

**TEKNOLOGI EMULSI**

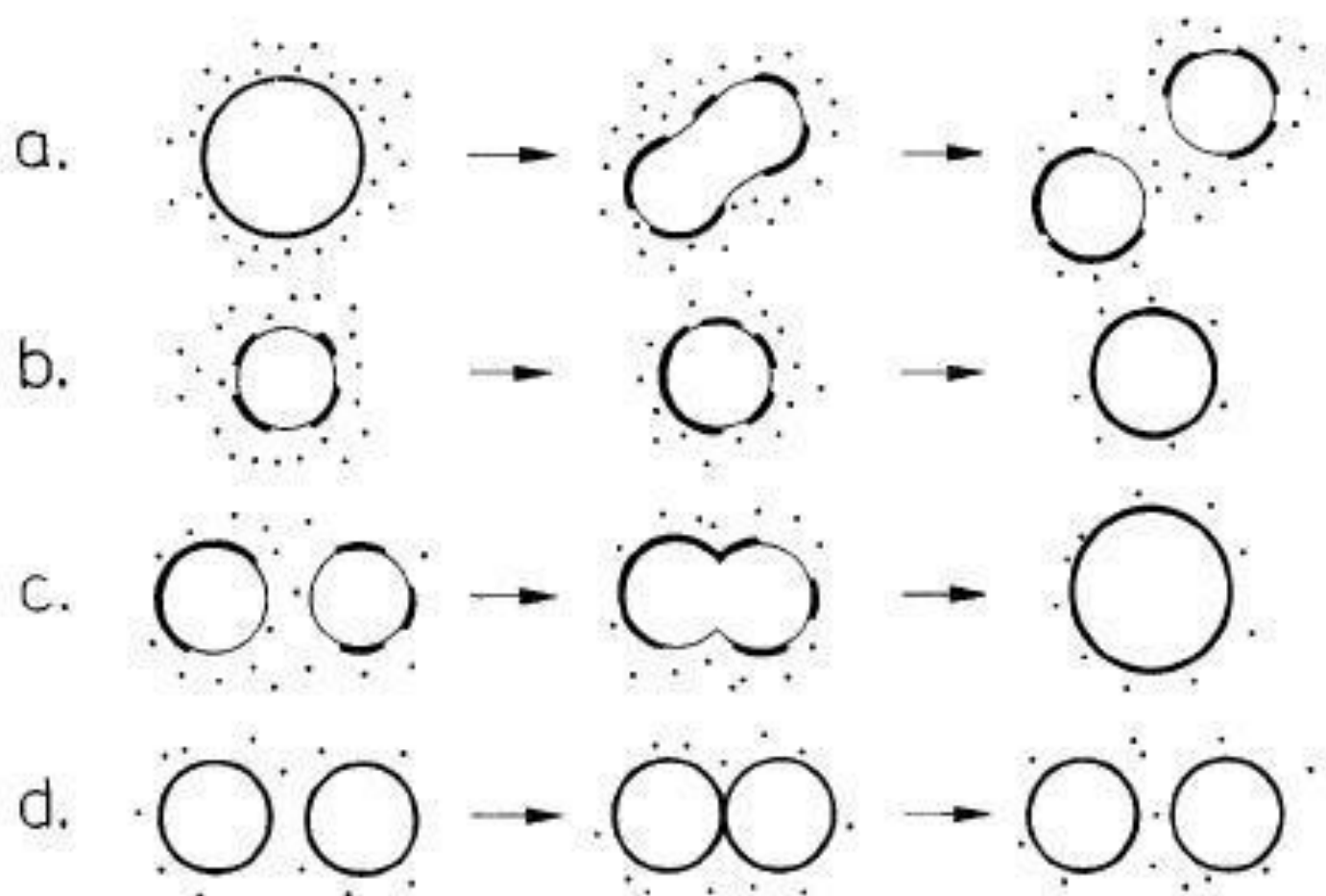
# **EMULSIFIKASI**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

➤ **Emulsifikasi adalah proses pembentukan emulsi dari bahan-bahan yang tidak saling melarut karena perbedaan polaritas.**

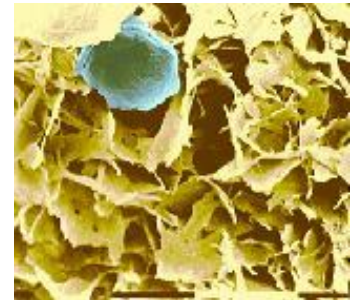
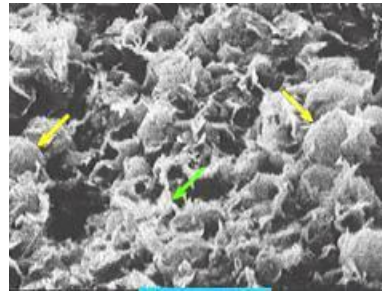
➤ **Prinsip :**

**Bagaimana mendispersikan fasa terdispersi ke dalam medium pendispersi yang masing-masing mempunyai polaritas yang berbeda sehingga terbentuk sistem emulsi yang stabil.**



**Figure 2.2** *Various processes occurring during emulsion formation. The drops are depicted by thin lines and the surfactant by heavy lines and dots. Highly schematic and not to scale*  
 (Redrawn with permission from ref. 4)

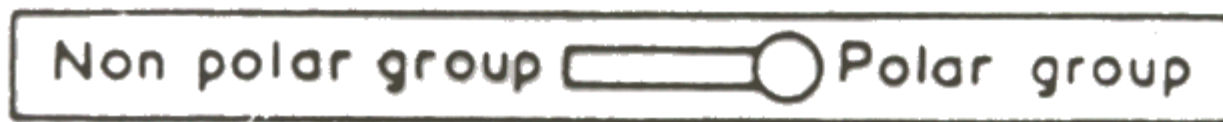
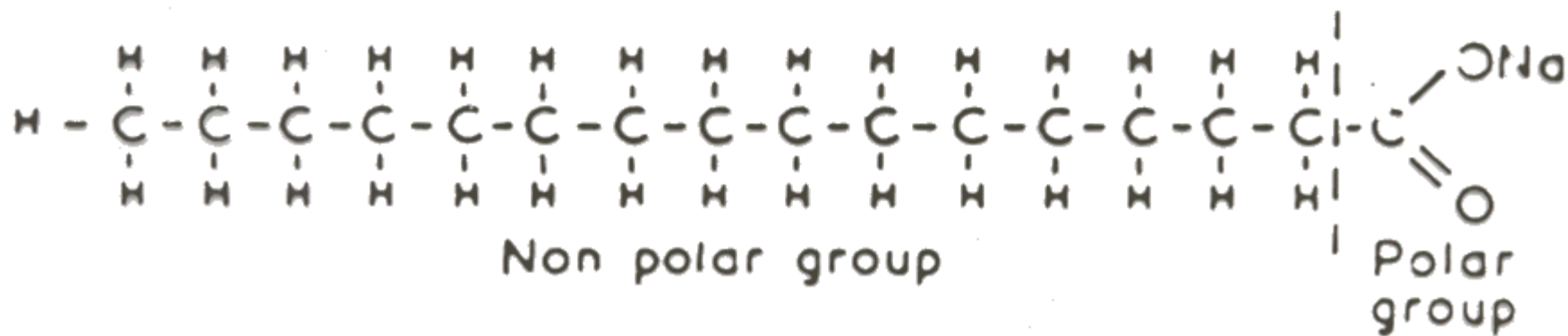
## Emulsi pada makanan



**Berapakah proporsi air dan minyak pada produk berikut ini ?**

<b>Jenis makanan</b>	<b>Air (%)</b>	<b>Minyak (%)</b>
Margarine	16	80
Butter	16	81
Mayonnaise	39.9	33.4
Sausage	44.6	31.2
Chocolate fudge	9.7	8.5

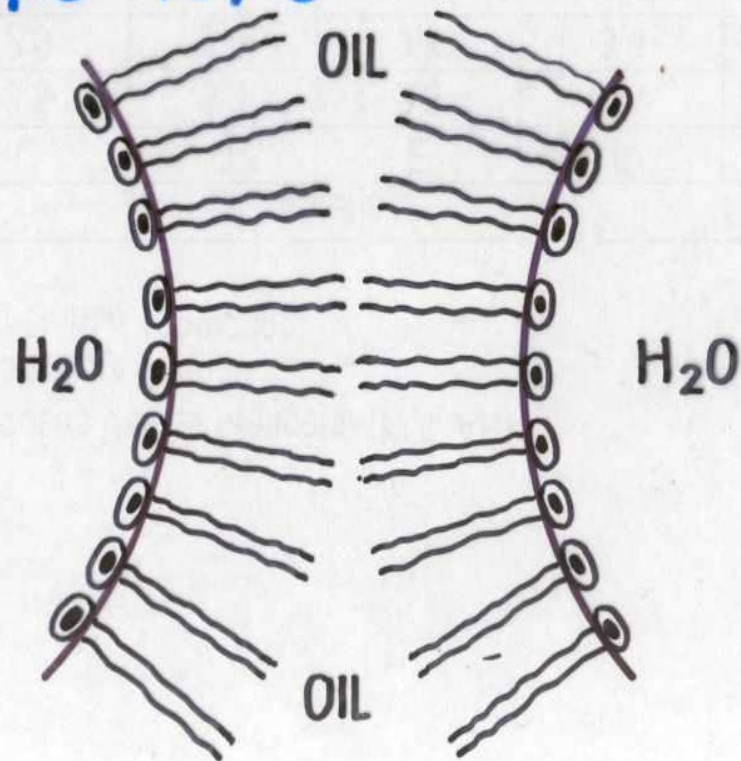
- **Stabilitas sistem emulsi dipengaruhi oleh :**
  - **Tegangan antar permukaan kedua fasa**
  - **Ukuran fasa terdispersi**
  - **Viskositas fasa pendispersi**
  - **Perbedaan densitas antara kedua fasa**



