

1. Tetapkan koefisien salah satu zat yang paling kompleks, sama dengan 1.
2. Setarakan unsur yang terkait langsung dengan zat yang telah diberi koefisien.
3. Setarakan unsur lain.
4. Atom O disetarakan paling akhir.

Contoh soal:

Setarakan persamaan reaksi berikut:

1. $\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
2. $\text{Al} (\text{s}) + \text{HCl} (\text{aq}) \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2 (\text{g})$
3. $\text{HCl} (\text{aq}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 (\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$
4. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
5. $\text{NH}_3 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{NO} (\text{g}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g})$

6. $\text{Na}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_{(g)}$
7. $\text{NaOH}_{(aq)} + \text{H}_3\text{PO}_{4(aq)} \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_{4(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
8. $\text{Zn}_{(s)} + \text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2(aq) + \text{NH}_4\text{NO}_3(s) + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
9. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2(s) + \text{SiO}_{2(s)} + \text{C}_{(s)} \rightarrow \text{CaSiO}_3(s) + \text{CO}_{(g)} + \text{P}_4(s)$
10. $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3(s) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3(s) + \text{CO}_2(g)$
11. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{KOH}_{(aq)} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$
12. $\text{Ba}(\text{OH})_2(aq) + \text{P}_2\text{O}_5(s) \rightarrow \text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2(s) + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Tuliskan persamaan reaksi yang setara untuk reaksi berikut:

1. Logam aluminium dengan larutan asam sulfat membentuk larutan aluminium sulfat dan gas hidrogen.
2. Difosforus pentaoksida padat dengan larutan kalium hidroksida membentuk larutan kalium fosfat dan air.
3. Besi dengan larutan asam klorida membentuk larutan besi (II) klorida dan gas hidrogen .
4. Larutan natrium karbonat dengan larutan asam sulfat membentuk larutan natrium sulfat, gas karbon dioksida dan air.
5. Larutan ammonium sulfat dengan larutan natrium hidroksida membentuk larutan natrium sulfat, gas amonia dan air.
6. Larutan natrium hidroksida dengan larutan asam sulfat membentuk larutan natrium sulfat dan air.
7. Aluminium oksida padat dengan larutan asam klorida membentuk larutan aluminium klorida dan air.
8. Kalsium karbonat padat dengan larutan asam klorida membentuk larutan kalsium klorida, gas karbondioksida dan air.
9. Larutan magnesium nitrat dan larutan natrium fosfat membentuk magnesium fosfat padat dan larutan natrium nitrat.
10. Larutan tembaga (II) sulfat dengan larutan natrium hidroksida membentuk endapan tembaga (II) hidroksida dan larutan natrium sulfat.

BAB IV LARUTAN ASAM DAN BASA

Asam dan basa sudah dikenal sejak dahulu. Istilah asam (*acid*) berasal dari bahasa Latin acetum yang berarti cuka. Seperti diketahui, zat utama dalam cuka adalah asam asetat. Istilah basa (*alkali*) berasal dari bahasa Arab yang berarti abu. Juga sudah lama diketahui bahwa asam dan basa saling menetralkan.

Sejak berabad-abad yang lalu, para pakar mendefinisikan asam dan basa berdasarkan sifat larutan airnya. Larutan asam mempunyai rasa asam dan bersifat korosif (merusak logam, marmer, dan berbagai bahan lain). Sedangkan larutan basa berasa agak pahit dan bersifat kaustik (licin, seperti bersabun). Namun demikian, tidak dianjurkan mengenali asam dan basa dengan cara mencicipi karena berbahaya. Asam dan basa dapat dikenali menggunakan indikator asam basa, misalnya lakmus merah dan lakmus biru. Larutan asam mengubah lakmus biru menjadi merah, sebaliknya larutan basa mengubah lakmus merah menjadi biru. Larutan yang tidak mengubah warna lakmus, baik lakmus merah maupun lakmus biru, disebut bersifat netral (tidak asam dan tidak basa). Air murni bersifat netral.

Tabel 1. Warna kertas lakmus merah dan biru dalam larutan yang bersifat asam, basa, dan netral

Jenis kertas lakmus	Dalam larutan yang bersifat		
	Asam	Basa	Netral
Lakmus merah	merah	biru	merah
Lakmus biru	merah	biru	biru

Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1, lakmus merah memberi warna yang sama dalam larutan yang bersifat asam dan dalam larutan yang bersifat netral. Oleh karena itu, untuk menunjukkan larutan asam harus menggunakan lakmus biru. Larutan yang bersifat asam mengubah lakmus biru menjadi merah. Sebaliknya, untuk menunjukkan larutan bersifat basa, harus menggunakan lakmus merah.

Beberapa contoh larutan terlihat di bawah ini :

Larutan bersifat asam : larutan cuka, air jeruk, air aki

Larutan bersifat basa : air kapur, air abu, larutan sabun, larutan amonia, larutan soda

Larutan bersifat netral : larutan natrium klorida, larutan urea, alkohol, larutan gula

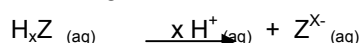
A. Teori Asam-Basa Arrhenius

Dalam air, asam melepas ion H^+ sedangkan basa melepas ion OH^-

Untuk menjelaskan penyebab sifat asam dan basa, sejarah perkembangan ilmu kimia mencatat berbagai teori. Pada tahun 1777, Lavoisier mengemukakan bahwa asam mengandung oksigen. Unsur itu

yang dianggap bertanggung jawab atas sifat-sifat asam (nama oksigen diberikan oleh Lavoisier yang berarti pembentuk asam). Namun pada tahun 1810, Humphrey Davy menemukan bahwa asam hidrogen klorida tidak mengandung oksigen. Davy kemudian menyimpulkan bahwa hidrogenlah dan bukan oksigen yang merupakan unsur dasar dari setiap asam. Kemudian pada tahun 1814, Gay Lussac menyimpulkan bahwa asam adalah zat yang dapat menetralkan alkali dan kedua golongan senyawa itu hanya dapat didefinisikan dalam kaitan satu dengan yang lain.

Konsep yang cukup memuaskan tentang asam dan basa, dan yang tetap diterima hingga sekarang, dikemukakan oleh Arrhenius pada tahun 1884. Menurut Arrhenius, asam adalah zat yang dalam air melepaskan ion H^+ sedangkan basa melepaskan ion OH^- . Jadi, pembawa sifat asam adalah ion H^+ sedangkan pembawa sifat basa adalah OH^- . Asam Arrhenius dirumuskan sebagai H_xZ yang dalam air mengalami ionisasi sebagai berikut :



Contoh : Asam klorida (HCl) dan asam sulfat (H_2SO_4) dalam air akan terionisasi sebagai berikut:



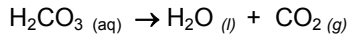
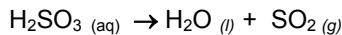
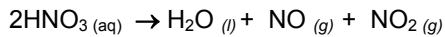
Jumlah ion H^+ yang dapat dihasilkan oleh 1 molekul asam disebut valensi asam. Sedangkan ion negatif yang terbentuk dari asam setelah melepas ion H^+ disebut ion sisa asam. Nama asam sama dengan nama ion sisa asam dengan didahului kata asam. Beberapa contoh asam dan reaksi ionisasinya diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Berbagai jenis asam

