

Kimia Koloid

A. PENDAHULUAN

Koloid adalah suatu bentuk campuran yang keadaannya antara larutan dan suspensi.

Koloid tergolong sistem dua fase, yaitu:

- 1) **Fase terdispersi (terlarut)**, adalah zat yang didispersikan, bersifat diskontinu (terputus-putus).
- 2) **Medium dispersi (pelarut)**, adalah zat yang menjadi medium untuk dispersi, bersifat kontinu (berkelanjutan).

Koloid tergolong campuran heterogen walau tampak homogen secara makroskopis, karena perbedaan partikel kedua fase masih dapat diamati secara mikroskopis.

Ciri-ciri sistem larutan:

- 1) Dispersi molekuler.
- 2) Sifat campuran homogen.
- 3) Dimensi partikel kurang dari 1 nm.
- 4) Sistem satu fase dan relatif stabil.
- 5) Tidak dapat disaring.

Contoh: larutan gula, larutan garam, alkohol, cuka, spirtus, air laut, bensin, udara bersih.

Ciri-ciri sistem suspensi:

- 1) Dispersi kasar.
- 2) Sifat campuran heterogen.
- 3) Dimensi partikel lebih dari 100 nm.
- 4) Sistem dua fase dan tidak stabil.
- 5) Dapat disaring.

Contoh: air keruh, air berpasir, kopi, air + minyak.

Ciri-ciri sistem koloid:

- 1) Dispersi koloid.
- 2) Sifat campuran homogen secara makroskopis, namun heterogen secara mikroskopis.
- 3) Dimensi partikel antara 1 – 100 nm.
- 4) Sistem dua fase dan relatif stabil.
- 5) Tidak dapat disaring, kecuali menggunakan penyaring ultra.

Contoh: tinta, cat, darah, sabun, asap, jelly, susu, santan, awan, kabut, busa, krim kocok, sitoplasma.

B. JENIS-JENIS KOLOID

Berdasarkan fase terdispersinya, koloid terdiri dari:

- 1) **Sol**, fase terdispersinya padat.
- 2) **Emulsi**, fase terdispersinya cair.
- 3) **Buih**, fase terdispersinya gas.

Fase terdispersi	Medium pendispersi	Jenis	Nama	Contoh
padat	padat	sol padat	sol padat	kaca berwarna, intan hitam
	cair	sol cair	sol	tinta, cat, darah, sabun, detergen, lumpur, lem
	gas	sol gas	aerosol padat	asap, udara berdebu
cair	padat	emulsi padat	gel	jelly, agar-agar, gelatin, mutiara
	cair	emulsi cair	emulsi	susu, santan, mayonnaise, minyak ikan
	gas	emulsi gas	aerosol cair	awan, kabut, obat nyamuk semprot, parfum
gas	padat	buih padat	buih padat	aerogel, batu apung, styrofoam, roti, marshmallow
	cair	buih cair	buih	buih sabun, krim kocok, krim cukur

Secara umum, koloid terdiri atas:

- 1) **Aerosol**



Aerosol adalah sebutan untuk koloid yang medium pendispersinya adalah gas.

Aerosol terbentuk karena adanya pendorong/propelan, misalnya kloro-fluorokarbon dan CO₂.

Contoh: asap, awan, kabut, obat nyamuk semprot, parfum, *hairspray*, cat semprot.

- 2) **Sol**



Sol adalah sebutan untuk partikel padat yang terdispersi dalam partikel cair.

Contoh: sol emas, sol belerang, sol kanji, tinta, cat, darah, sabun, detergen, lem, kecap, saus.

3) **Gel**

Gel adalah sebutan untuk partikel cair yang terdispersi dalam partikel padat.

Gel terbentuk dari sol liofil yang zat terdispersinya mengadsorpsi medium dispersi.

Gel disebut juga **koloid setengah kaku**, karena sifatnya cair namun agak padat.

Contoh: jelly, agar-agar, gelatin, mutiara, gel rambut, dan lain-lain.

