

# SISTEM KOLOID

---

## Pengenalan

Kajian mengenai koloid bermula pada awal kurun ke 19 oleh Graham. Sistem koloid yang mula dikaji ialah jelatin dan gam. Perkataan koloid adalah berasal dari perkataan Greek yang bermaksud gam. Sistem koloid berada di antara sistem larutan benar dan ampaian. Larutan benar adalah larutan yang mengandungi molekul atau ion seperti larutan gula dan garam. Manakala ampaian adalah zarah-zarah yang terdiri lebih dari satu molekul dan cukup besar untuk dilihat dengan mata. Saiz zarah koloid lebih kurang 5nm hingga 200 nm dan hanya boleh dilihat menerusi mikroskop. Julat saiz ini hampir sama dengan jejari molekul kanji atau protein. Zarah koloid terdiri daripada agregat banyak molekul atau agregat satu molekul seperti AgCl, As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, Au, protein, kanji dan polimer. Sistem koloid merupakan sistem dua fasa kerana terdapat permukaan yang memisahkan zarah atau fasa sebaran dan medium sebaran. Pada permukaan terdapat sifat jerapan dan keupayaan elektrik.

## Pengkelasan koloid

Koloid dikelaskan kepada beberapa jenis bergantung kepada fasa dan media sebaran. Jenis koloid dan contoh-contoh ditunjuk dalam Jadual 1

Medium sebaran	Fasa sebaran	Nama Sistem	Contoh
gas	cecair	aerosol	kabus, awam
gas	pepejal	aerosol	asap
cecair	gas	foam(busa)	krim
cecair	cecair	emulsi	susu, magnesia
cecair	pepejal	sol	sol emas, cat
pepejal	gas	busa pepejal	Pumika, marshmallow
pepejal	cecair	Emulsi pepejal	Jeli, mentega
pepejal	pepejal	gel	kaca rubi

Jadual 1 Jenis dan contoh koloid

## **Jenis Sol**

Terdapat dua jenis sol iaitu sol liofobik dan sol liofilik. Jika media serakan ialah air sol dikenali sebagai sol hidrofobik dan sol hidrofilik. Contoh sol hidrofobik ialah  $As_2S_3$ , Au dan AgCl. Fasa serakan tidak terserak dalam air secara spontan atau kurang afiniti terhadap air maka ia tidak stabil. Ia mudah digumpalkan oleh penambahan elektrolit. Koloid hidrofobik adalah stabil kerana terdapat jerapan ion pada zarah koloid dan menyebabkan zarah bercas dan saling tolak menolak. Contoh sol hidrofilik ialah selulosa, protein, polimer surfaktan. Fasa serakan mempunyai afiniti yang kuat terhadap pelarut. Sol jenis ini adalah stabil.

## **Penyediaan sol hidrofobik**

Dua cara penyediaan sol hidrofobik iaitu kaedah kondensasi dan kaedah serakan. Kaedah kondensasi merupakan kaedah kimia dimana zarah koloid dibina daripada molekul tunggal di mana satu larutan tepu campuran disediakan dalam medium serakan dengan mengawal suhu dan kepekatan medium serakan yang rendah. Kaedah serakan merupakan kaedah fizikal dimana zarah koloid disediakan dengan memecahkan fasa serakan kepada zarah koloid.

## **Kaedah kondensasi**

Fasa serakan adalah dalam keadaan larutan benar. Tindak balas kimia menghasilkan sol dan dilakukan secara berhati-hati dengan mengawal kepekatan bagi mencegah pengumpulan. Terdapat berbagai kaedah kondensasi bagi penyediaan sol hidrofobik.

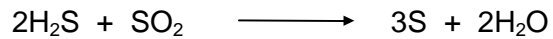
## **Penurunan**

Tindak balas penurunan melibatkan garam atau oksida logam. Agen penurunan yang digunakan ialah formaldehid, hidrogen, karbon monoksida, hidrazina, hidroksilamina dan tanmin. Contoh: koloid emas. Beberapa titis AuCl 0.1% ditambahkan ke dalam 100 ml air. Tambahkan sedikit  $K_2CO_3$  untuk peneutralan larutan terhasil. Tambahkan bahan penurunan tannin. Tannin juga

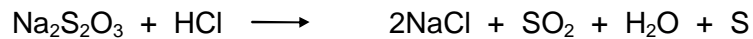
berfungsi sebagai agen pelindung koloid Au daripada mengumpal. Koloid logam lain seperti koloid perak.

### **Pengoksidaan**

Sol sulfur disediakan secara pengoksidaan hidrogen sulfida dengan sulfur dioksida.