Emulsifier  
tipe anionik

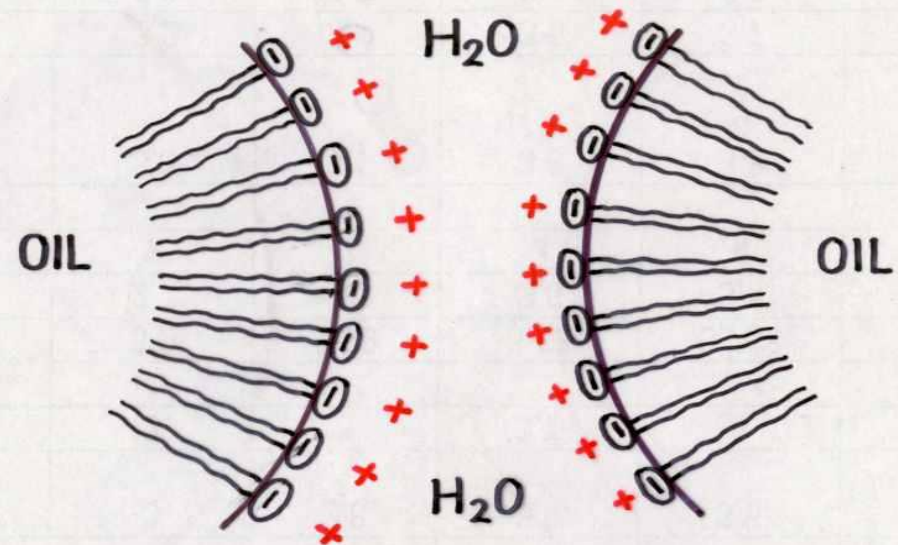


menstabilkan emulsi  
tipe W/O



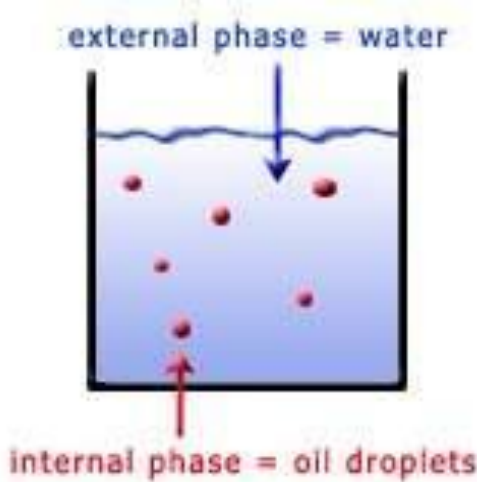
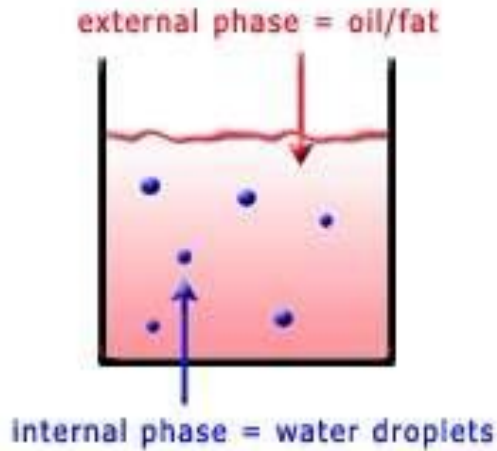
Emulsifier  
type ionik

menstabilkan emulsi  
type O/W

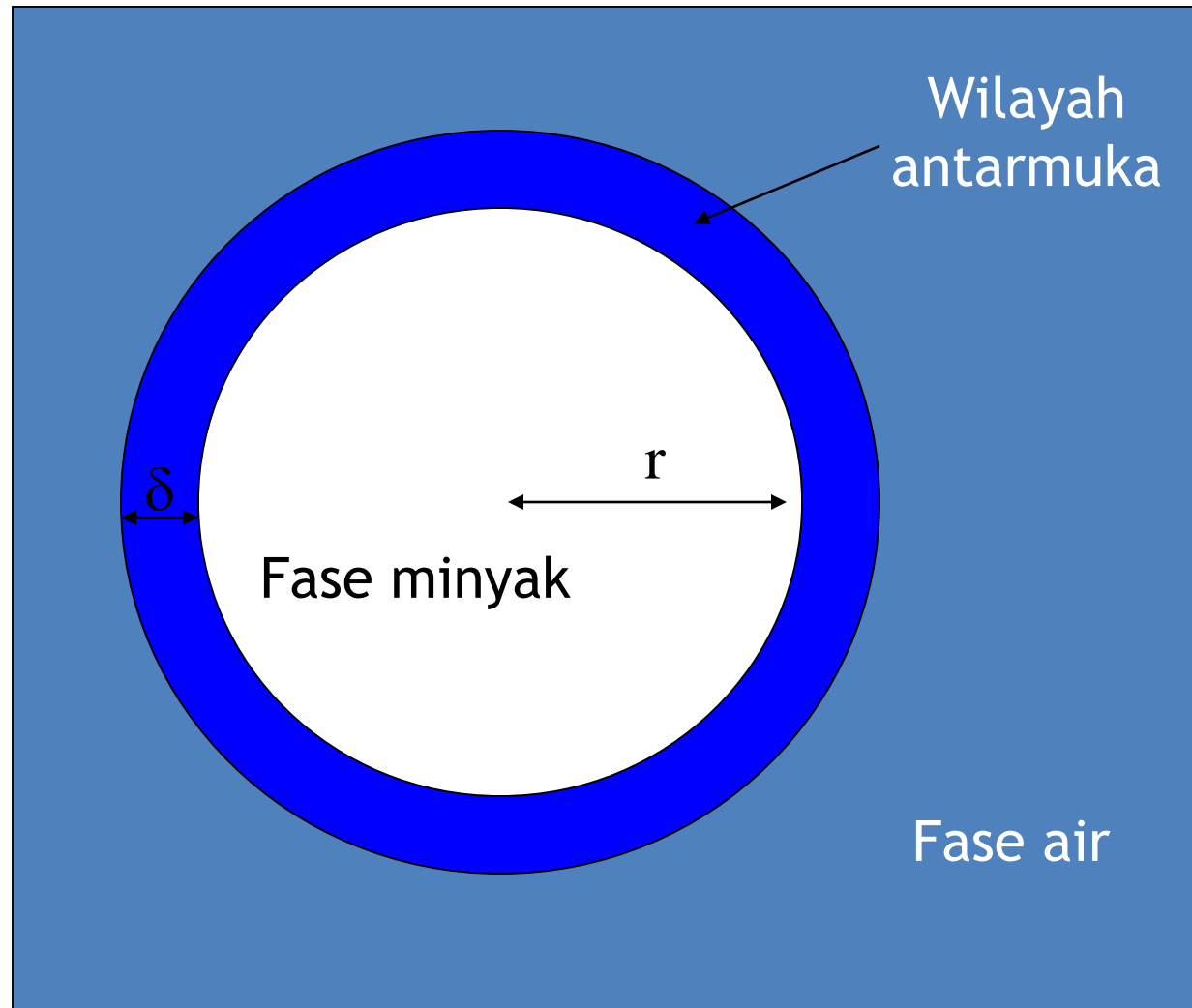




# Pembentukan emulsi

	oil in water emulsion	water in oil emulsion
<b>Diagram</b>	 <p>The diagram shows a beaker containing a light blue liquid. Several small red droplets are dispersed throughout the liquid. A blue arrow points down from the text 'external phase = water' to the liquid. A red arrow points up from the text 'internal phase = oil droplets' to one of the red droplets.</p>	 <p>The diagram shows a beaker containing a light red liquid. Several small blue droplets are dispersed throughout the liquid. A red arrow points down from the text 'external phase = oil/fat' to the liquid. A blue arrow points up from the text 'internal phase = water droplets' to one of the blue droplets.</p>
<b>Simbol</b>	oil/water (o/w)	Water/oil (w/o)
<b>Karakteristik</b>	penghantar listrik, dapat terencerkan dengan air	terasa greasy, dapat terencerkan dengan minyak atau pelarut (solven)
<b>Contoh</b>	susu	margarine

Suatu emulsi minyak dalam air dapat dibagi menjadi tiga fase:  
fase minyak, wilayah antarmuka, dan fase air



## ➤ **PEMBUATAN EMULSI**

- a. Penambahan Emulsifier**
- b. Pengecilan Ukuran Partikel Fasa Terdispersi**
- c. Penambahan Stabilizer**
- d. Penambahan Suatu Komponen Tertentu**

## a. Penambahan Emulsifier

- Emulsifier merupakan "*surface active agent*" yang mempunyai dua gugus yaitu gugus hidrofilik dan gugus lipofilik.
- Gugus hidrofilik bersifat polar dan mudah bersenyawa dengan air, sedangkan gugus lipofilik bersifat non polar dan mudah bersenyawa dengan minyak.
- Emulsifier merupakan komponen berada di permukaan antara dua cairan yang tak bercampur, menurunkan tegangan permukaan antar fase dan memfasilitasi pembentukan sebuah emulsi