Rumus Asam	Nama Asam	Reaksi Ionisasi	Valensi Asam	Sisa Asam
Asam nonoksi[#]				
HF	Asam fluorida	$HF \rightarrow H^+ + F^-$	1	F^-
HCl	Asam klorida	$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$	1	Cl^-
HBr	Asam bromida	$HBr \rightarrow H^+ + Br^-$	1	Br^-
HI	Asam iodida	$HI \rightarrow H^+ + I^-$	1	I^-
HCN	Asam sianida	$HCN \rightarrow H^+ + CN^-$	1	CN^-
H_2S	Asam sulfida	$H_2S \rightarrow 2 H^+ + S^{2-}$	2	S^{2-}
Asam oksi[#]				
$HNO_2^*)$	Asam nitrit	$HNO_2 \rightarrow H^+ + NO_2^-$	1	NO_2^-
HNO_3	Asam nitrat	$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$	1	NO_3^-
$H_2SO_3^*)$	Asam sulfit	$H_2SO_3 \rightarrow 2 H^+ + SO_3^{2-}$	2	SO_3^{2-}
H_2SO_4	Asam sulfat	$H_2SO_4 \rightarrow 2 H^+ + SO_4^{2-}$	2	SO_4^{2-}
H_3PO_3	Asam fosfit	$H_3PO_3 \rightarrow 2 H^+ + HPO_3^{2-}$	2	HPO_3^{2-}

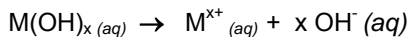
H ₃ PO ₄	Asam fosfat	H ₃ PO ₄ → 3 H ⁺ + PO ₄ ³⁻	3	PO ₄ ³⁻
H ₂ CO ₃ ^{*)}	Asam karbonat	H ₂ CO ₃ → 2 H ⁺ + CO ₃ ²⁻	2	CO ₃ ²⁻
HClO ₄	Asam perklorat	HClO ₄ → H ⁺ + ClO ₄ ⁻	1	ClO ₄ ⁻
Asam organik[#]				
HCOOH	Asam format (<i>asam semut</i>)	HCOOH → H ⁺ + HCOO ⁻	1	HCOO ⁻
CH ₃ COOH	Asam asetat (<i>asam cuka</i>)	CH ₃ COOH → H ⁺ + CH ₃ COO ⁻	1	CH ₃ COO ⁻
C ₆ H ₅ COOH	Asam benzoat	C ₆ H ₅ COOH → H ⁺ + C ₆ H ₅ COO ⁻	1	C ₆ H ₅ COO ⁻
H ₂ C ₂ O ₄	Asam oksalat	H ₂ C ₂ O ₄ → 2 H ⁺ + C ₂ O ₄ ²⁻	2	C ₂ O ₄ ²⁻

*) Asam hipotetis, asam yang tidak stabil, segera terurai menjadi zat lain. Asam hipotetis di atas terurai menurut persamaan



#) Asam nonoksi adalah asam yang tidak mempunyai oksida asam. Asam oksida adalah asam yang mempunyai oksida asam. Asam organik adalah asam yang tergolong senyawa organik. Asam organik tidak mempunyai oksida asam.

Basa Arrhenius adalah hidroksida logam, M(OH)_x, yang dalam air terurai sebagai berikut:



Jumlah ion OH⁻ yang dapat dilepaskan oleh satu molekul basa disebut valensi basa. Beberapa contoh basa diberikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Beberapa basa dan reaksi ionisasinya

Rumus Basa	Nama Basa	Reaksi Ionisasi	Valensi
NaOH	Natrium hidroksida	NaOH → Na ⁺ + OH ⁻	1
KOH	Kalium hidroksida	KOH → K ⁺ + OH ⁻	1
Mg(OH) ₂	Magnesium hidroksida	Mg(OH) ₂ → Mg ²⁺ + 2 OH ⁻	2
Ca(OH) ₂	Kalsium hidroksida	Ca(OH) ₂ → Ca ²⁺ + 2 OH ⁻	2
Sr(OH) ₂	Stronsium hidroksida	Sr(OH) ₂ → Sr ²⁺ + 2 OH ⁻	2
Ba(OH) ₂	Barium hidroksida	Ba(OH) ₂ → Ba ²⁺ + 2 OH ⁻	2
Al(OH) ₃	Aluminium hidroksida	Al(OH) ₃ → Al ³⁺ + 3 OH ⁻	3
Fe(OH) ₂	Besi(II) hidroksida	Fe(OH) ₂ → Fe ²⁺ + 2 OH ⁻	2
Fe(OH) ₃	Besi(III) hidroksida	Fe(OH) ₃ → Fe ³⁺ + 3 OH ⁻	3

B. Tetapan Kesetimbangan Air (K_w)

Air merupakan elektrolit sangat lemah yang dapat terionisasi menjadi ion H^+ dan ion OH^-

Air merupakan elektrolit yang sangat lemah. Air dapat menghantarkan listrik karena terionisasi menjadi ion H^+ dan ion OH^- menurut reaksi kesetimbangan :



$$K_c = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

Oleh karena $[H_2O]$ dapat dianggap konstan, maka hasil perkalian $K_c \times [H_2O]$ adalah merupakan suatu konstanta yang disebut *tetapan kesetimbangan air* (K_w).

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-] \dots\dots\dots (2)$$

Harga K_w pada berbagai suhu dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Harga K_w pada berbagai suhu

Suhu ($^{\circ}C$)	K_w
0	$0,114 \times 10^{-14}$
10	$0,295 \times 10^{-14}$
20	$0,676 \times 10^{-14}$
25	$1,00 \times 10^{-14}$
60	$9,55 \times 10^{-14}$
100	$55,0 \times 10^{-14}$

Dari Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa harga tetapan kesetimbangan air bertambah besar dengan bertambahnya suhu.

Dalam air murni sesuai dengan Persamaan (1), konsentrasi ion H^+ sama besar dengan konsentrasi OH^- .

$$\text{Dalam air murni : } [H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w}$$

Pada suhu kamar (sekitar $25^{\circ}C$), $K_w = 1 \times 10^{-14}$, maka:

$$\begin{aligned} [H^+] = [OH^-] &= \sqrt{1,00 \times 10^{-14}} \\ &= 10^{-7} \text{ mol/liter} \end{aligned}$$

C. Indikator Asam-Basa

Indikator asam-basa adalah zat warna yang mempunyai warna berbeda dalam larutan yang bersifat asam dan dalam larutan yang bersifat basa. Oleh karena itu, indikator asam-basa dapat digunakan untuk membedakan larutan asam dan larutan basa. Contohnya adalah kertas lakmus. Lakmus berwarna merah pada larutan asam dan berwarna biru pada larutan basa.

Di dalam laboratorium, indikator yang sering digunakan selain kertas lakmus adalah fenoltalein, metil merah, dan metil jingga.