4) **Emulsi**

Emulsi adalah sebutan untuk partikel cair yang terdispersi dalam partikel cair.

Emulsi terbentuk apabila partikel cair tidak saling melarutkan. Emulsi terbentuk karena adanya emulgator/pengemulsi yang menstabilkan campuran.

Contoh pengemulsi:

- Sabun membuat minyak dan air bercampur.
- Kasein mengemulsikan susu.
- Kuning telur mengemulsikan mayonnaise.

Emulsi terbagi menjadi:

a. **Emulsi minyak dalam air (M/A)**

Emulsi dimana minyak (zat yang tidak bercampur dengan air) terdispersi dalam air.

Contoh: santan, susu, lateks.

b. **Emulsi air dalam minyak (A/M)**

Emulsi dimana air terdispersi dalam minyak (zat yang tidak bercampur dengan air).

Contoh: mayonnaise, minyak ikan, minyak bumi, mentega.

5) **Buih**

Buih adalah sebutan untuk partikel gas yang terdispersi dalam partikel cair.

Buih terbentuk karena adanya pembuih yang menstabilkan campuran, misalnya sabun, detergen dan protein.

Buih terbentuk dari zat cair yang mengandung pembuih yang dialiri gas.

Contoh: buih sabun, krim kocok, krim cukur.

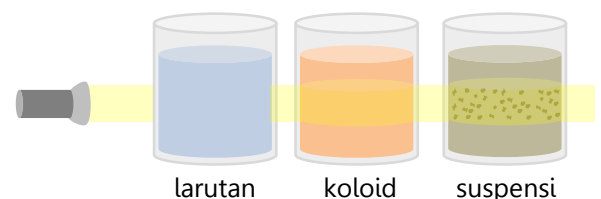
C. **SIFAT-SIFAT KOLOID**

Sifat-sifat koloid antara lain:

1) **Efek Tyndall**

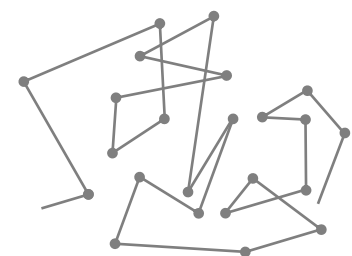
Efek Tyndall adalah efek penghamburan cahaya oleh partikel koloid.

Campuran	Cahaya
Larutan	diteruskan
Koloid	dihamburkan, partikel terdispersi tidak terlihat
Suspensi	dihamburkan, partikel terdispersi terlihat



Contoh efek Tyndall:

- Sorot lampu mobil ketika berkabut.
- Sorot lampu proyektor film dalam bioskop yang diberi asap.
- Berkas sinar matahari melalui celah daun pohon di pagi yang berkabut.

2) **Gerak Brown**

Gerak Brown adalah gerak acak zig-zag partikel koloid yang disebabkan oleh tumbukan tak setimbang antara partikel terdispersi dengan pendispersi.

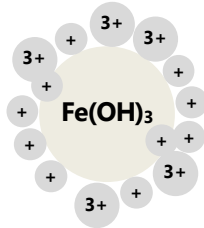
Gerak Brown menstabilkan koloid karena mengimbangi gaya gravitasi yang dapat menyebabkan pengendapan.

3) **Muatan koloid**

Muatan koloid terbentuk karena koloid dapat mengalami adsorpsi, elektroforesis dan koagulasi.

Muatan koloid menstabilkan koloid karena partikel-partikel koloid bermuatan sama sehingga saling tolak-menolak, sehingga menghindari penggumpalan.

4) **Adsorpsi** (penyerapan pada permukaan)



Adsorpsi adalah sifat partikel koloid yang dapat menyerap ion atau molekul netral pada permukaannya.

a. **Koloid positif** mengadsorpsi kation.

Contoh: sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$, sol $\text{Al}(\text{OH})_3$, pigmen pewarna, hemoglobin.

b. **Koloid negatif** mengadsorpsi anion.