**gugus polar  
dominan**



**Molekul emulsifier diadsorpsi  
lebih kuat oleh air dibandingkan  
oleh minyak.**



**tegangan permukaan air  
menjadi lebih rendah**



**sistem emulsi o/w**

**gugus non polar  
dominan**



**Molekul emulsifier diadsorpsi  
lebih kuat oleh minyak  
dibandingkan oleh air**

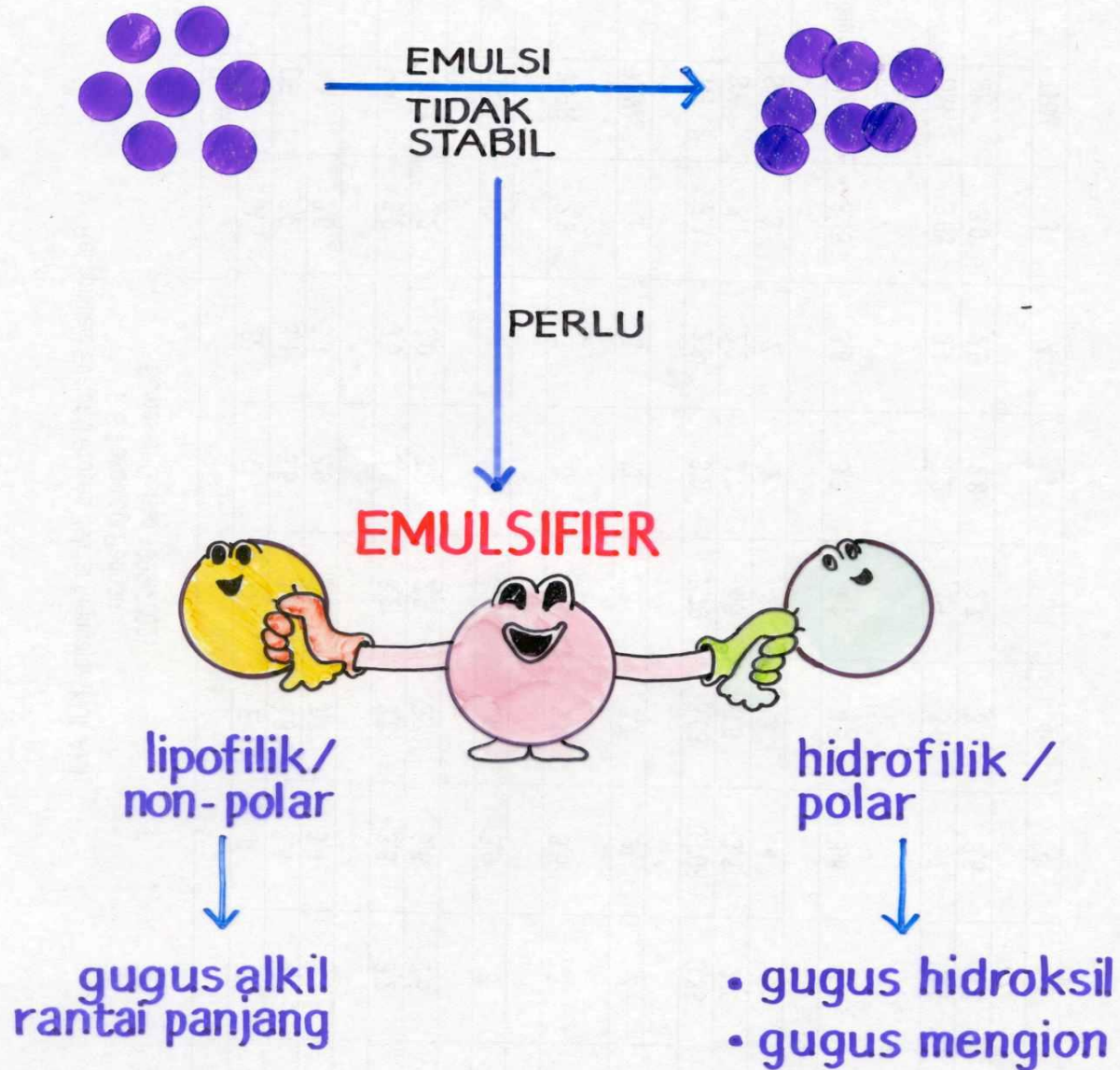


**Tegangan permukaan minyak  
menjadi lebih rendah**

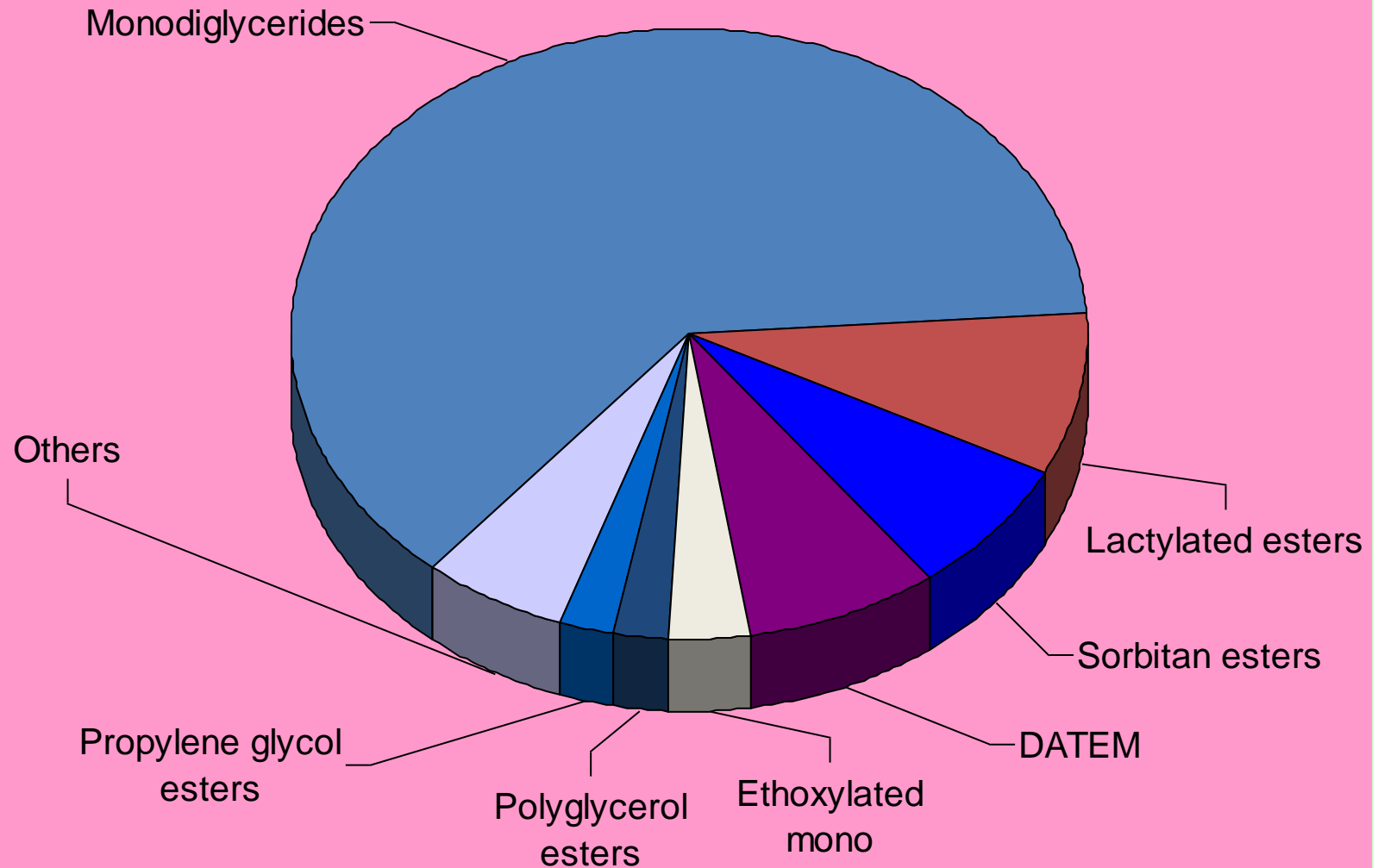


**sistem emulsi w/o**

# EMULSIFIKASI dan EMULSIFIER



# Produksi Emulsifier Dunia (% relatif)





# Aplikasi Emulsifier

- Margarine
  - Mengapa digunakan emulsifier ?
  - *Margarine mengandung 16% air, emulsi w/o, memperbaiki stabilitas emulsi selama penyimpanan*
  - Emulsifier yang mana ?
  - *Mono- dan digliserida dengan asam lemak rantai panjang*

## ■ Ice Cream

- Mengapa digunakan emulsifier ?
- *Merupakan emulsi o/w, perlu distabilkan dengan emulsifier sebelum pembekuan, selama pembekuan emulsifier mengendalikan destabilisasi emulsi*
- Emulsifier yang mana ?
- *Polysorbate*

# Aplikasi Emulsifier

- Produk bakery
  - Mengapa digunakan emulsifier ?
  - *Membantu pencoklatan yang seragam, memperbaiki retensi air, memperbaiki kelembutan*
  - Emulsifier yang mana ?
  - *Stearoyl lactylates*

## ■ Konfeksioneri

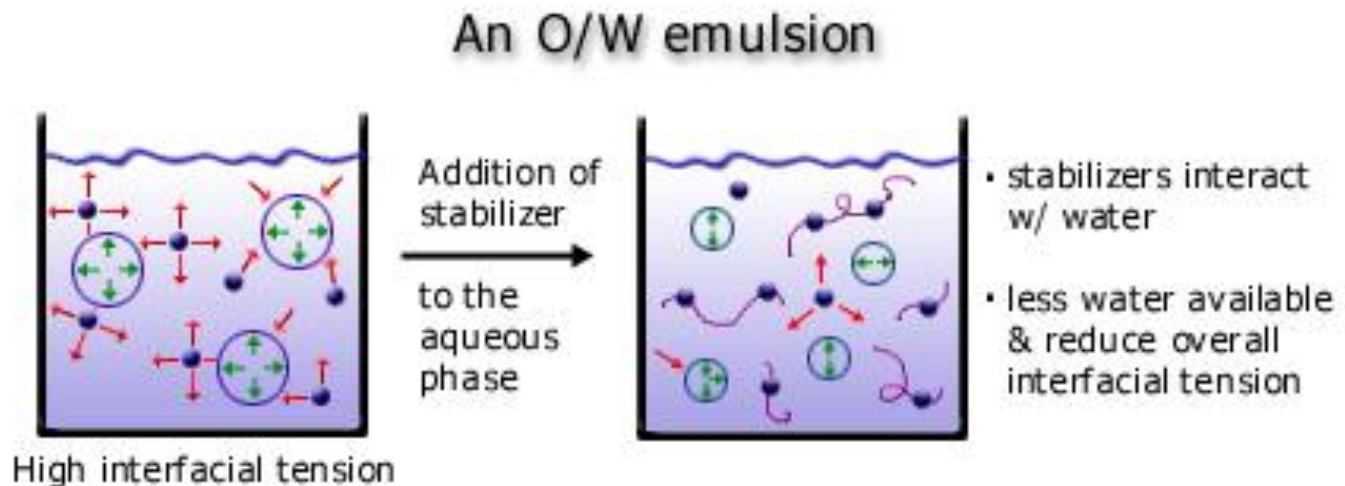
- Mengapa digunakan emulsifier pada coklat ?
- *Mengurangi pemakaian cocoa butter, memperbaiki mouthfeel, dan mengurangi kelengketan dengan bahan pengemas*
- Emulsifier yang mana ?
- *Lecithin*

## **b. Pengecilan Ukuran Partikel Fasa Terdispersi**

- **Semakin kecil ukuran partikel fasa terdispersi maka konfigurasi partikel fasa terdispersi dalam medium pendispersi akan semakin teratur.**
- **Proses pengecilan ukuran partikel fasa terdispersi dilakukan agar partikel dapat terdispersi dengan baik dalam medium pendispersi dan membentuk sistem emulsi yang stabil.**

## c. Stabilizer

- Emulsi bisa distabilkan dengan meningkatkan viskositas fase kontinyu
- Gelatin dan gum mampu meningkatkan viskositas fase air sehingga bisa menstabilkan emulsi o/w
- Stabilizer juga mengikat air dan mengurangi aktivitasnya pada fase kontinyu, sehingga interfacial tension menurun dan menghasilkan emulsi yang stabil



- **Pengecilan ukuran partikel fasa terdispersi dilakukan dengan penerapan energi berupa gaya pengguntingan (*shear force*) terhadap fasa terdispersi**
- **Gaya gunting dapat memecah bahan menjadi partikel berukuran kecil yang sangat banyak jumlahnya.**
- **Penerapan gaya gunting dapat dilakukan dengan :**
  - 1. Penekanan melalui *nozzle***
  - 2. Gaya sentrifugal diantara dua piringan**
  - 3. Pemanfaatan gelombang ultrasonik**

## **1. Penekanan Melalui *Nozzle***

- **Bahan cair fasa terdispersi ditekan dengan pompa bertekanan tinggi sampai sekitar 100 lb/in<sup>2</sup> (70 atm).**
- **Kemudian tekanan itu dilepaskan dengan tiba-tiba dengan cara melewatkan bahan cair melalui lubang yang halus (*nozzle*) sehingga partikel fasa terdispersi pecah menjadi ukuran-ukuran yang sangat kecil.**

## **2. Gaya Sentrifugal di antara Dua Piringan**

- Bahan cair fasa terdispersi diletakkan di antara dua piringan yang berputar berlawanan arah dengan kecepatan tinggi**
- Timbul gaya guntingan pada bahan cair, akibatnya fasa terdispersi pecah menjadi ukuran yang sangat kecil.**
- Desain lain dari prinsip gaya gunting oleh gaya sentrifugal ini adalah bahan cair fasa terdispersi diletakkan di antara dua piringan yaitu stator (piringan yang tidak bergerak) dan rotor (piringan yang berputar dengan kecepatan tinggi).**

- **Jarak antara rotor dan stator diatur sedemikian rupa (sedekat mungkin) sehingga dapat melakukan pemecahan terhadap fasa terdispersi.**
- **Hal yang perlu diperhatikan adalah putaran kedua piringan ini menimbulkan panas.**
- **Untuk emulsi yang terbentuk dari bahan-bahan yang rentan terhadap panas diusahakan desain alat yang dapat meminimalkan panas yang dihasilkan.**



### **3. Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik**

- **Gelombang ultrasonik adalah gelombang akustik pada frekuensi tinggi (200.000 getaran per detik) yang tidak dapat didengar.**
- **Gelombang ini dapat melewati cairan, memadatkan dan merentangkannya.**
- **Ketika rentangan agak berkurang dan cairan tidak mengandung gas, maka tidak ada yang terjadi. Tapi jika cairan jenuh dengan gas, gelembung akan tercipta.**