Tabel 5. Beberapa indikator asam-basa

Indikator	Larutan Asam	Larutan Basa	Larutan Netral
Fenoltalein	Tidak berwarna	Merah dadu	Tidak berwarna
Metil merah	Merah	Kuning	Kuning
Metil jingga	Merah	Kuning	Kuning

D. Kekuatan Asam-Basa

Asam kuat dan basa kuat terionisasi seluruhnya dalam air, sedangkan asam lemah dan basa lemah terionisasi sebagian dalam air.

Larutan asam dan basa termasuk golongan larutan elektrolit. Larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik. Zat yang larutannya mempunyai daya hantar baik walaupun konsentrasinya kecil, disebut elektrolit kuat. Zat yang larutannya mempunyai daya hantar kurang baik walaupun konsentrasinya relatif besar, disebut elektrolit lemah.

Daya hantar listrik setiap larutan tergantung pada besarnya konsentrasi ion-ion dalam larutan tersebut. Elektrolit kuat terionisasi seluruhnya sehingga konsentrasi ion-ion dalam larutan relatif lebih besar. Elektrolit lemah terionisasi sebagian kecil sehingga konsentrasi ion-ion didalamnya relatif kecil.

Contoh asam kuat : HCl, HI, HBr, H₂SO₄, HClO₄

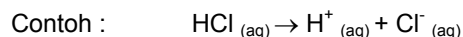
Contoh asam lemah : CH₃COOH, H₂S, H₂CO₃

Contoh basa kuat : NaOH, KOH, Ca(OH)₂, Ba(OH)₂

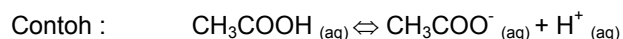
Contoh basa lemah : NH₄OH

E. Tetapan Setimbang Asam (K_a) dan Tetapan Setimbang Basa (K_b)

Asam kuat terionisasi seluruhnya, sehingga reaksi ionisasinya adalah reaksi yang berkesudahan.



Sebaliknya, asam lemah terionisasi sebagian sehingga membentuk reaksi kesetimbangan.



Secara umum, ionisasi asam lemah valensi satu dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:



$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Pada reaksi ionisasi asam lemah valensi satu, $[\text{H}^+] = [\text{A}^-]$. Apabila konsentrasi awal $[\text{HA}]$ adalah sebesar M, maka :

$$K_a = \frac{[\text{H}^+]^2}{M}$$

$$[\text{H}^+]^2 = K_a \cdot M$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M} \quad \dots\dots\dots (5)$$

dengan: K_a = tetapan ionisasi asam

M = konsentrasi asam (satuannya M atau mol/liter)

Makin kuat asam, maka semakin banyak ion yang terbentuk, sehingga harga K_a semakin besar. Oleh karena itu, harga K_a merupakan ukuran kekuatan asam.

Seperti halnya asam lemah, ionisasi basa lemah valensi satu dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:



$$K_b = \frac{[\text{L}^+][\text{OH}^-]}{[\text{LOH}]} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Pada reaksi ionisasi basa lemah valensi satu, $[\text{L}^+] = [\text{OH}^-]$. Apabila konsentrasi awal $[\text{LOH}]$ adalah sebesar M, maka :

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{M}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = K_b \cdot M$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot M} \quad \dots\dots\dots (8)$$

dengan: K_b = tetapan ionisasi basa

M = konsentrasi basa (satuannya M atau mol/liter)

F. Derajat Keasaman (pH) Larutan

pH larutan menyatakan konsentrasi ion H^+ dalam larutan.

Asam cuka 2 M lebih asam daripada asam cuka 1 M. Pernyataan ini mudah dipahami dan tidak memerlukan penjelasan. Akan tetapi, untuk memahami bahwa HCl 1 M lebih asam daripada asam cuka 1 M, diperlukan sedikit penjelasan. Pembawa sifat asam adalah H^+ , oleh karena itu tingkat keasaman larutan tergantung pada konsentrasi ion H^+ dalam larutan. HCl adalah asam kuat, sedangkan asam cuka adalah asam lemah. Jadi, walaupun konsentrasi kedua asam tersebut sama, tetapi HCl mengandung ion H^+ lebih banyak, sehingga HCl 1 M lebih asam daripada asam cuka 1 M.

Konsentrasi H^+ dalam larutan adalah sangat kecil. Contohnya, konsentrasi H^+ dalam air adalah 1×10^{-7} M. Untuk menghindari penggunaan bilangan yang kecil, maka konsentrasi H^+ dinyatakan dengan:

$$pH = -\log [H^+] \quad \dots\dots\dots (9)$$

Dengan cara yang sama, maka:

$$pOH = -\log [OH^-] \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$pK_w = -\log K_w \quad \dots\dots\dots (11)$$

Contoh:

Jika konsentrasi ion H^+ = 0,1 M, maka nilai $pH = -\log 0,1 = -\log 10^{-1} = 1$

Jika konsentrasi ion H^+ = 0,01 M, maka nilai $pH = -\log 0,01 = -\log 10^{-2} = 2$

Makin besar konsentrasi ion H^+ , makin kecil nilai pH. Larutan dengan $pH = 1$ adalah 10 kali lebih asam daripada larutan dengan $pH = 2$.

Bagaimana hubungan antara pH dengan pOH? Dari persamaan (2) diperoleh:

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-] \quad \dots\dots\dots (2)$$

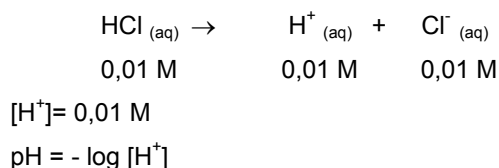
$$pK_w = pH + pOH \quad \dots\dots\dots (12)$$

Pada suhu kamar, harga $K_w = 1 \times 10^{-14}$, maka:

- larutan netral : $pH = pOH = 7$
- larutan asam : $pH < 7$
- larutan basa : $pH > 7$

Contoh menentukan pH larutan asam:

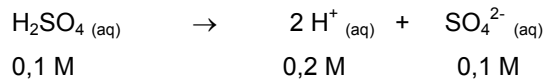
(1) Berapakah pH larutan HCl 0,01 M?



$$= -\log 0,01 = -\log 10^{-2}$$

$$= 2$$

(2) Berapakah pH larutan H_2SO_4 0,1 M?



$$[\text{H}^+] = 0,2 \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$= -\log 0,2 = -\log 2 \times 10^{-1}$$

$$= 1 - \log 2$$

(3) Berapakah pH larutan asam cuka 0,1 M? Diketahui $K_a = 10^{-5}$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_a \cdot M}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{10^{-5} \cdot 0,1}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3}$$

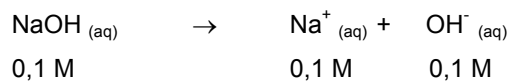
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$= -\log 10^{-3}$$

$$= 3$$

Contoh menentukan pH larutan basa:

(1) Berapakah pH larutan NaOH 0,1 M?



$$[\text{OH}^-] = 0,1 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$= -\log 0,1 = -\log 10^{-1}$$

$$= 1$$

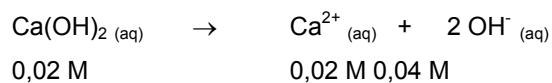
$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w$$

$$\text{pH} = \text{p}K_w - \text{pOH}$$

$$= 14 - 1$$

$$= 13$$

(2) Berapakah pH larutan Ca(OH)_2 0,02 M?