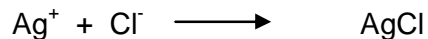
atau mengasidkan larutan natrium tiosulfat



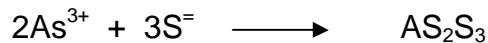
Sol ini kurang stabil kerana terdapat NaCl.

### **Keseimbangan ion**

Koloid AgCl disediakan dengan menambahkan larutan AgNO<sub>3</sub> kepada larutan NaCl yang cair. Satu larutan keruh terhasil tetapi tiada mendakan



Koloid arsenik sulfida disediakan secara menambahkan larutan hidrogen sulfida kepada larutan arsenious oksida



## **4. Kaedah hidrolisis**

Kaedah ini digunakan untuk menyediakan sol oksida dan hidroksida. Contoh: sol ferik oksida disediakan dengan cara larutan FeCl<sub>3</sub> dimasukkan dalam air mendidih.



### **Kaedah pertukaran pelarut**

Contoh sulfur larut dalam alkohol tetapi tidak larut dalam air. Sol sulfur disediakan dengan menambahkan larutan sulfur dalam etanol tepu ke dalam air berlebihan dan dikacau.

### **Kaedah serakan**

#### **Pencanaian koloid**

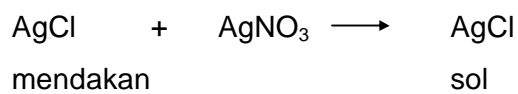
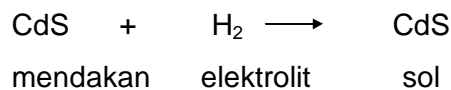
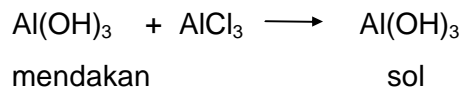
Bahan dihancurkan/dicanai sehingga menghasilkan zarah-zarah bersaiz koloid dan diserakkan dalam media. Contoh sol sulfur

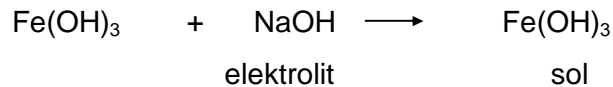
#### **Penyepaian elektrik - kaedah Bredig**

Arka dihasilkan diantara dua elektrod logam dalam air (Rajah 13.1). Arka yang dihasilkan menyebabkan suhu tinggi dan mengubah logam kepada wap. Wap dikondensasikan dalam air. membentuk zarah koloid - contoh sol Au, Pt, dan Ag.

#### **Kaedah Peptisasi**

Penyerakan bahan dilakukan oleh 'agen peptisasi'. Agen peptisasi adalah elektrolit. Tambahkan sedikit elektrolit kepada bahan yang akan menjadi koloid. Bahan akan menjerap ion elektrolit menyebabkan zarah bercas dan saling tolak menolak. Contoh:





## Penyediaan Koloid liofobik

Penyediaan sol adalah secara serakan spontan dalam pelarut atau kaedah peptidaan seperti selulosa yang dilarutkan dalam campuran etanol-eter.

## Sifat koloid

### Gerakan Brown

Zarah-zarah koloid sentiasa bergerak secara gerakan rawak dan pantas. Gerakan ini dikenali sebagai gerakan Brown.

### Penyerakan cahaya

Zarah koloid masih dapat dikesan secara optik. Apabila alur cahaya dituju kepada larutan benar lintasan cahaya tidak dapat dikesan. Jika terdapat zarah koloid, alur lintasan cahaya dapat kesan kerana zarah koloid menyerakkan cahaya. Kesan ini dikenali sebagai kesan Tyndall. Akibatnya keamatan sinar yang diserakan I lebih tinggi daripada sinar tuju  $I_0$

$$I = I_0 e^{-\tau}$$

dimana  $\tau$  ialah kekeruhan (turbidity) dan I ialah panjang lintasan cahaya.

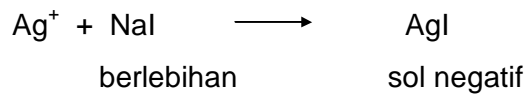
### Sifat elektrik

Apabila dua elektrod diletakkan dalam sol dan dikenakan keupayaan elektrik, zarah akan bergerak kepada satu arah. Ini menunjukkan zarah koloid bercas. Pergerakan zarah koloid dalam medan elektrik disebut elektroforesis. Pergerakan ini berlaku disebabkan oleh keupayaan elektrokinetik. Ia wujudnya kerana terdapat lapisan ganda dua elektrik pada permukaan.