- **Oleh gelombang ultrasonik tersebut cairan dikacaukan di bawah aksi vibrasi dan pengacauan itu membentuk rongga dalam cairan.**
- **Tekanan ini menghasilkan gaya gunting yang diinginkan untuk pengecilan ukuran partikel fasa terdispersi.**

- **Energi gelombang akustik dapat dibangkitkan dengan empat metode :**

- 1. Efek piezoelektrik**

- 2. Efek elektromagnetik**

- 3. Efek magnetostriction**

- 4. Efek mekanis**

### **c. Penambahan Stabilizer**

- **Maksud dari penambahan stabilizer adalah untuk meningkatkan viskositas atau kekentalan dari medium pendispersi.**
- **Dengan peningkatan kekentalan gerakan dari droplet fasa terdispersi menjadi lambat sehingga mencegahnya untuk bergabung satu sama lain.**

#### **d. Penambahan Suatu Komponen Tertentu**

- **Semakin dekat kerapatan antara fasa terdispersi dengan medium pendispersi, maka kestabilan sistem di antara keduanya semakin baik.**
- **Penambahan *Brominated Vegetables Oil (BVO)* yang dapat meningkatkan kerapatan minyak sehingga mirip dengan air.**
- **Penggunaan BVO ini sudah dilarang karena membahayakan. Selain BVO, komponen lain yang dapat digunakan adalah :**
  - 1. *Sukrosa asetat isobutirat (SAIB)***
  - 2. Gleseril benzoat**
  - 3. Resin ester**

## ➤ **TEKNIK EMULSIFIKASI**

**Teknik emulsifikasi lebih mengarah kepada seni pencampuran bahan-bahan yang dibutuhkan dalam sistem emulsi (fasa terdispersi, medium pendispersi dan emulsifier) yang meliputi :**

- 1. Cara/tahapan penambahan**
- 2. Waktu dan teknik pencampuran**
- 3. Kondisi proses**

# **1. Cara/tahapan Penambahan**

## **a. Metode agent dalam air**

- ♦ ***Emulsifying agent* dilarutkan secara langsung dalam air, kemudian ditambahkan minyak dengan agitasi seperlunya.**
- ♦ **Cara ini akan langsung membentuk emulsi o/w. Jika menginginkan tipe w/o, penambahan minyak dilanjutkan sampai terbentuk inversi.**

**b. Metode agent dalam minyak**

- ♦ ***Emulsifying agent*** dilarutkan dalam fasa minyak. Emulsi dapat terbentuk dengan dua cara, yaitu :
  - a). Dengan menambahkan campuran agen dalam minyak langsung ke dalam air sehingga terbentuk emulsi o/w secara spontan.
  - b). Dengan menambahkan air langsung ke dalam campuran agen dalam minyak sehingga terbentuk emulsi sistem w/o.



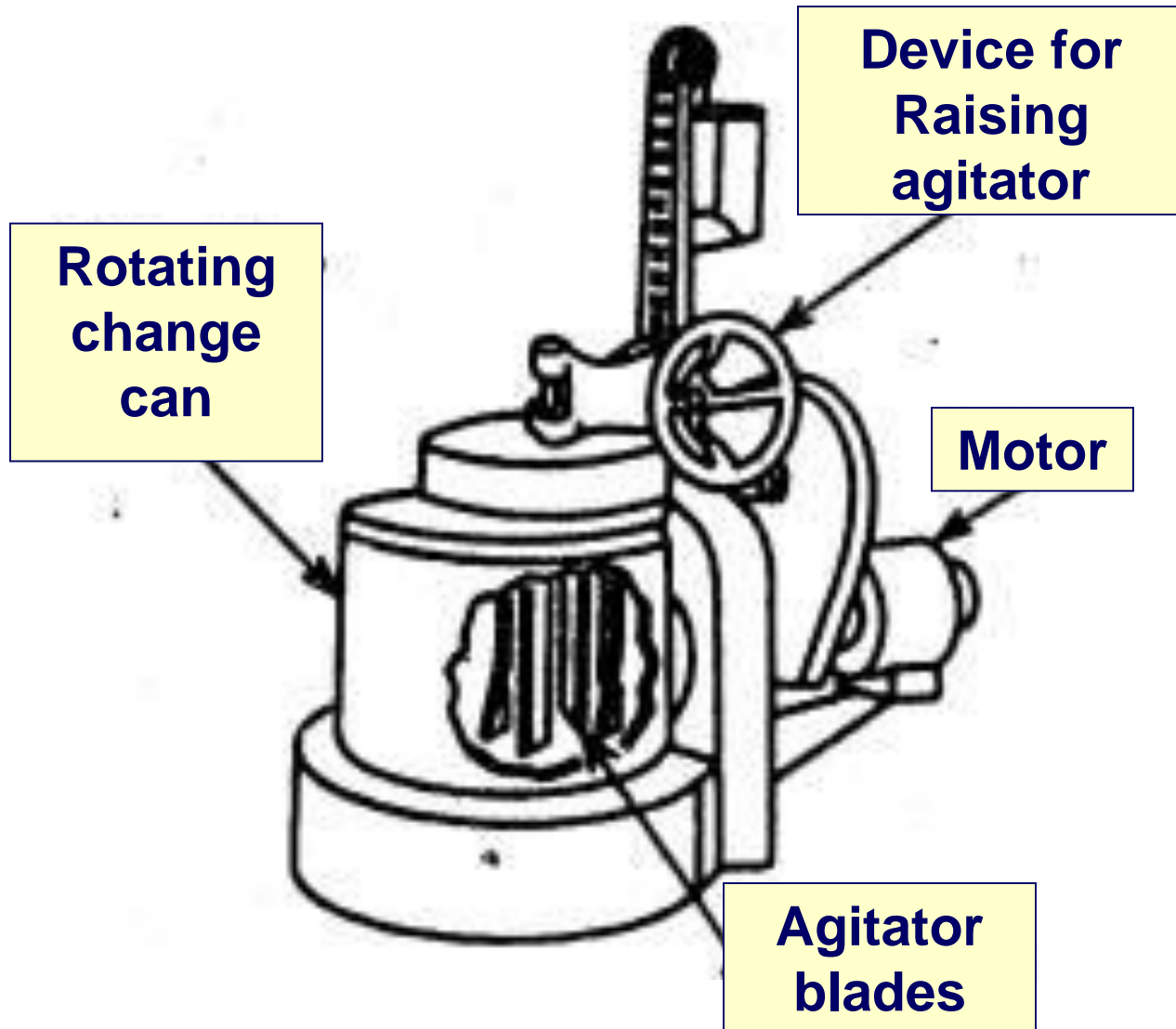
**c. Metode *nascent* soap (*in situ*)**

- ♦ Metode ini cocok untuk emulsi yang distabilkan dengan sabun dan dapat digunakan baik untuk tipe o/w atau w/o.
- ♦ Bagian asam lemak dari *emulsifying agent* dilarutkan dalam minyak dan bagian alkali dilarutkan dalam air.
- ♦ Susunan permukaan sabun yang mengikat kedua fasa sekaligus akan menghasilkan emulsi yang stabil.

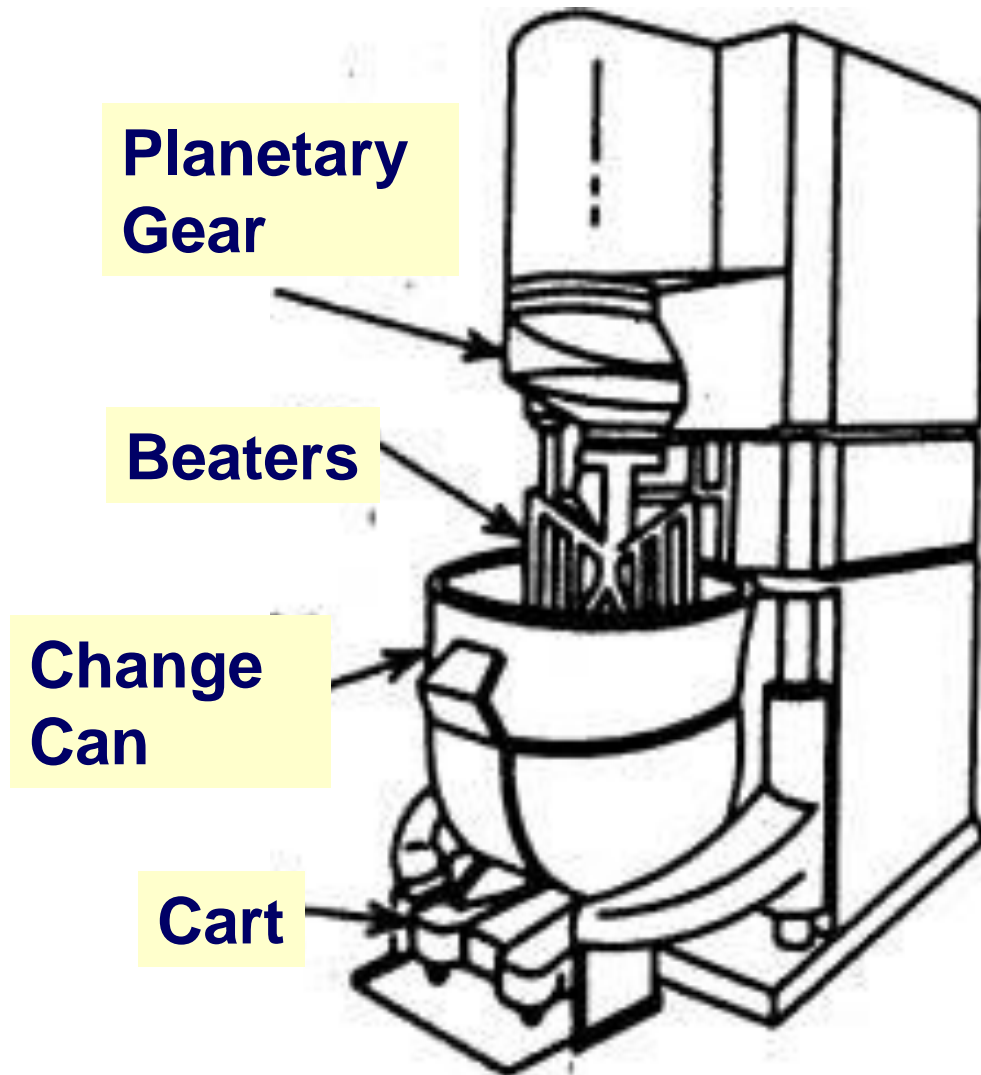
#### **d. Metode penambahan bergantian**

- ♦ Pada metode ini, air dan minyak ditambahkan bergantian dalam jumlah kecil ke dalam *emulsifying agent*.
- ♦ Metode ini khususnya cocok untuk mempersiapkan emulsi makanan, contohnya mayonnaise dan emulsi lain yang mengandung minyak sayur.