$$[\text{OH}^-] = 0,04 \text{ M}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\begin{aligned}
 &= -\log 0,04 = -\log (4 \times 10^{-2}) \\
 &= 2 - \log 4 \\
 \text{pH} + \text{pOH} &= \text{p}K_w \\
 \text{pH} &= \text{p}K_w - \text{pOH} \\
 &= 14 - (2 - \log 4) \\
 &= 12 + \log 4
 \end{aligned}$$

(3) Berapakah pH larutan NH_4OH 0,01 M? Diketahui $K_b = 10^{-5}$

$$\begin{aligned}
 [\text{OH}^-] &= \sqrt{K_b \cdot M} \\
 [\text{OH}^-] &= \sqrt{10^{-5} \cdot 0,1} \\
 [\text{OH}^-] &= \sqrt{10^{-5} \cdot 10^{-1}} = \sqrt{10^{-6}} = 10^{-3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{pOH} &= -\log [\text{OH}^-] \\
 &= -\log 10^{-3} \\
 &= 3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{pH} + \text{pOH} &= \text{p}K_w \\
 \text{pH} &= \text{p}K_w - \text{pOH} \\
 &= 14 - 3 = 11
 \end{aligned}$$

Latihan soal:

Hitunglah pH dari larutan berikut ini:

- HI 0,2 M
- H_2SO_4 0,01 M
- KOH 0,001 M
- $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 0,01 M

BAB V STOIKIOMETRI LARUTAN

A. KONSEP DASAR STOIKIOMETRI

Stoikiometri adalah ilmu perhitungan dalam pelajaran kimia.

A. 1. MASSA ATOM RELATIF (A_r) DAN MASSA MOLEKUL RELATIF (M_r)

Dari percobaan diketahui bahwa perbandingan massa hidrogen dan oksigen dalam air adalah 1 : 8 .
Satu molekul air mengandung dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Maka:

$$\text{massa 2 atom H} : \text{massa atom O} = 1 : 8$$

$$\text{massa 1 atom H} : \text{massa atom O} = 0,5 : 8$$

$$= 1 : 16$$

Jadi, satu atom oksigen 16 kali lebih besar daripada satu atom hidrogen.

Dengan cara yang sama, dapat ditentukan perbandingan massa atom unsur yang satu dengan massa atom unsur yang lain. Perbandingan tersebut disebut massa atom relatif, yaitu perbandingan massa suatu atom unsur dengan satu atom pembanding. Pada awalnya, atom hidrogen dipilih sebagai atom pembanding, karena atom hidrogen adalah atom yang paling kecil.

Seiring dengan ditemukannya spektroskopi massa, atom pembanding ditetapkan menjadi isotop C-12. Massa atom relatif (A_r) dari masing-masing atom dapat dilihat pada sistem periodik unsur.

Contoh massa atom relatif (A_r) dari beberapa unsur adalah sebagai berikut:

Unsur	A_r
H	1
C	12
N	14
O	16

Unsur	A_r
Na	23
Ca	40
Mg	24
Cl	35,5

Sedangkan massa molekul relatif (M_r) sama dengan jumlah massa atom relatif (A_r) dari atom-atom penyusun molekul zat itu.

$$M_r = \sum A_r$$

Contoh:

Diketahui A_r H = 1 ; O = 16 ; Cl = 35,5. Berapakah M_r dari air dan HCl?

(a) $M_r \text{ H}_2\text{O} = 2 A_r \text{ H} + A_r \text{ O}$

$$= (2 \times 1) + 16 \\ = 18$$

(b) $M_r \text{ HCl} = A_r \text{ H} + A_r \text{ Cl}$
 $= 1 + 35,5$
 $= 36,5$

Contoh soal:

Diketahui $A_r \text{ H} = 1$; $C = 12$; $N = 14$; $O = 16$; $Na = 23$; $Al = 27$; $S = 32$; $Ca = 40$. Berapakah M_r dari:

- (1) CH_3COOH
- (2) Na_2CO_3
- (3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- (4) $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- (5) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

A. 2. MOL

Kita dapat membeli telur secara butiran atau kiloan, sedangkan beras dibeli secara kiloan atau literan. Tidak praktis untuk membeli 1000 butir beras, karena akan dibutuhkan waktu yang panjang untuk menghitung butir beras tersebut. Demikian pula halnya dengan partikel seperti atom atau molekul. Mustahil untuk menghitung satu-persatu jumlah atom atau molekul, sehingga akan lebih mudah bila kita dapat menimbang massa atau mengukur volumenya.

Mol adalah satuan jumlah (seperti lusin atau gros), tapi jauh lebih besar.

$$1 \text{ mol} = 6,02 \times 10^{23} \text{ partikel}$$

Hubungan jumlah mol (n) dengan jumlah partikel (X) dinyatakan sebagai:

$$X = n \times 6,02 \times 10^{23}$$

Contoh soal:

Tentukan jumlah partikel yang terdapat pada:

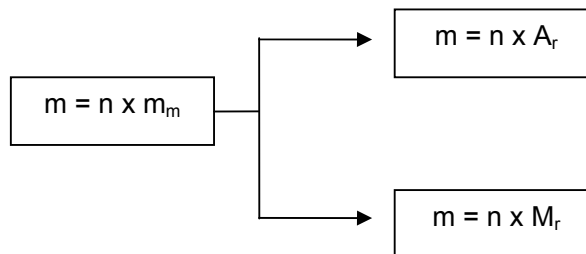
- (1) 1 mol HCl
- (2) 3 mol NaOH

A. 3. MASSA MOLAR (m_m)

Massa molar menyatakan massa 1 mol zat.

Satuan massa molar adalah gram/mol. Massa molar berkaitan dengan A_r atau M_r zat tersebut. Secara umum dapat dikatakan bahwa massa molar suatu zat adalah sama dengan A_r atau M_r zat itu yang dinyatakan dalam satuan gram/mol.

Hubungan jumlah mol (n) dengan massa zat (m) dinyatakan sebagai:



dengan m = massa

n = jumlah mol

m_m = massa molar

Contoh soal:

Diketahui A_r , C = 12 ; O = 16 ; Mg = 24 ; Cl = 35,5 ; Ca = 40

(1) Hitunglah massa dari:

- 1 mol kalsium karbonat
- 4 mol magnesium klorida

(2) Berapa mol air yang terdapat dalam 36 gram air?

B. LARUTAN

Suatu bentuk campuran yang paling lazim adalah larutan. Di alam, sebagian besar reaksi berlangsung dalam larutan air. Contohnya, cairan tubuh, baik tumbuhan, hewan maupun manusia, merupakan larutan dari berbagai jenis zat.

Apabila kita mencampurkan gula dengan air kemudian kita aduk, ternyata gula larut, maka kita memperoleh larutan gula. Dalam larutan itu, kita tidak dapat membedakan lagi partikel gula dari partikel air walaupun menggunakan mikroskop ultra. Oleh karena itu, larutan didefinisikan sebagai campuran homogen dari dua jenis atau lebih zat.