## Kestabilan koloid

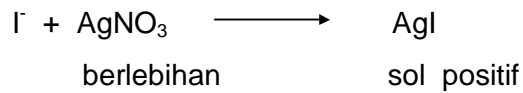
### Kestabilan sol liofobik

Kehadiran cas pada zarah koloid liofobik menentukan kestabilan. Penolakan di antara zarah yang sama cas menahan zarah saling mendekati untuk menggumpal. Cas pada zarah koloid dihasilkan melalui penjerapan ion. Jika larutan argentum ( $\text{Ag}^+$ ) ditambah berlebihan pada larutan  $\text{NaI}$ , sol  $\text{AgI}$  bercas negatif terbentuk kerana  $\text{I}^-$  terjerap (Rajah 2).



Rajah 2

Jika ion  $\text{I}^-$  cair ditambah  $\text{AgNO}_3$  berlebihan sol bergas positif terbentuk kerana  $\text{Ag}^+$  terjerap (Rajah 13.3)



Rajah 3

## **Kestabilan sol liofilik**

Bagi sol liofilik kestabilan sol wujud kerana bahan sendiri mengion membentuk fasa sebaran. Contoh protein mempunyai cas positif atau negatif disebabkan pengionan kumpulan  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{NH}_3^+$ . Pada pH rendah protein bercas positif kerana terdapat  $\text{NH}_3^+$  pada pH tinggi molekul bercas negatif kerana terdapat  $-\text{COO}^-$  dan  $-\text{O}^-$ .

## **Kesan penambahan elektrolit**

Penambahan elektrolit mempengaruhi kestabilan zarah koloid kerana terdapat perubahan cas pada zarah. Sol liofobik sensitif terhadap penambahan elektrolit dimana penggumpalan mudah berlaku. Ini disebabkan ion yang berlawanan cas akan ditarik ke permukaan zarah (dijerap) melalui tarikan elektrostatik. Apabila cas pada zarah koloid berkurangan maka tolakan antara zarah koloid juga berkurangan. Bagi sol Au apabila NaCl ditambahkan,  $\text{Na}^+$  akan dijerap dan mengurangkan cas negatif, seterusnya mengurangkan tolakan. Semakin besar cas pada ion yang berlawanan semakin kuat kesan penggumpalan. Jika elektrolit yang ditambah mempunyai ion yang bercas besar, kepekatan ion yang kecil diperlukan untuk menggumpalkan zarah koloid. Sebaliknya ion bercas kecil memerlukan kepekatan yang lebih besar untuk menggumpalkan zarah. Aturan ini disebut aturan Schulze-Hardy. Bagi koloid liofilik, kepekatan elektrolit yang tinggi diperlukan untuk menggumpalkan koloid. Ini disebabkan zarah koloid liofilik dilindungi beberapa lapisan air yang tertarik dan tidak mudah ditambusi oleh ion. Sol liofilik boleh dilindungi daripada penggumpalan penambahan ion dengan cara menambahkan koloid liofilik atau koloid pelindung.

## **Gel**

Dalam keadaan tertentu, sol liofilik boleh menggumpal dan menghasilkan bahan yang semikenyak bak kanji dan dikenali sebagai gel. Ada dua jenis gel iaitu gel kenyal dan gel tak kenyal. Gel kenyal seperti jeli, jem,

puding jagung. Gel tak kenyal seperti asid silisik atau silika gel,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  dan polimer hidrogel. Gel dibentuk dari molekul rantai panjang. Dalam bentuk gel, rantai molekul membentuk jaringan silang menyilang menyebabkan kelikatan bertambah dan menghasilkan bahan semipepejal.

Gel kenyal dihasil semula selepas penyahhidratan dengan penambahan air. Gel tak kenyal selepas penyahhidratan menghasilkan pepejal bak kaca dan tidak membentuk gel dengan penambahan air. Gel kenyal boleh menyerap pelarut dan mengembang. Gel tak kenyal boleh menyerap pelarut tetapi tidak mengembang. Air hanya memasuki melalui liang gel yang tegar. Isipadu gel tak kenyal tidak berubah.