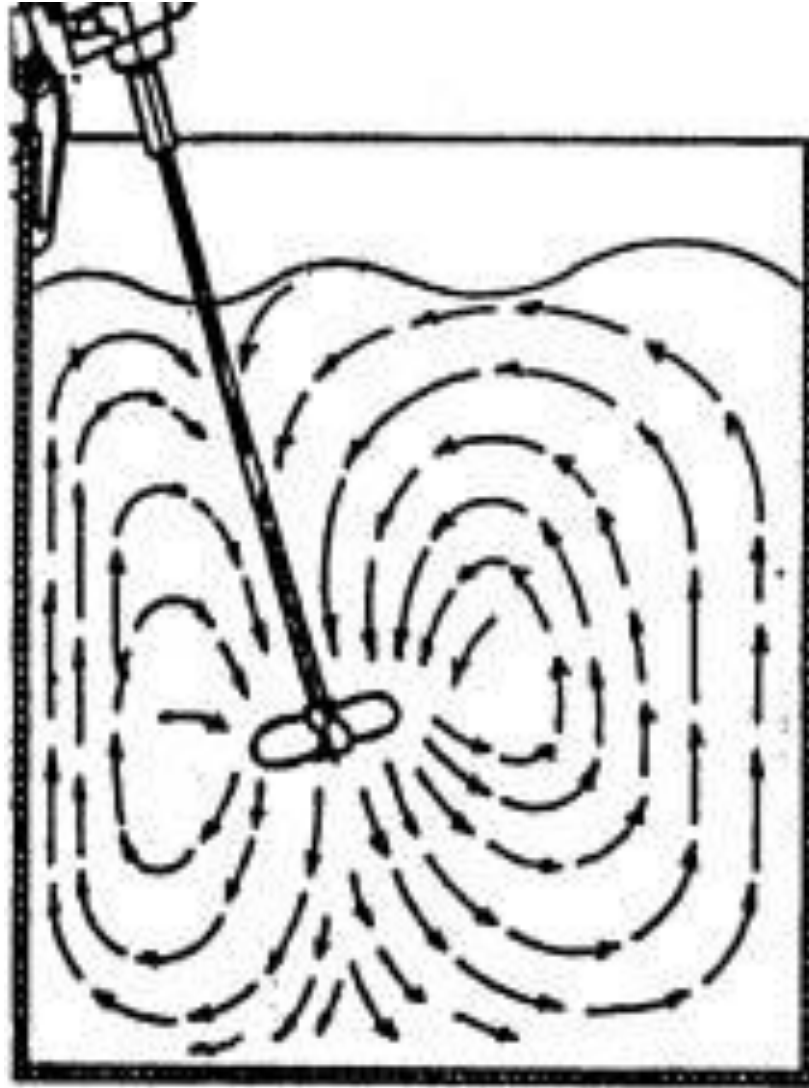
# **PERALATAN EMULSIFIKASI**



*Pony mixer*



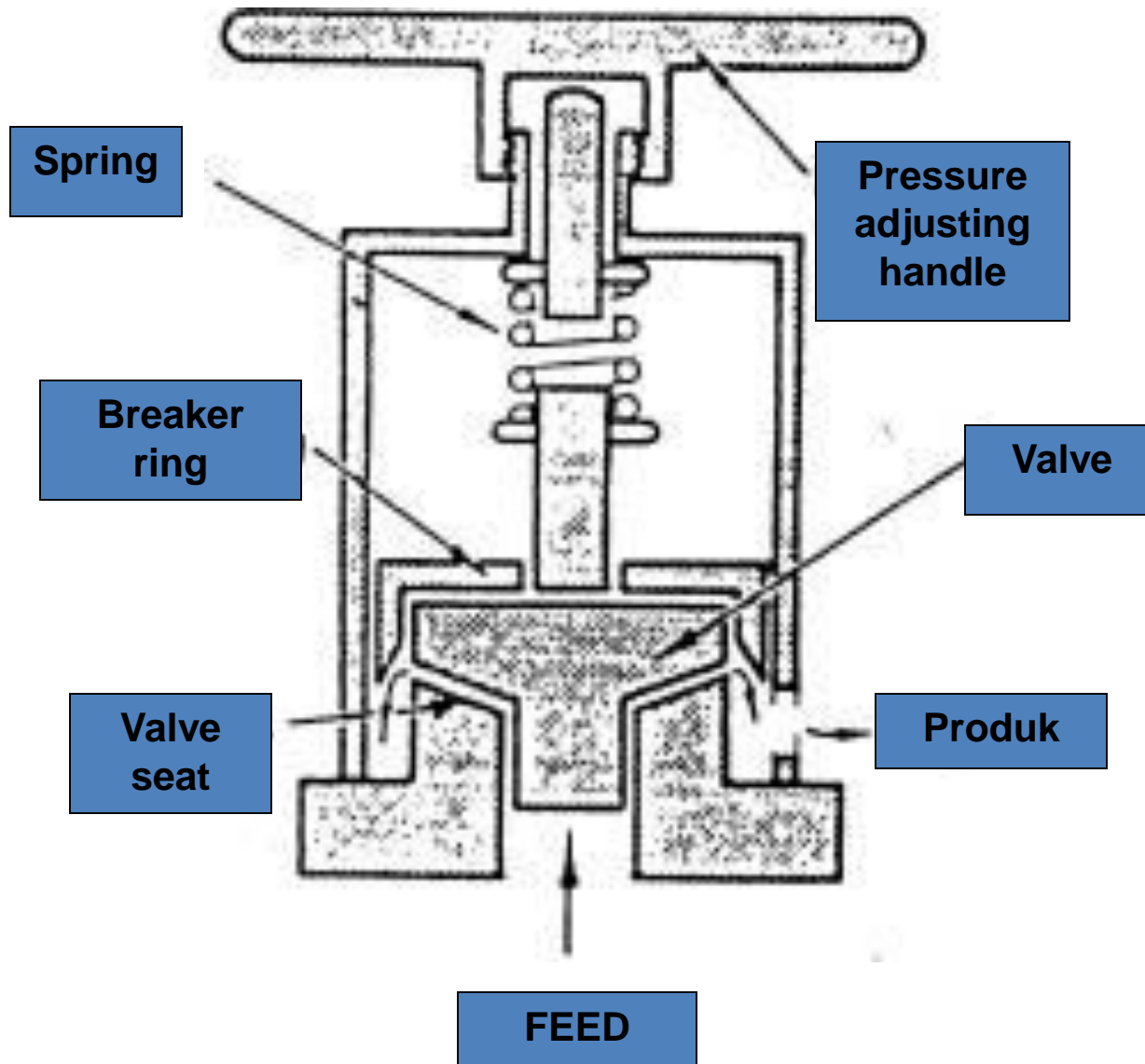
***Beater mixer***



**Mixer dengan satu propeller**

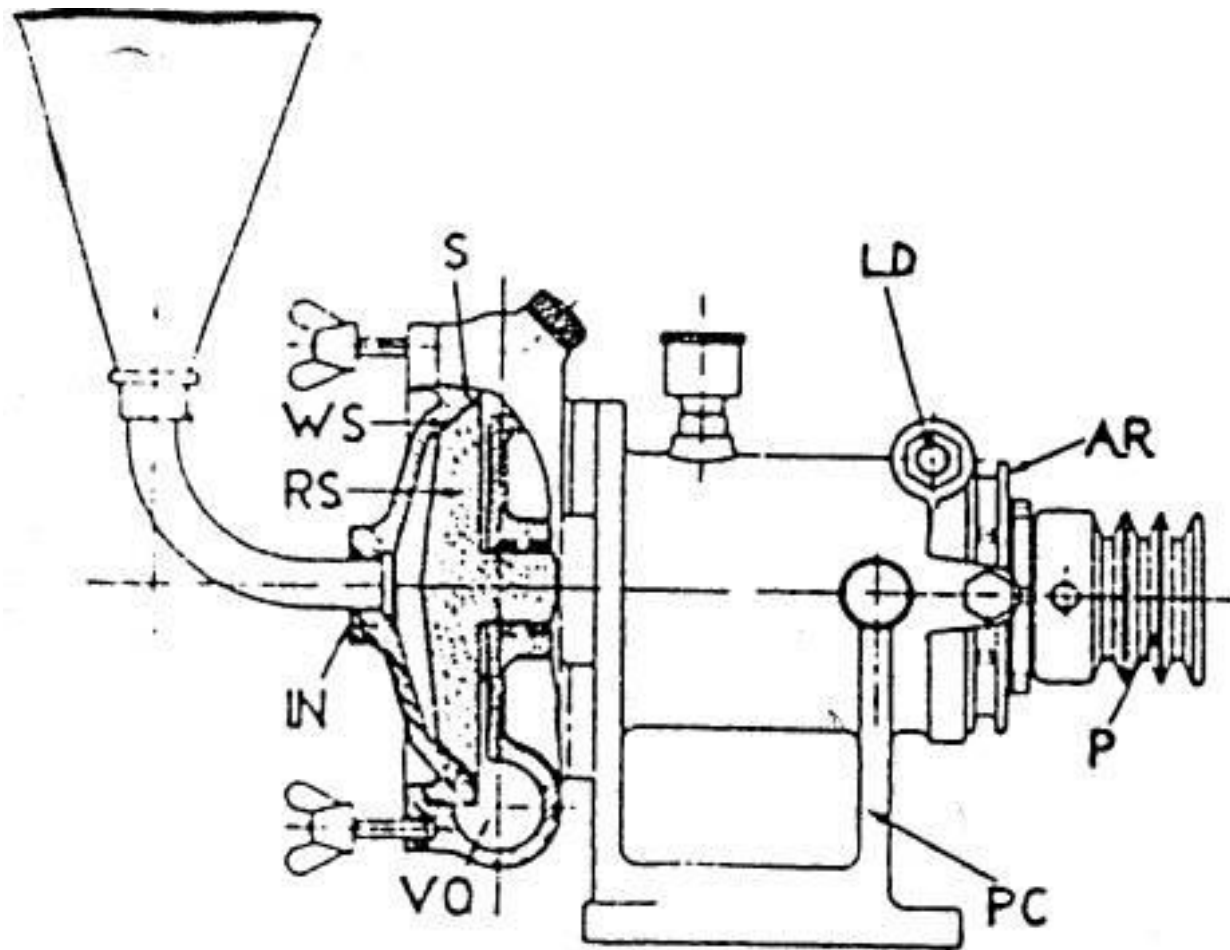


**Mixer dengan dua propeller**



**Model klep homogenizer dengan klep bertingkat**





**Keterangan :**

**IN. Inlet**

**AR. Adjusting  
Ring**

**RS. Rotor**

**LD. Locking  
Device**

**ES. Stator**

**P. Pulley**

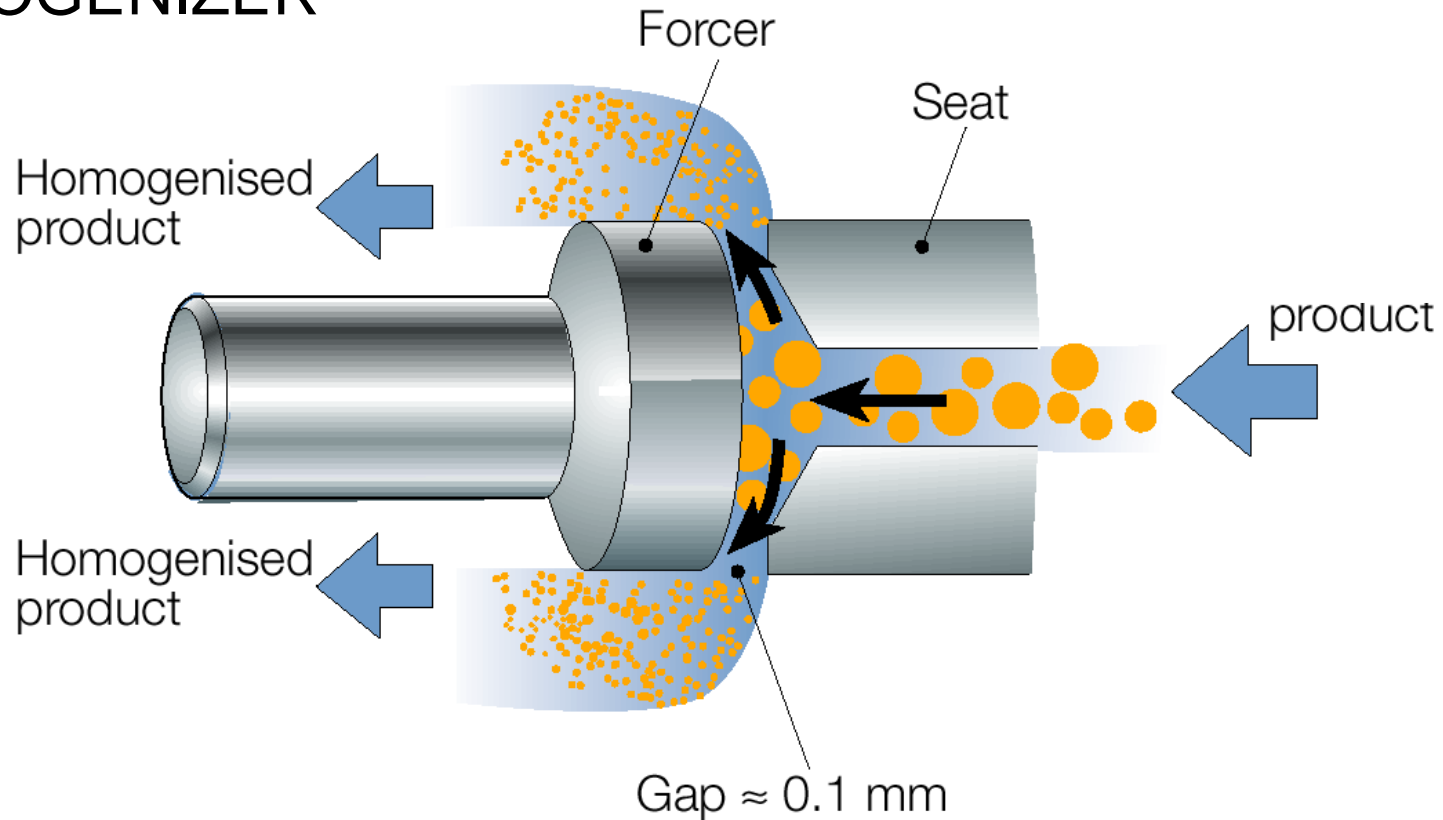
**WS. Working  
Surfaces**

**PC. Pedestal  
Casting**

**VO. Volute  
(outlet)**

**Colloid mill**

# HOMOGENIZER

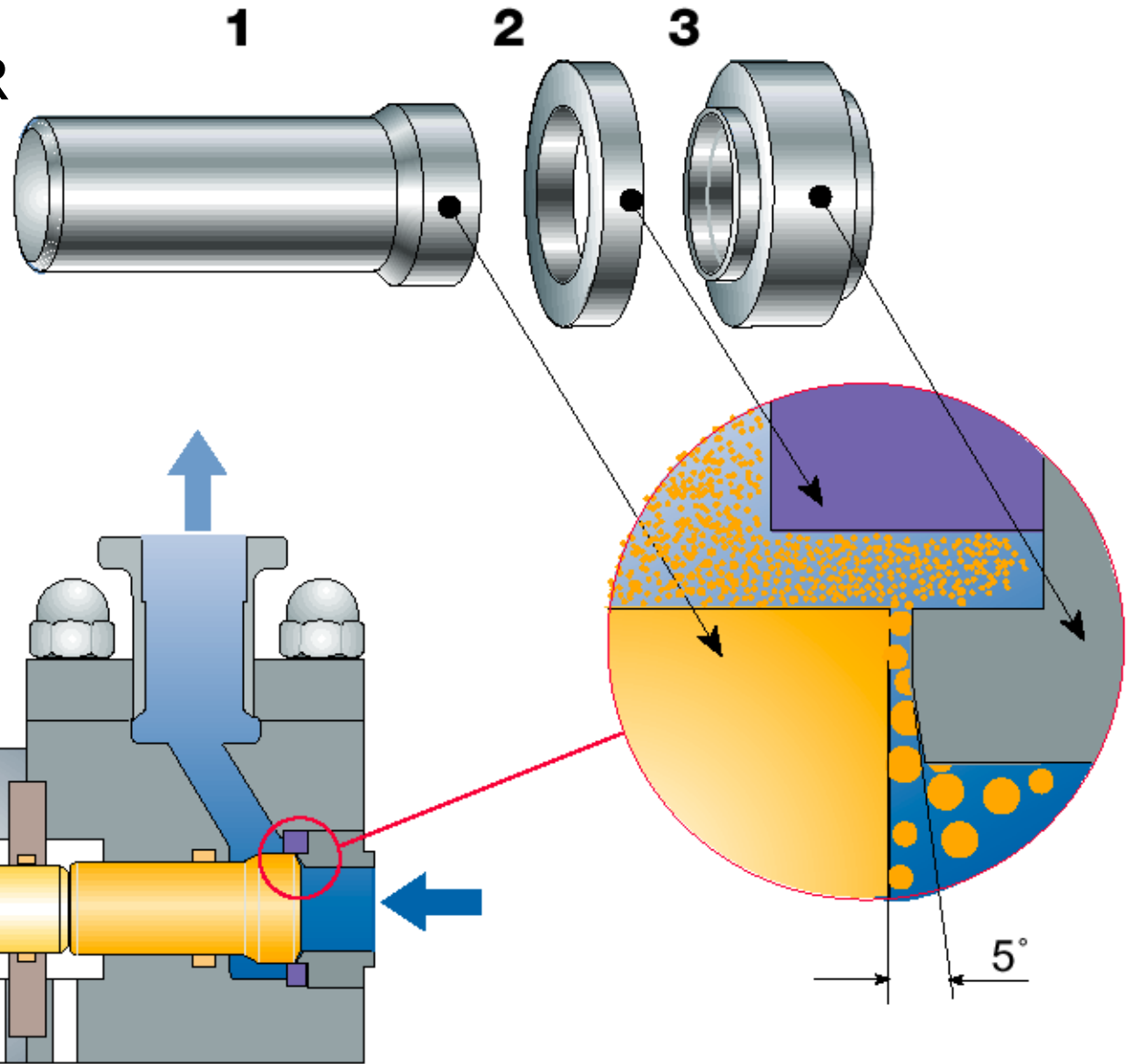


**Fig. 6.3.2** At homogenisation the milk is forced through a narrow gap where the fat globules are split.

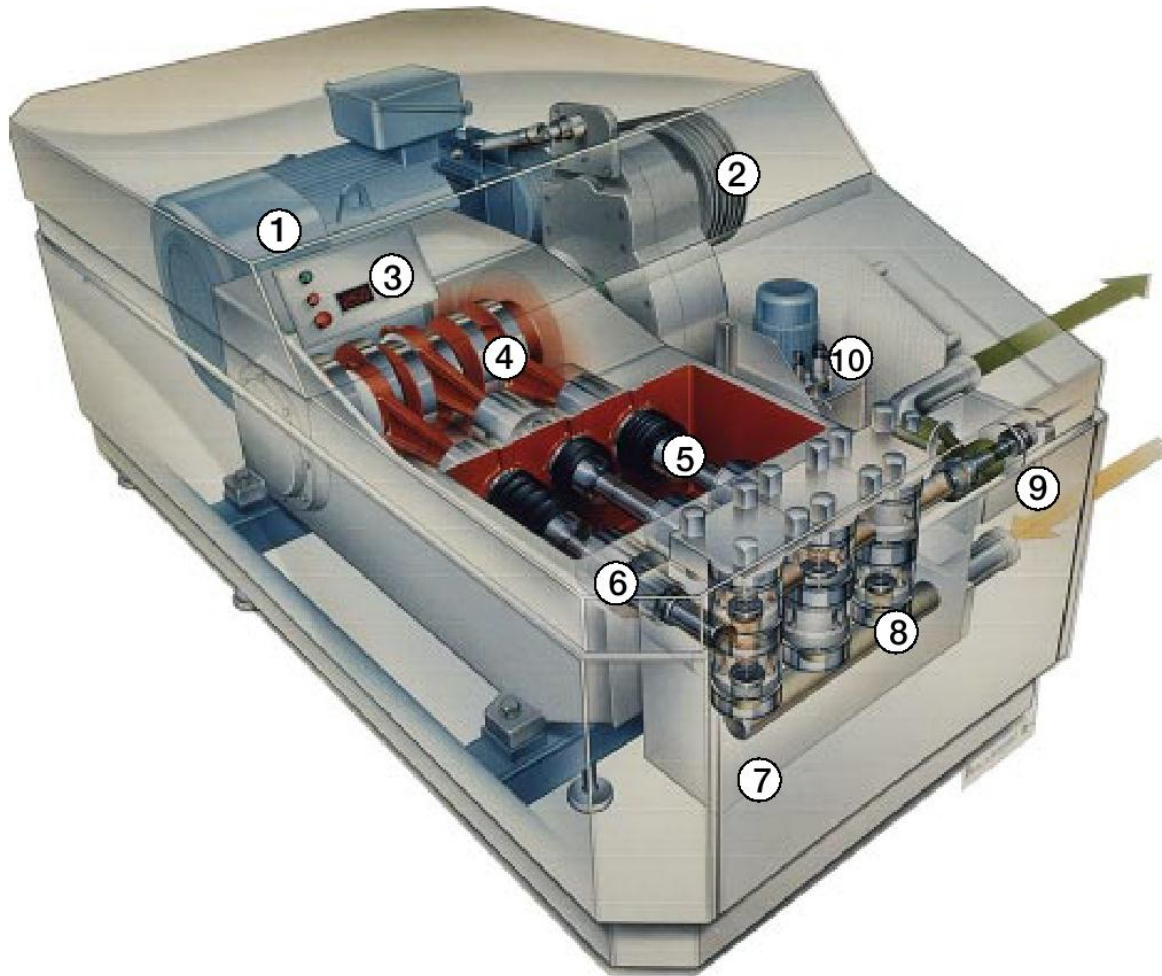