Dalam pembicaraan sehari-hari, larutan diartikan sebagai campuran yang berbentuk cair. Sebenarnya, larutan ada juga yang berbentuk gas dan padat. Contoh larutan yang berbentuk gas adalah udara. Udara merupakan campuran berbagai macam gas, seperti nitrogen, oksigen,

karbondioksida dan lain-lain. Contoh larutan yang berbentuk padat adalah emas 22 karat yang merupakan campuran antara emas dengan tembaga atau logam lain.

Larutan dibedakan atas zat pelarut (*solvent*) dan zat terlarut (*solute*). Pada larutan gula yang disebut di atas, air merupakan pelarut sedangkan gula merupakan zat terlarut. Biasanya komponen yang jumlahnya terbanyak dianggap sebagai pelarut. Akan tetapi, jika menyangkut air, dan larutannya berbentuk cair, maka air dianggap sebagai pelarut. Contoh alkohol 70% dianggap sebagai larutan alkohol dalam air.

C. JENIS LARUTAN

Larutan dapat digolongkan ke dalam larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit berdasar daya hantar listriknya. Larutan elektrolit menghantar arus listrik sedangkan larutan nonelektrolit tidak menghantar arus listrik.

Air murni adalah penghantar listrik yang sangat buruk. Akan tetapi, jika ke dalam air dilarutkan garam dapur maka larutan ini dapat menghantar listrik dengan baik. Tetapi apabila ke dalam air dimasukkan gula tebu, maka larutan ini tidak dapat menghantar listrik. Larutan yang dapat menghantarkan listrik disebut larutan elektrolit, sedangkan larutan yang tidak dapat menghantar listrik disebut larutan nonelektrolit.

- Contoh larutan elektrolit: larutan garam dapur (NaCl), larutan cuka (CH_3COOH), larutan H_2SO_4 , air laut
- Contoh larutan nonelektrolit: larutan gula, larutan alkohol, larutan urea

Daya hantar listrik suatu larutan elektrolit tergantung pada jenis dan konsentrasinya, Larutan yang mempunyai daya hantar relatif baik walaupun konsentrasinya rendah disebut larutan elektrolit kuat. Sedangkan larutan yang daya hantar listriknya buruk walaupun konsentrasinya relatif besar disebut larutan elektrolit lemah. Pada konsentrasi yang sama, larutan elektrolit kuat menghantar listrik lebih baik daripada larutan elektrolit lemah.

- Contoh larutan elektrolit kuat: larutan garam dapur (NaCl), larutan H_2SO_4 , larutan NaOH
- Contoh larutan elektrolit lemah: larutan asam cuka (CH_3COOH), larutan amonia

D. KONSENTRASI LARUTAN

Jumlah relatif zat terlarut dalam larutan dinyatakan dalam konsentrasi larutan. Larutan yang berkonsentrasi besar disebut larutan pekat, sedangkan larutan yang berkonsentrasi kecil disebut larutan encer.

Konsentrasi larutan dinyatakan dalam berbagai macam satuan. Satuan konsentrasi yang sudah dipelajari pada materi sebelumnya adalah persen massa, persen volume, bagian persepuluhan (bpj atau ppm). Pada bab ini, akan dipelajari satuan konsentrasi yang berupa kemolaran (M).

D. 1. KEMOLARAN (M)

Kemolaran (M) menyatakan jumlah mol zat terlarut dalam satu liter larutan. Kemolaran dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$M = \frac{n}{V}$$

Persamaan tersebut dapat dimodifikasi menjadi:

$$n = M \times V$$

dengan: M = kemolaran (mol/liter)

n = jumlah mol (mol)

V = volume (liter)

Larutan garam dapur (NaCl) 1 molar (1 M) adalah larutan yang mengandung 1 mol NaCl dalam tiap satu liter larutan.

Contoh:

1. Berapa molar konsentrasi larutan yang mengandung 2 gram NaOH dalam 100 mL larutan?

Diketahui Ar H = 1 ; O = 16 ; Na = 23

Jawab:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{2}{23+16+1} = \frac{2}{40} = 0,05 \text{ mol}$$

$$V = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,1} = 0,5 \text{ M}$$

2. Berapa konsentrasi larutan yang mengandung 11,1 gram CaCl₂ dalam volume larutan sebanyak 200 mL? Diketahui Ar Cl = 35,5 ; Ca = 40
3. Berapa mol NaOH yang terdapat dalam 200 mL larutan NaOH 0,4 M?

D. 2. PENGECERAN

Konsentrasi larutan dapat diperkecil dengan jalan menambahkan zat pelarut. Sebaliknya, konsentrasi larutan dapat diperbesar dengan menambah zat terlarut atau mencampurnya dengan larutan sejenis yang lebih pekat.

Pada pengenceran, volume dan kemolaran larutan berubah, tetapi jumlah mol sebelum dan sesudah proses pengenceran selalu tetap. Oleh karena itu berlaku persamaan:

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

dengan: V_1 = volume larutan mula-mula

M_1 = konsentrasi larutan mula-mula

V_2 = volume larutan setelah pengenceran

M_2 = konsentrasi larutan setelah pengenceran

Contoh:

1. Berapa mL air harus dicampur dengan 100 mL larutan NaCl 0,5 M sehingga konsentrasinya menjadi 0,2 M?

Jawab:

Misal volume air yang harus ditambah = x mL

Maka volume akhir larutan = (100 + x) mL

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$100 \cdot 0,5 = (100 + x) \cdot 0,2$$

$$50 = 20 + 0,2x$$

$$30 = 0,2x$$

$$x = \frac{30}{0,2}$$

$$x = 150 \text{ mL}$$

2. Berapa mL air yang harus ditambahkan ke dalam 200 mL larutan HCl 0,7 M supaya konsentrasinya menjadi 0,5 M?.
3. Berapa mL larutan etanol 100% yang harus ditambahkan ke dalam 100 ml larutan etanol 20% untuk membuat larutan etanol 50%?

BAB VI STRUKTUR ATOM

A. MODEL ATOM

1. Model Atom Dalton

Menurut Dalton, atom adalah suatu partikel kecil yang sudah tidak dapat dibagi lagi.

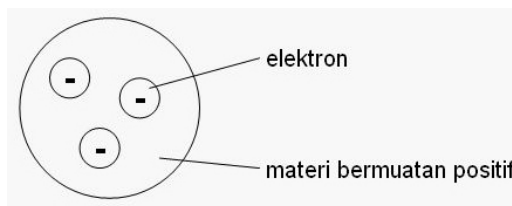


atom H atom N

Model atom Dalton gugur setelah keberhasilan penemuan elektron.

2. Model Atom Thompson

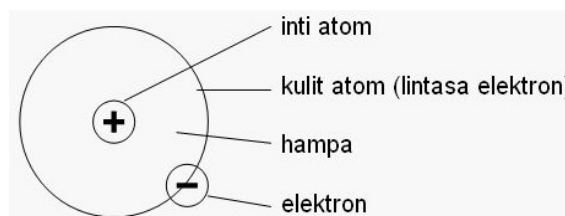
Model atom Thompson dikenal dengan model roti kismis.