Contoh: sol emas, sol perak, sol fosfor, sol As_2S_3 , tepung, tanah liat.

Contoh adsorpsi:

- Sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ bermuatan positif dan mengadsorpsi ion H^+ dan Fe^{3+} .
- Sol As_2S_3 bermuatan negatif dan mengadsorpsi ion S^{2-} .
- Sol AgCl bermuatan positif bila mengadsorpsi ion Ag^+ , bermuatan negatif bila mengadsorpsi ion Cl^- .

5) **Elektroforesis**

Elektroforesis adalah sifat partikel koloid yang dapat bergerak dalam medan listrik.

Muatan koloid dapat ditentukan dengan memberi medan listrik di sekitar koloid.

- Koloid positif** akan bergerak ke katoda atau elektroda negatif.
- Koloid negatif** akan bergerak ke anoda atau elektroda positif.

6) **Koagulasi**

Koagulasi adalah penggumpalan koloid akibat hilangnya muatan koloid.

Koagulasi kimiawi dapat terjadi akibat:

- Percampuran koloid beda muatan**
Menyebabkan koloid saling menetralkan satu sama lain dan menggumpal.
- Penambahan elektrolit**
Elektrolit dapat menetralkan koloid dan menyebabkan koagulasi.
Koagulasi terjadi bila koloid positif ditambah elektrolit yang lebih negatif, dan koloid negatif ditambah elektrolit yang lebih positif.

Contoh:

- Koloid $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (positif), mudah terkoagulasi jika ditambahkan H_2SO_4 atau Na_3PO_4 dibanding HCl atau NaBr .
- Koloid As_2S_3 (negatif), mudah terkoagulasi jika ditambahkan BaCl_2 dibanding NaCl .

c. **Elektroforesis**

Terjadi ketika koloid mencapai elektroda.

Koagulasi mekanik dapat terjadi dengan cara menaik-turunkan suhu dan pengadukan sistem koloid.

Contoh koagulasi:

- Delta terbentuk akibat tanah liat terkoagulasi ketika bercampur dengan air laut.
- Asap pabrik digumpalkan dengan alat koagulasi listrik Cottrel.

D. KOLOID HIDROFIL, HIDROFOB DAN ASOSIASI

Koloid dengan medium dispersi cair dibedakan menjadi **koloid liofil** (suka cairan) dan **koloid liofob** (benci cairan). Jika medium dispersi air, maka dibedakan menjadi **koloid hidrofil** (suka air) dan **koloid hidrofob** (benci air).

Ciri-ciri koloid hidrofil:

- 1) Mengadsorpsi medium.
- 2) Gaya tarik-menarik antara zat terdispersi dan pendispersi besar.
- 3) Efek Tyndall terlihat lemah.
- 4) Dapat kembali ke bentuk semula setelah mengalami dehidrasi air (reversibel).
- 5) Stabil baik konsentrasi zat terdispersi kecil maupun besar.
- 6) Tidak mudah mengendap dengan penambahan elektrolit.
- 7) Viskositas koloid lebih besar daripada medium.

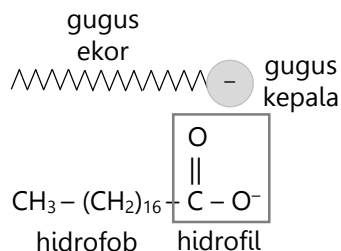
Contoh: sabun, detergen, gelatin, kanji, protein.

Ciri-ciri koloid hidrofob:

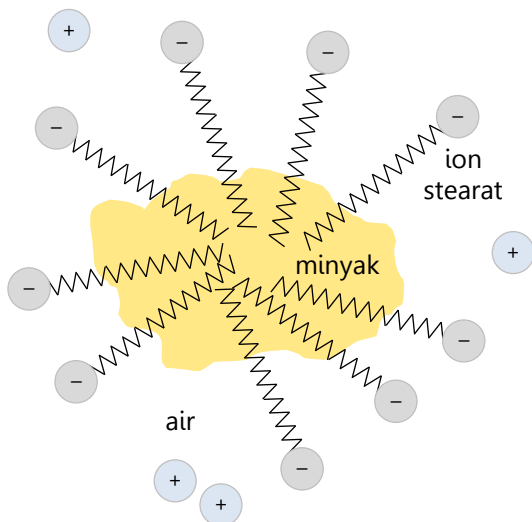
- 1) Tidak mengadsorpsi medium.
- 2) Gaya tarik-menarik antara zat terdispersi dan pendispersi kecil.
- 3) Efek Tyndall terlihat jelas.
- 4) Tidak dapat kembali ke bentuk semula setelah mengalami dehidrasi air (irreversibel).
- 5) Stabil jika konsentrasi zat terdispersi kecil.
- 6) Mudah mengendap dengan penambahan elektrolit.
- 7) Viskositas koloid relatif sama dengan medium.

Contoh: sol logam, sol belerang, sol sulfida, sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$, susu, mayonnaise.

- **Koloid asosiasi** adalah koloid yang terbentuk ketika dilarutkan dalam air.
- **Koloid asosiasi** tersusun atas partikel yang terdiri atas:
 - 1) Gugus kepala, bersifat hidrofil dan polar.
 - 2) Gugus ekor, bersifat hidrofob dan non-polar.
- **Sabun/detergen** membentuk koloid asosiasi dalam air yang terdiri atas ion stearat ($C_{18}H_{35}O_2^-$).



- **Ketika dilarutkan dalam air**, ekor asam stearat (hidrofob) saling berkumpul ke arah dalam air, dan kepala asam stearat (hidrofil) menghadap ke air.



- **Koloid asosiasi** pada sabun dan detergen di air membuatnya menjadi pengemulsi kotoran dalam air. Gugus hidrofob akan menarik partikel kotoran lalu mendispersikannya ke air.

E. PENGGUNAAN KOLOID

- **Koloid** banyak digunakan di industri karena:
 - 1) Tidak melarutkan campuran secara homogen.
 - 2) Keadaannya stabil.
 - 3) Tidak mudah rusak.
- **Penggunaan koloid** dalam industri:
 - 1) **Industri kosmetik**
Banyak menggunakan emulsi dan buih, misalnya *foundation*, shampoo, pembersih wajah, deodoran, pelembap badan.
 - 2) **Industri tekstil**
Pewarna tekstil dalam bentuk sol membuat warna menyerap dengan baik.

- 3) **Industri farmasi**
Obat-obatan banyak dibuat dalam bentuk sol.
- 4) **Industri sabun dan detergen**
Sabun dan detergen adalah pengemulsi kotoran dan air pada pakaian yang membuat bersih pakaian.
- 5) **Industri makanan dan minuman**
Makanan dan minuman seperti kecap, saus, susu, mayonnaise, dan mentega dibuat dalam berbagai bentuk koloid.

- **Koloid** juga menggunakan sifat-sifat koloid yang menguntungkan.

1) Sifat efek Tyndall

a. Bioskop

Sorot lampu proyektor film dalam bioskop yang diberi asap di sekitarnya agar gambar yang dihasilkan lebih jelas.

b. Kap lampu

Kap lampu dibuat dalam bentuk koloid sehingga dapat menghamburkan cahaya.

2) Sifat elektroforesis

Koloid digunakan untuk identifikasi DNA serta korban dan pelaku kejahatan.

3) Sifat adsorpsi

a. Pemutihan gula tebu

Warna merah pada gula tebu diabsorpsi oleh tanah diatom, caranya dengan melarutkan gula pada air, lalu mengalir larutan melalui tanah diatom.

b. Penjernihan air

Penjernihan dilakukan dengan menambahkan air dengan:

- **Tawas** atau aluminium sulfat ($Al_2(SO_4)_3$), terhidrolisis dalam air membentuk koloid $Al(OH)_3$ yang menyerap polutan air.
- **Karbon aktif**, apabila tingkat pencemaran air sangat tinggi.
- **Pasir**, sebagai penyaring.
- **Kaporit**, sebagai disinfektan.
- **Kapur tohor**, menaikkan nilai pH akibat penggunaan tawas.