# HOMOGENIZER

*The components of a single-stage homogenisation device.*

- 1 Forcer
- 2 Impact ring
- 3 Seat
- 4 Hydraulic actuator

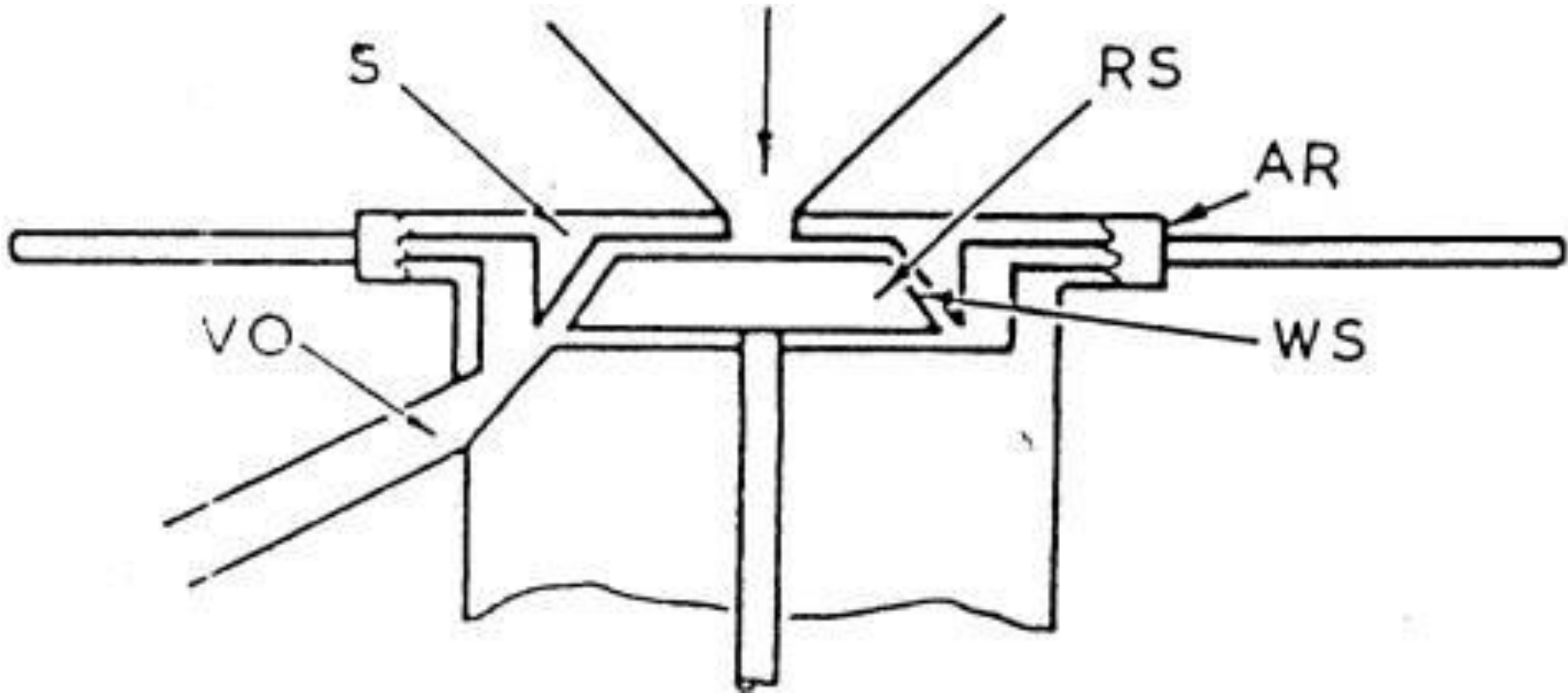


# HOMOGENIZER



**Fig. 6.3.4** The homogeniser is a large high-pressure pump with a homogenising device.

- 1 Main drive motor
- 2 V-belt transmission
- 3 Pressure indication
- 4 Crankcase
- 5 Piston
- 6 Piston seal cartridge
- 7 Solid stainless steel pump block
- 8 Valves
- 9 Homogenising device
- 10 Hydraulic pressure setting system



Keterangan :

*RS. Rotor*

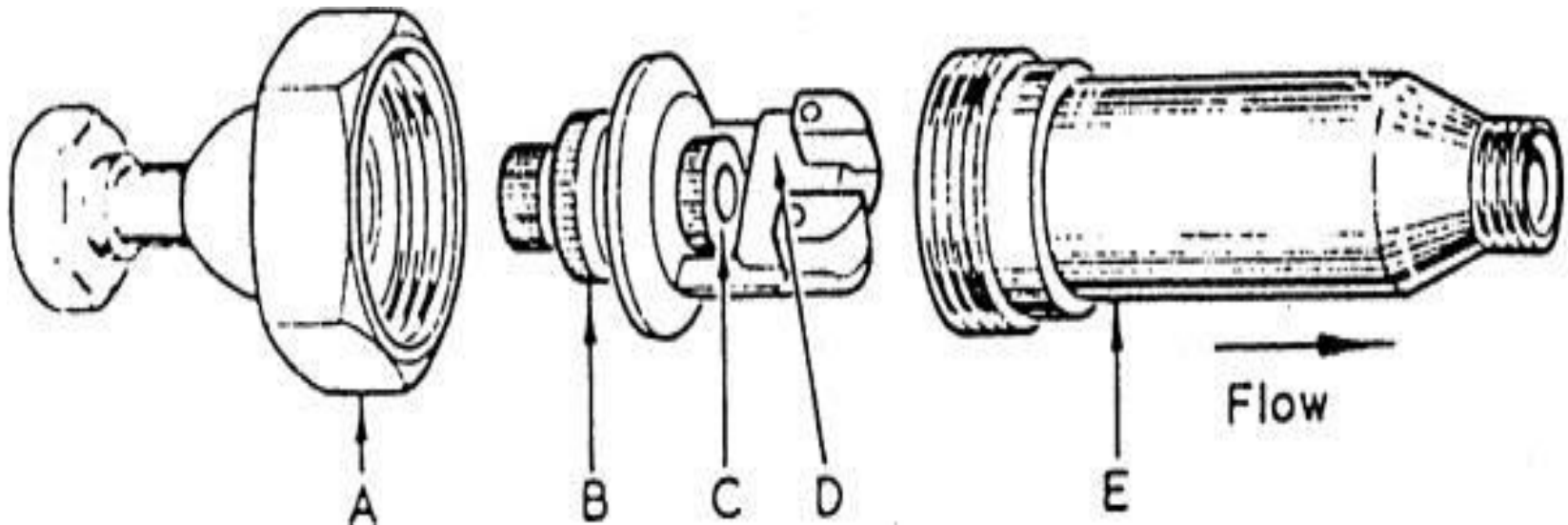
*S. Stator*

*WS. Working Surfaces*

*VO. Volute (outlet)*