Menurut Thompson, atom terdiri dari materi bermuatan positif (+) dan di dalamnya tersebar elektron, seperti kismis dalam roti kismis. Secara keseluruhan, atom bersifat netral.

3. Model Atom Rutherford

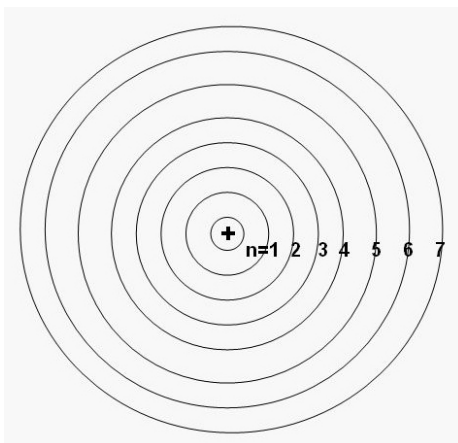
Model atom semakin berkembang dengan ditemukannya inti atom. Melalui percobaan selanjutnya, diketahui bahwa inti atom terdiri dari proton dan neutron. Kemudian Rutherford mengusulkan model atom sebagai berikut:



Kelemahan model atom Rutherford adalah bahwa model tersebut tidak dapat menjelaskan mengapa elektron tidak tersedot jatuh ke inti atom.

4. Model Atom Niels Bohr

Karena adanya kelemahan pada model atom Rutherford, maka Niels Bohr mengusulkan model berikut:



Tetapi model atom Bohr tidak dapat menjelaskan spektrum atom atau ion yang berelektron banyak. Hal terpenting dari teori Bohr yang sampai saat ini masih diterima adalah gagasan tentang tingkat energi (kulit atom).

5. Model Atom Mekanika Kuantum (Mekanika Gelombang)

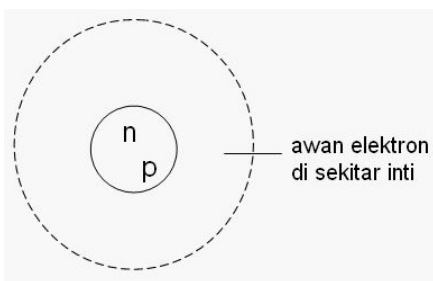
Beberapa penemuan penting yang mendasari model atom ini adalah:

- Menurut de Broglie, gerakan partikel yang bergerak dengan kecepatan mendekati kecepatan cahaya mempunyai sifat gelombang. Contohnya adalah gerakan elektron mengitari inti atom.
- Menurut Heisenberg, posisi elektron tidak dapat ditentukan dengan pasti. Yang dapat ditentukan hanyalah kebolehjadian menemukan elektron. Daerah dalam ruang di sekitar inti atom dengan kebolehjadian menemukan elektron disebut orbital.

Model atom mekanika kuantum mempunyai persamaan dengan model atom Bohr dalam hal adanya tingkat energi (kulit atom). Perbedaan dari kedua model tersebut terletak pada bentuk lintasan elektron. Bohr menggambarkan lintasan berupa lingkaran dengan jari-jari tertentu, sedang model mekanika kuantum berupa orbital.

B. SUSUNAN ATOM

Menurut pandangan modern, atom terdiri dari inti yang bermuatan positif (yang terdiri dari proton dan neutron) dan awan partikel bermuatan negatif (yang disebut elektron). Elektron senantiasa bergerak mengelilingi inti atom. Inti atom sangat kecil jika dibandingkan terhadap atom secara keseluruhan, tetapi sangat pejal.



Tabel 1. Hubungan harga n, lambang kulit, jumlah orbital dan jumlah elektron

n	Lambang Kulit	Jumlah Orbital	Jumlah Elektron
1	K	1	2
2	L	4	8
3	M	9	18
4	N	16	32
n		n^2	$2n^2$

C. NOMOR ATOM (Z) DAN NOMOR MASSA (A)

Nomor atom (Z) : jumlah proton (p) dalam suatu atom

$$Z = p \quad \dots\dots\dots (1)$$

Nomor massa (A): jumlah proton (p) dan neutron (n) dalam suatu atom

$$A = p + n \quad \dots\dots\dots (2)$$

Jumlah elektron dapat ditentukan dengan cara:

- Pada atom netral: $e = p$
- Pada atom bermuatan +X: $e = p - X$
- Pada atom bermuatan -X: $e = p + X$

Secara umum, susunan suatu atom dinyatakan dengan notasi:



dengan: Y = lambang atom

Z = nomor atom

A = nomor massa

D. KONFIGURASI ELEKTRON

Konfigurasi elektron menggambarkan persebaran elektron dalam kulit atom. Aturan penulisan konfigurasi elektron untuk unsur golongan A adalah sebagai berikut:

1. Pengisian kulit dimulai dari tingkat energi terendah kemudian ke tingkat energi tinggi.
2. Isi penuh sebanyak mungkin kulit, dimulai dari kulit K. Kemudian hitung jumlah elektron yang tersisa.
3. Misal kulit terakhir yang terisi penuh adalah kulit ke n, maka kulit berikutnya, yaitu kulit ke (n+1) diisi maksimum sama dengan kulit n. Jika elektron yang tersisa tidak cukup, diisi sama dengan kulit ke (n - 1), dan seterusnya.
4. Jika jumlah elektron tersisa ≤ 8 , ditempatkan pada kulit berikutnya.
5. Jumlah maksimum elektron pada kulit terluar adalah 8.

Tabel 2. Beberapa Konfigurasi Elektron Unsur

Z	Unsur	K	L	M	N	O	P
2	He	2					
3	Li	2	1				
11	Na	2	8	1			
18	Ar	2	8	8			
20	Ca	2	8	8	2		
31	Ga	2	8	18	3		
36	Kr	2	8	18	8		
37	Rb	2	8	18	8	1	
49	In	2	8	18	18	3	
56	Ba	2	8	18	18	8	2
84	Po	2	8	18	32	18	6

E. ELEKTRON VALENSI

Elektron valensi adalah elektron yang terdapat pada kulit terluar. Elektron valensi berperan pada pembentukan ikatan antar atom dalam membentuk senyawa. Oleh karena itu, sifat kimia unsur banyak ditentukan oleh elektron valensinya. Unsur yang mempunyai elektron valensi sama, ternyata mempunyai sifat yang mirip.

BAB VII IKATAN KIMIA

Sebagian besar partikel materi adalah berupa molekul atau ion. Hanya beberapa partikel materi saja yang berupa atom.

Contoh:

- 1) Gas nitrogen (N_2) adalah gabungan dari 2 atom nitrogen.
- 2) Air (H_2O) terdiri dari gabungan 2 atom hidrogen dengan 1 atom oksigen.
- 3) Magnesium klorida ($MgCl_2$) adalah gabungan 1 ion magnesium (Mg^{2+}) dengan 2 ion klorida (Cl^-).

Atom-atom dalam molekul atau ion tersebut diikat oleh suatu gaya yang disebut ikatan kimia. Apabila unsur-unsur bereaksi membentuk senyawa, terbentuk ikatan kimia antara atom-atom penyusunnya. Ikatan kimia adalah gaya tarik-menarik yang kuat antara atom-atom tertentu di dalam suatu zat. Sifat-sifat suatu zat sebagian ditentukan oleh ikatan kimia antara atom-atom pembentuknya.