4) Sifat koagulasi

a. Penggumpalan karet

Karet dalam lateks digumpalkan menggunakan asam format ($HCOOH$).

b. Penjernihan air

Lumpur dalam air digumpalkan menggunakan tawas ($Al_2(SO_4)_3$).

c. Pembuangan asap pabrik

Sebelum dibuang ke cerobong, asap dialirkan menuju logam bermuatan dan tegangan tinggi (20-75 kV) sehingga molekul udara di sekitarnya terion.

Ion-ion lalu diadsorpsi oleh asap sehingga asap memiliki muatan. Asap lalu ditarik oleh elektroda lain sehingga gas yang dibuang ke cerobong bebas dari asap.

- 🔪 **Koloid** juga digunakan sebagai pelindung yang disebut **koloid pelindung**.
- 🔪 **Koloid pelindung** menstabilkan koloid yang dilindunginya dengan membungkus partikel terdispersi agar tidak mengalami agregasi.
- 🔪 **Koloid** yang dapat menjadi koloid pelindung:
 - Zat-zat pengemulsi, misalnya sabun.
 - Koloid hidrofil, misalnya protein, kasein, gelatin, kanji dan agar-agar.
- 🔪 **Penerapan** koloid pelindung:
 - a. Air susu dilindungi oleh kasein yang mencegah penggumpalan lemak.
 - b. Mentega dilindungi oleh lesitin yang mencegah penggumpalan lemak.
 - c. Es krim dilindungi gelatin yang mencegah pembentukan kristal gula atau es batu.
 - d. Tinta dan cat dilindungi oleh minyak silikon yang membuat tinta dan cat bertahan lama.

F. POLUSI KOLOID

- 🔪 **Koloid** selain bermanfaat juga menimbulkan masalah lingkungan berupa polusi udara dan polusi air.
- 🔪 **Polusi udara** yang disebabkan koloid:
 - 1) **Debu** dapat membentuk koloid di udara berupa aerosol padat yang menurunkan kualitas udara, mengganggu kesehatan paru-paru dan menyebabkan kebakaran hutan.
 - 2) **Asap dan kabut** dapat membentuk koloid di udara berupa aerosol cair yang dapat mengakumulasi gas-gas beracun seperti SO_2 dan NO yang dapat merusak lingkungan dan menyebabkan hujan asam.
 - 3) **Asbut** (smog), yaitu gabungan asap dan kabut yang menyebabkan tertahannya pergerakan naik asap. Asap yang tertahan dapat terakumulasi di udara dan terhirup oleh hewan dan manusia.
- 🔪 **Polusi air** yang disebabkan oleh koloid:
 - 1) **Pengendapan ion-ion mineral** dalam air oleh koloid yang menyebabkan pendangkalan dasar sungai atau danau.
 - 2) **Penyebaran mikroorganisme** berbentuk koloid dalam air.

- 3) **Sisa makanan atau hewan mati** dalam air berkumpul membentuk koloid yang tidak dapat larut dalam air, sehingga meningkatkan penggunaan oksigen dalam air oleh organisme air untuk mengurai koloid.

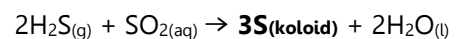
G. PEMBUATAN KOLOID

- 🔪 **Koloid** dapat dibuat dari sistem larutan atau dari sistem suspensi.
- 🔪 **Cara pembuatan koloid** dibagi menjadi cara kondensasi dan cara dispersi.
- 🔪 **Cara kondensasi** dilakukan dengan agregasi partikel larutan menjadi koloid.

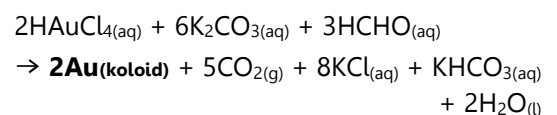
1) Reaksi redoks

Contoh:

Pembuatan sol belerang dengan mengalirkan gas H_2S ke dalam larutan SO_2 .