*AR. Adjusting Ring*

**Daerah klep *colloid mill***



**Keterangan :**

***A. Base***

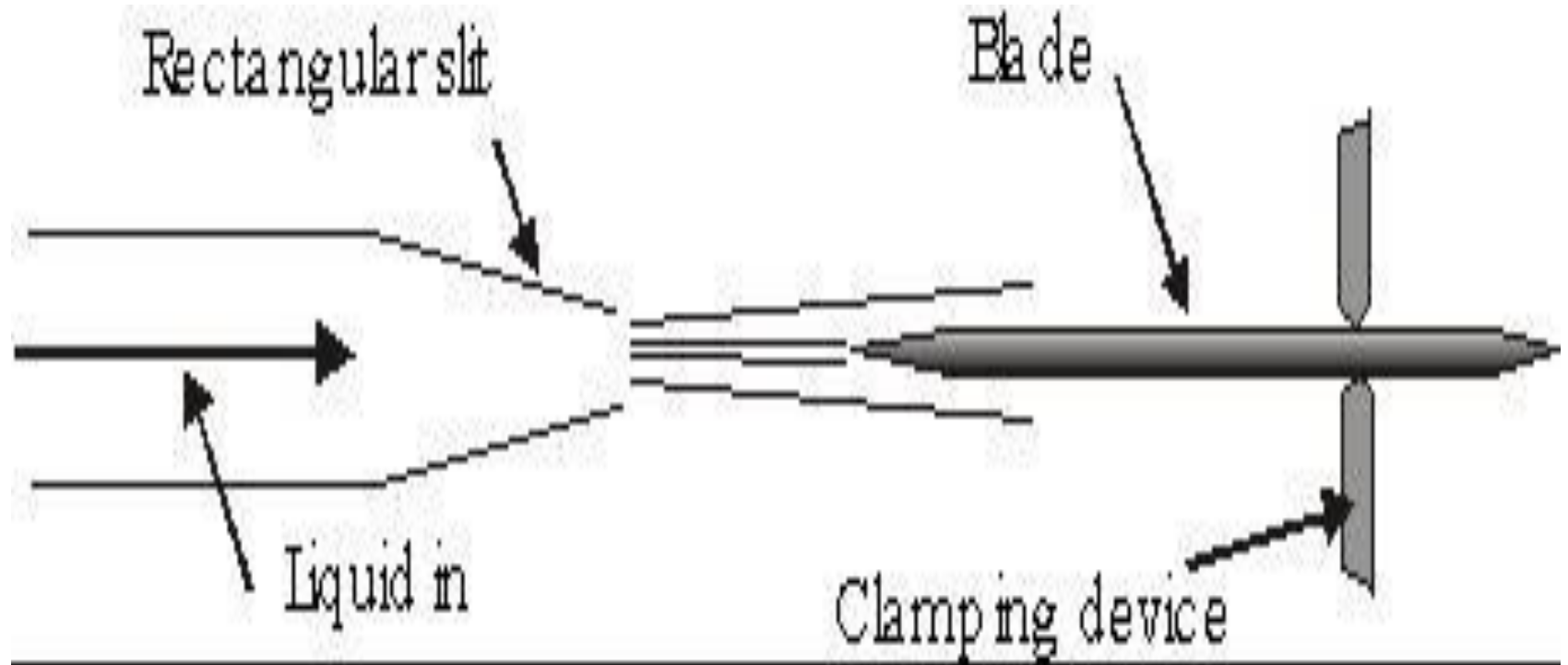
***B. Adjustable jet body***

***C. Jet insert***

***D. Vibrating blade***

***E. Resonant***

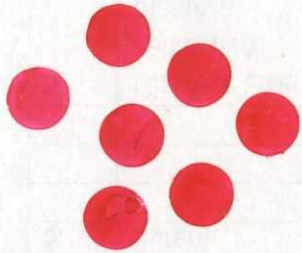
**Mechanical *Ultrasonic***



**Prinsip kerja mechanical ultrasonik**



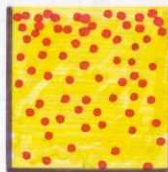
# Pemecahan Emulsi



Droplet (fase terdispersi) terdispersikan dengan baik pada fase kontinyu

Droplet mulai membentuk agregat karena ukuran diameter meningkat, sehingga emulsi menjadi kurang stabil (fase terdispersi menjadi lebih mudah dipisahkan)

Droplet<sup>2</sup> yang berdekatan akan saling bergabung menjadi droplet yang berukuran lebih besar