Dalam bab ini akan dipelajari ikatan ion, ikatan kovalen, ikatan kovalen rangkap, ikatan logam dan ikatan hidrogen.

A. IKATAN ION

Unsur logam cenderung bereaksi dengan unsur non logam untuk membentuk senyawa ion. Unsur logam cenderung bermuatan positif, sedangkan unsur non logam cenderung bermuatan negatif. Ion positif dan ion negatif cenderung untuk mengadakan gaya tarik-menarik. Gaya tarik menarik ini disebut ikatan ion.

Ikatan ion terbentuk karena gaya tarik-menarik antara ion yang berlawanan muatan sebagai akibat dari serah terima elektron dari suatu atom ke atom lain. Ikatan ion terbentuk antara unsur logam dan unsur non logam.

Contoh:

1. $Na^+ + Cl^- \rightarrow NaCl$
2. $Mg^{2+} + Cl^- \rightarrow MgCl_2$
3. $Na^+ + O^{2-} \rightarrow Na_2O$

Ikatan ion juga dapat terbentuk dari gaya tarik-menarik antara ion logam/non logam dengan ion poliatom. Ion poliatom adalah ion yang terdiri atas lebih dari satu jenis atom.

Contoh:

1. $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3$
2. $Na^+ + SO_4^{2-} \rightarrow Na_2SO_4$
3. $NH_4^+ + Cl^- \rightarrow NH_4Cl$

Beberapa sifat senyawa ion:

1. Pada suhu kamar berbentuk padat
2. Titik leleh dan titik didih relatif tinggi.
3. Rapuh, hancur jika dipukul.
4. Lelehannya menghantarkan listrik.
5. Larutannya (dalam air) dapat menghantarkan listrik.

B. IKATAN KOVALEN

Senyawa ion biasanya mempunyai titik leleh dan titik didih yang relatif tinggi. Sedangkan zat-zat lain di sekitar kita banyak yang berupa molekul gas, zat cair dan zat padat yang titik lelehnya rendah. Senyawa-senyawa tersebut tidak dihubungkan oleh ikatan ion, tetapi oleh ikatan kovalen.

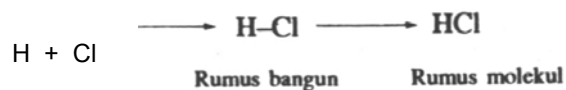
Unsur non logam selain bereaksi dengan unsur logam, juga bisa bereaksi dengan sesama unsur non logam. Tetapi apabila dua unsur non logam bergabung untuk membentuk suatu senyawa, akan terbentuk molekul yang netral, bukan suatu ion. Tarik menarik dalam molekul tidaklah timbul karena adanya serah terima elektron, melainkan karena atom-atom itu menggunakan bersama-sama elektron tersebut.

Ikatan kovalen terjadi karena pemakaian bersama pasangan elektron oleh atom yang berikatan.
Ikatan kovalen terdapat antar unsur nonlogam.

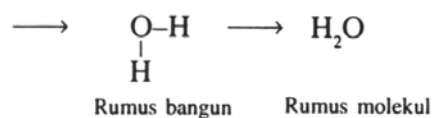
Ikatan kimia yang terjadi karena penggunaan bersama pasangan elektron disebut ikatan kovalen. Ikatan kovalen cenderung terjadi pada sesama unsur nonlogam. Unsur nonlogam cenderung menarik elektron, tetapi tidak mungkin terjadi serah terima elektron. Oleh karena unsur nonlogam berikatan dengan pemakaian bersama pasangan elektron.

Beberapa contoh ikatan kovalen:

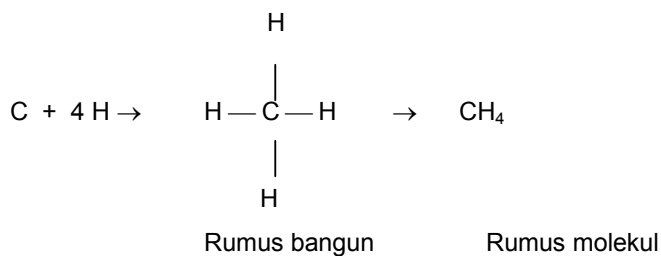
1. Satu atom H berikatan dengan 1satu atom Cl:



2. Dua atom H berikatan dengan satu atom O:



3. Satu atom C berikatan dengan empat atom H:



C. IKATAN KOVALEN RANGKAP

Ikatan kovalen rangkap melibatkan pemakaian bersama lebih dari satu pasang elektron oleh atom yang berikatan.

Contoh:



D. IKATAN HIDROGEN

Ikatan hidrogen adalah merupakan gaya tarik-menarik antar molekul dalam suatu senyawa. Ikatan hidrogen terjadi antara atom H pada suatu molekul dengan atom F, O atau N pada molekul lain. Oleh karena itu, ikatan hidrogen terjadi pada molekul yang mempunyai ikatan:

1. H—F
2. H—O
3. H—N

Ikatan hidrogen merupakan ikatan yang cukup kuat. Oleh karena itu, molekul yang memiliki ikatan hidrogen akan mempunyai titik didih yang cukup tinggi.

E. IKATAN LOGAM

Atom logam tersusun menurut bentuk tertentu yang teratur. Hal ini disebabkan karena adanya ikatan logam antara atom-atom logam tersebut. Ikatan logam merupakan ikatan yang kuat, oleh karena itu logam memiliki titik didih dan titik leleh yang relatif tinggi. Selain itu, ikatan logam juga berperan pada konduktivitas logam terhadap panas dan listrik. Lelehan logam juga masih mengandung ikatan logam. Pada saat leleh, ikatan logam menjadi lebih longgar, tetapi tidak putus. Ikatan logam hanya terputus ketika logam mendidih.

BAB VIII SISTEM KOLOID

Koloid adalah campuran yang keadaannya terletak antara larutan dan suspensi. Perbandingan sifat larutan, koloid dan suspensi adalah sebagai berikut:

Larutan	Koloid	Suspensi
1. Homogen	1. Tampak homogen, tetapi bisa dibedakan dengan mikroskop ultra	1. Heterogen
2. Satu fase	2. Dua fase	2. Dua fase
3. Stabil	3. Pada umumnya stabil	3. Tidak stabil
4. Tidak dapat disaring	4. Tidak dapat disaring kecuali dengan penyaring ultra	4. Dapat disaring
Contoh: Larutan garam dalam air	Contoh: campuran susu dan air	Contoh: campuran kapur dan air

Sistem koloid erat hubungannya dengan kehidupan. Dalam kehidupan, sistem koloid terdapat pada darah, susu, keju, nasi, roti, cat, dan lain-lain.

Kosmetik yang digunakan sehari-hari dapat berupa larutan, koloid maupun suspensi. Produk kosmetik yang berupa larutan misalnya adalah toner dan cologne. Sedangkan produk kosmetik yang berupa suspensi misalnya lipstik dan nail polish.