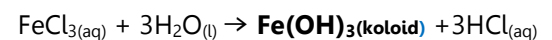
Pembuatan sol emas dari reaksi larutan HAuCl_4 dengan larutan K_2CO_3 dan larutan formaldehida.



2) Reaksi hidrolisis

Contoh:

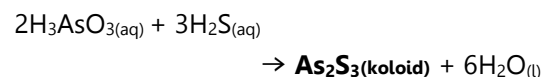
Pembuatan sol $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dari hidrolisis besi (III) klorida dengan air mendidih.



3) Reaksi dekomposisi rangkap

Contoh:

Pembuatan sol As_2S_3 dari reaksi larutan H_3AsO_3 dengan larutan H_2S .



Pembuatan sol AgCl dari reaksi larutan AgNO_3 encer dengan larutan HCl encer.



4) Penggantian pelarut

Contoh:

Pembuatan gel kalsium asetat semipadat dari larutan jenuh $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ yang dicampur dengan pelarut $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (alkohol) yang menggantikan pelarut air.

- 🔪 **Cara dispersi** dilakukan dengan pemecahan partikel kasar menjadi koloid.

1) Cara mekanik

Cara mekanik dilakukan dengan penggerusan butir-butir kasar dengan alat penggerus, lalu diaduk dengan medium pendispersi.

Contoh cara mekanik:

Sol belerang dibuat dengan menggerus serbuk belerang bersama dengan zat inert (misalnya gula pasir), yang hasilnya kemudian dicampur dengan air.

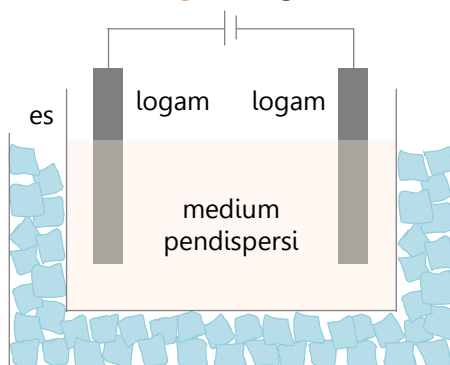
2) Cara peptisasi

Cara peptisasi dilakukan dengan bantuan zat pemecah/ pemeptisasi.

Contoh peptisasi:

- **Agar-agar** dipeptisasi air.
- **Nitroselulosa** dipeptisasi aseton.
- **Karet** dipeptisasi bensin.
- **Endapan nikel sulfida** dipeptisasi H_2S .
- **Endapan $Al(OH)_3$** dipeptisasi $AlCl_3$.

3) Cara Busur Bredig (Bredig's Arc)



Busur Bredig digunakan untuk membuat **sol logam** dan merupakan campuran cara kondensasi dan dispersi.

Logam yang akan dijadikan koloid dijadikan elektroda dan dicelupkan dalam medium pendispersi kemudian dialiri listrik.

Atom-atom logam akan terlempar ke medium pendispersi, mengalami kondensasi, dan menjadi partikel koloid.

✎ **Pembuatan koloid** terkadang terganggu oleh ion-ion yang mengganggu kestabilan koloid.

✎ **Dialisis** adalah suatu proses penghilangan ion-ion pengganggu kestabilan koloid.

✎ **Proses dialisis:**

- 1) Sistem koloid dimasukkan ke dalam kantong koloid yang bersifat semipermeabel.
- 2) Kantong koloid lalu diberi atau dimasukkan ke tempat yang terdapat air yang mengalir.
- 3) Air yang mengalir membawa ion-ion pengganggu dan molekul sederhana namun tidak membawa partikel-partikel koloid.

✎ Contoh dialisis:

- **Proses filtrasi darah** oleh ginjal yang menyaring darah dengan tidak meloloskan sel-sel darah dan protein darah.
- **Proses dialisis darah** (cuci darah) bagi penderita gagal ginjal.