## **Emulsi**

Emulsi ialah serakan satu jenis cecair dalam satu cecair lain yang saling tidak larut. Terdapat dua jenis cecair dalam emulsi iaitu air (w) dan minyak (o). Fasa serakan atau fasa dalaman adalah berbentuk titisan cecair tunggal (sama ada air atau minyak) yang terserak dalam bedia serakan atau fasa luaran (sama ada minyak atau air). Diameter titisan cecair ialah 0.1 hingga 1  $\mu\text{m}$  iaitu lebih besar daripada zarah sol. Dari rupa bentuk emulsi saiz titisan boleh diramalkan (Jadual 2). Terdapat dua jenis emulsi iaitu emulsi air dalam minyak (w/o) dan minyak dalam air (o/w). Emulsi w/o mempunyai rasa berminyak dan mempunyai struktur seperti kulit (*skin compatible*). Emulsi w/o adalah lambat pecah dan lambat meresap. Contoh emulsi w/o ialah krim (kosmetik), mentega dan marjerin. Emulsi o/w mempunyai rasa seperti air, ringan dan ia mudah pecah tetapi selesa. Emulsi adalah koloid hidrofobik, maka ia tidak stabil. Untuk menstabilkan emulsi, agen penstabil atau agen pengemulsi perlu ditambah. Bahan ini terjerap dengan mudah pada antara muka minyak dan air. Rantai hidrokarbon melarut dalam minyak dan kumpulan berkutub melarut dalam air. Tindakan agen pengemulsi ialah untuk mengurangkan tegangan antara muka di antara dua fasa. Tegangan permukaan yang tinggi menyebabkan permukaan



cecair menjadi kecil. Bila tegangan permukaan tinggi di antara fasa sebaran dan medium sebaran menyebabkan emulsi terpisah (setiap fasa menggumpal). Susu adalah contoh o/w di mana butiran lemak diserak dalam air dan distabilkan dengan protein kasein sebagai agen pengemulsi. Setiap agen pengemulsi mempunyai nilai HLB (hydrophilic lyophobic balance). Semakin tinggi nilai HLB semakin mudah ia larut dalam air. Emulsi w/o distabilkan oleh agen pengemulsi yang mempunyai nilai HLB rendah iaitu di antara 3 hingga 6. Contoh agen pengemulsi yang menstabilkan emulsi w/o ialah gliseril monostearat. Emulsi o/w distabilkan oleh agen pengemulsi yang mempunyai nilai HLB besar iaitu diantara 8 hingga 18. Contoh agen pengemulsi yang mempunyai nilai HLB 8-18 ialah *acacia*, metilselulosa, gelatin dan *xanthan*. Emulsi disediakan secara mengacau fasa serakan dalam media serakan dengan penambahan agen pengemulsi secara kuat untuk memecahkan fasa serakan. Untuk mengekalkan kestabilan emulsi bahan penstabil seperti makromolekul juga ditambah. Bahan penstabil akan membentuk lapisan pada permukaan titisan minyak. Titisan akan terhalang dari bertemu kerana faktor sterik. Bahan penstabil juga boleh larut dalam media serakan dan meningkatkan kelikatan emulsi.

Saiz titisan	Rupa bentuk
> 1 $\mu\text{m}$	Bak susu
0.1 - 1 $\mu\text{m}$	Putih kebiruan
0.05 – 0.1 $\mu\text{m}$	Separa lutsinar dan warna kelabu
< 0.05 $\mu\text{m}$	lutsinar

Jadual 2 Saiz dan bentuk emulsi

## Soalan

1. Sol raksa berbentuk sefera dengan diameter 0.7 nm. Berapakah luas permukaan zarah-zarah yang dihasilkan dari 1.0 g raksa jika ketumpatannya  $3.5 \text{ g cm}^{-3}$ .
2. Terangkan sifat-sifat sol hidrofobik dan hidrofilik.
3. Terangkan bagaimana sol hidrofobik distabilkan.
4. Anda dibekalkan larutan ferik klorida dan natrium hidroksida untuk menyediakan koloid ferik oksida berair.
  - a) Apakah nama kaedah penyediaan koloid ini?
  - b) Bagaimana menyediakan koloid bercas positif dan bercas negatif?
  - c) Bagaimana zarah-zarah koloid ini memiliki cas?
  - d) Bagaimana anda menentukan cas zarah koloid ini?
  - e) Koloid tersebut sensitif terhadap penambahan elektrolit. Terangkan peraturan Hardy-Schulze mengenai kesan penambahan elektrolit.
  - f) Berikan satu contoh elektrolit di mana ionnya bercas 1, 2 dan 3 bagi setiap jenis koloid yang disediakan (soalan b)
  - g) Koloid ini boleh dielakkan dari pemendakan dengan menambahkan sejenis koloid lain. Apakah nama koloid itu?
5. Terangkan bagaimana proses berikut dijalankan.
  - a) Pencegahan zarah lateks dari menggumpal.
  - b) Penggumpalan zarah lateks.
  - c) Pemendakan AgCl.
6. Terangkan bagaimana emulsi distabilkan.