A. JENIS KOLOID

Sistem koloid adalah pencampuran dua macam zat, yang terdiri dari komponen zat terlarut dan komponen pelarut. Komponen zat terlarut disebut fase terdispersi, sedangkan komponen pelarut disebut medium dispersi

Berdasarkan wujud fase terdispersi dan medium dispersi dikenal delapan macam koloid:

Fase terdispersi	Medium dispersi	Nama koloid	Contoh
gas	cair	Busa/buih	Busa sabun, busa air laut, krim kocok
gas	padat	Buih padat	Batu apung, karet busa
cair	gas	Aerosol	Awan, kabut
cair	cair	Emulsi	Susu, krim, santan, minyak ikan
cair	padat	Emulsi padat	Keju, mentega, jelly
padat	gas	Aerosol padat	Asap, debu di udara
padat	cair	Sol	Cat, kanji, tinta
padat	padat	Sol padat	Paduan logam, kaca berwarna

B. SIFAT KOLOID

1. Efek Tyndall (John Tyndall 1820-1893)

Efek Tyndall adalah adanya gejala penghamburan berkas cahaya oleh partikel-partikel koloid. Apabila seberkas cahaya diatuhkan ke dalam sistem koloid, maka cahaya akan dihamburkan. Apabila seberkas cahaya diatuhkan ke dalam sistem larutan, maka cahaya akan diteruskan. Dalam kehidupan sehari-hari. Efek Tyndall dapat diamati pada sorot lampu mobil pada malam yang berkabut atau sorot lampu proyektor dalam gedung bioskop.

2. Gerak Brown (Robert Brown, 1773 –1858)

Apabila mikroskop difokuskan pada suatu dispersi koloid yang disinari tegak lurus pada sumbu mikroskop, maka akan terlihat partikel-partikel koloid yang senantiasa bergerak lurus tapi tidak menentu (zig-zag).

C. KOLOID LIOFIL DAN LIOFOB

Koloid yang mempunyai medium dispersi cair dibedakan menjadi koloid liofil dan koloid liofob. Liofil berarti suka cairan, liofob berarti benci cairan. Apabila medium dispersinya berupa air, maka kedua koloid di atas tersebut koloid hidrofil dan koloid hidrofob.

D. PEMBUATAN SISTEM KOLOID

Ukuran partikel koloid terletak antara ukuran partikel larutan dan suspensi. Oleh karena itu, sistem koloid dapat dibuat dengan cara pengelompokan (agregasi) partikel larutan atau dengan menghaluskan bahan kasar kemudian mendispersikannya dalam medium pendispersi. Cara yang pertama disebut kondensasi, sedang cara yang kedua disebut dispersi.

Ada beberapa cara pembuatan koloid, yaitu:

1. Cara kondensasi

Dengan cara ini, partikel-partikel larutan sejati bergabung menjadi partikel-partikel koloid.

a. Cara Kimia

Partikel-partikel koloid dibentuk dari partikel larutan sejati melalui reaksi kimia, seperti redoks dan hidrolisis. Pertumbuhan partikel yang terlalu cepat pada pembuatan koloid dengan cara ini harus dihindari karena akan menyebabkan gagalnya pembentukan koloid.

b. Cara Fisika

Menurunkan kelarutan zat terlarut dengan cara mengubah pelarut atau mendinginkan larutan. Contohnya pada pembuatan lotion atau cream. Lotion atau cream dibuat dengan cara menambahkan fase minyak ke dalam fase air panas. Kemudian campuran tersebut diaduk dan didinginkan.

2. Cara dispersi

Adalah cara pembuatan sistem koloid dengan mengubah partikel-partikel kasar menjadi partikel koloid.

Perubahan partikel kasar menjadi koloid dapat dilakukan dengan:

a. Cara mekanik

Dilakukan dengan pemecahan dan penggilingan menggunakan penggilingan koloid. Secara sederhana dapat digunakan lumpang dan alu kecil. Zat yang akan didispersikan kemudian diaduk bersama-sama dengan medium dispersinya sampai terbentuk koloid.

b. Cara peptisasi

Menambahkan zat pemecah (pemeptisasi) ke dalam butir-butir kasar sehingga memecahkan gumpalan-gumpalan endapan menjadi partikel-partikel koloid.

c. Cara dispersi dalam gas

Penyemprotan cairan menggunakan alat atomizer (pengatom) atau sprayer membentuk aerosol.

Misal : penyemprotan parfum, insektisida, dsb

E. CONTOH SISTEM KOLOID PADA PRODUK KOSMETIK

1. Spray Cologne dan Parfum

Spray cologne dan parfum merupakan sistem aerosol. Aerosol adalah sistem koloid dengan fase terdispersi padat atau cair dalam medium dispersi gas.

2. Cream dan Lotion

Cream dan lotion merupakan emulsi. Emulsi adalah sistem koloid dengan fase dispersi cair dan medium dispersi cair, oleh karena itu satu jenis cairan terdispersi di dalam cairan yang lain.

Ada dua jenis emulsi:

- Emulsi tipe O/W : jika bola-bola minyak berada di dalam air
- Emulsi tipe W/O : jika bola-bola air berada di dalam minyak

Air tidak saling melarutkan dengan minyak, oleh karena itu emulsi harus distabilkan oleh emulsifier untuk mencegah pemisahan air dengan minyak. Emulsi dalam produk kosmetik dapat berupa produk akhir (misalnya moisturiser) dan dapat pula berupa bahan dasar untuk produk kosmetik yang lain (misalnya sunscreen). Emulsi tipe O/W mempunyai tekstur lembut/halus ketika diaplikasikan pada kulit, sedangkan emulsi tipe W/O memiliki tekstur kasar..

Light cream atau lotion biasanya merupakan emulsi tipe O/W, sedangkan hand cream biasanya adalah emulsi tipe W/O.

3. Sunscreen

Sunscreen cream atau lotion sebenarnya hampir sama dengan cream atau lotion. Sunscreen mengandung bahan yang dapat menyerap sinar ultraviolet pada sistem emulsinya. Kadang-kadang bahan penyerap sinar UV tersebut adalah komponen minyak dalam cream atau lotion. Sebagian besar bahan penyerap sinar UV yang digunakan pada sunscreen adalah pigmen titanium dioksida yang berukuran sangat kecil. Pigmen ini lebih efektif sebagai bahan penyerap sinar UV dan tidak berminyak di kulit. Pigmen ini biasanya didispersikan pada bahan oily yang terdapat pada cream/lotion.

4. Concealer

Concealer adalah light lotion dengan kandungan pigmen yang sesuai dengan warna kulit yang terdispersi dalam emulsi tipe O/W atau W/O (cream atau lotion). Stabiliser perlu ditambahkan ke dalam concealer untuk mencegah pengendapan pigmen. Stabiliser berbeda dengan emulsifier. Emulsifier dapat mempercepat terbentuknya emulsi, sedangkan stabiliser akan melindungi permukaan zat terdispersi supaya tidak terjadi pengendapan (koagulasi).

5. Alcoholic and hydroalcoholic gel (hair gel, fragrance gel)

Gel adalah koloid liofil (hidrofil) yang setengah kaku. Gel terjadi jika fase terdispersi menyerap banyak sekali medium dispersinya sehingga menjadi sangat kental dan hampir padat.