Emulsifier mencegah penggabungan droplet- droplet



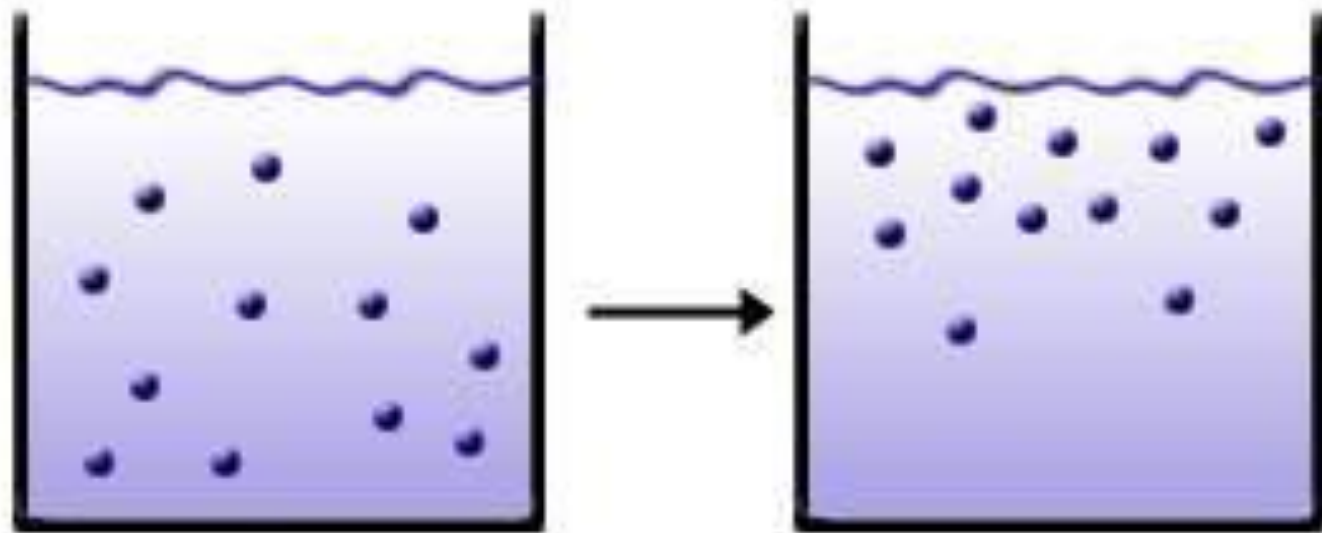
# Destabilisasi Emulsi

**Sistem emulsi dapat di-destabilisasi melalui mekanisme berikut:**

- Creaming
- Flocculation
- Coalescence

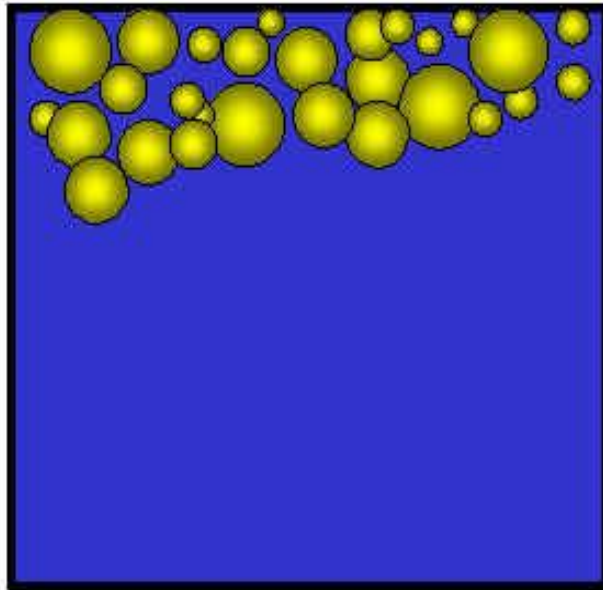
# Creaming

- Selama penyimpanan, adanya perbedaan densitas antara minyak dan air, terdapat kecenderungan fase minyak untuk terkonsentrasi di atas sistem emulsi

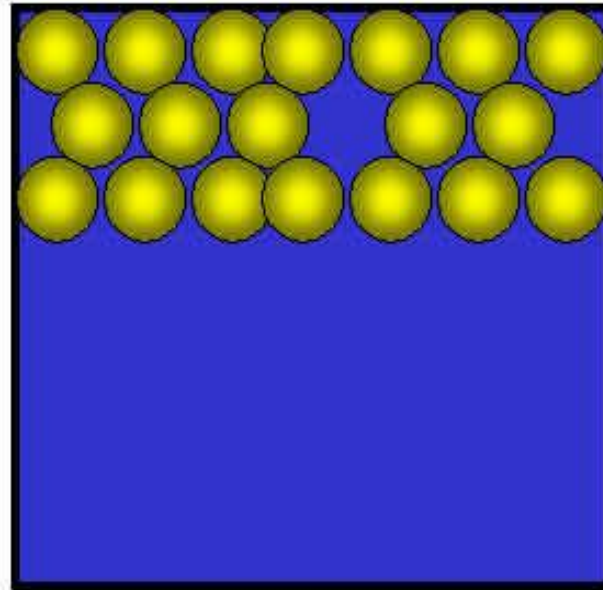


Creaming

# Polydisperse vs Monodisperse



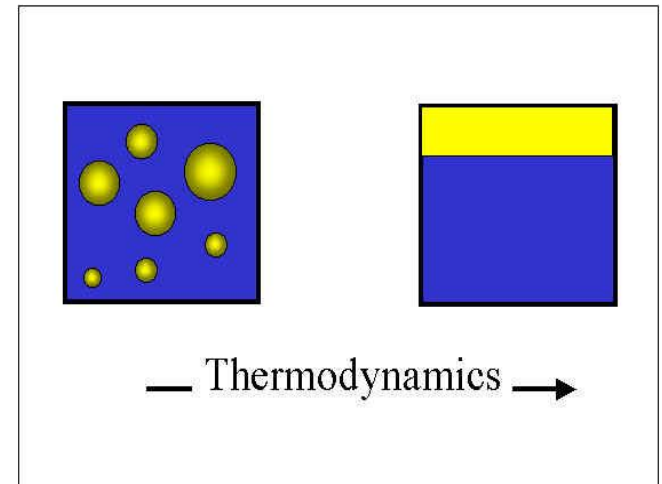
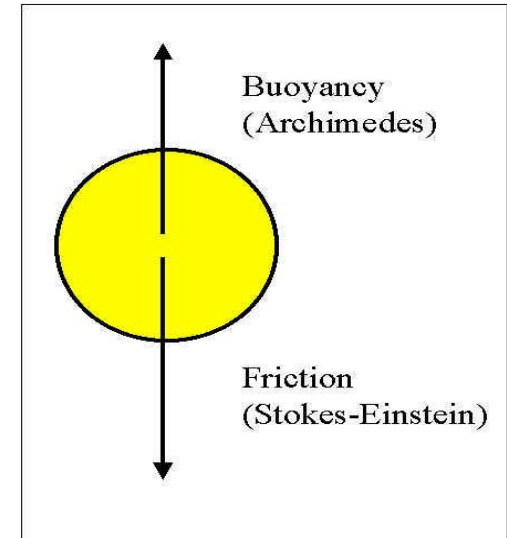
Polydisperse



Monodisperse

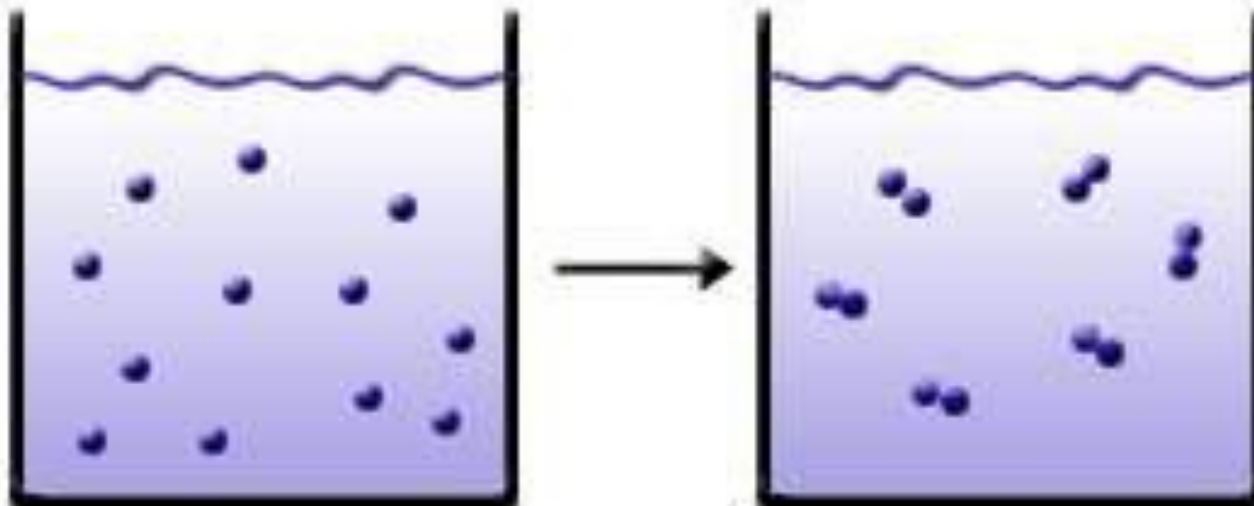
# Creaming

- Bila ada perbedaan densitas, maka dua fase dalam emulsi cenderung akan memisah
- Minyak lebih kecil densitasnya ( $\sim 0.8$ ) dibandingkan dengan air ( $1.0$ )
- Buoyancy force (Hukum Archimedes)
- Friction force (Hukum Stokes)
- Gerakan dari droplet  $< 1$  mm/hari, tidak terjadi creaming



# Flocculation

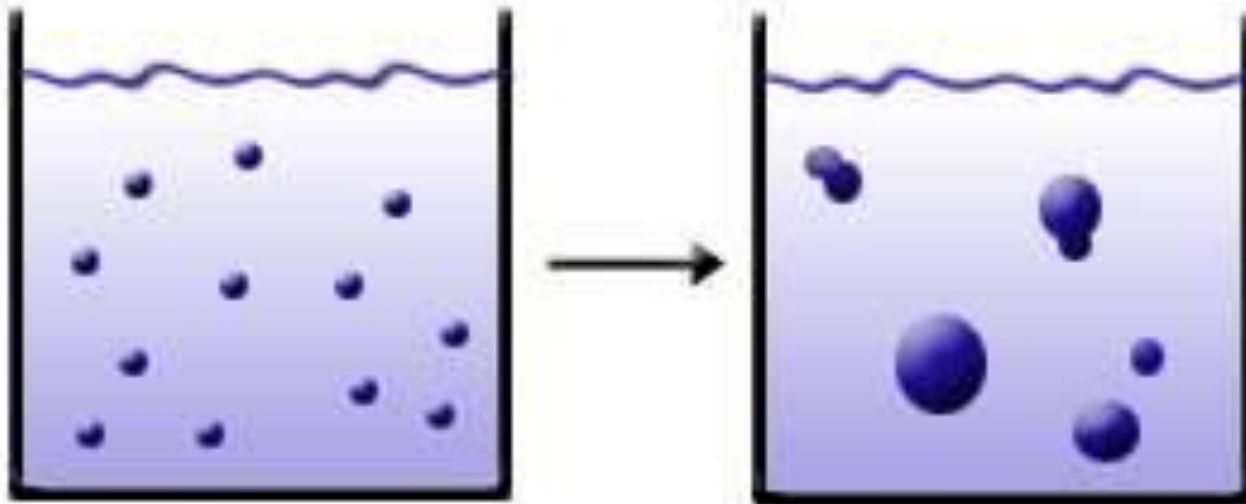
- Flocculation diartikan sebagai proses dimana dua atau lebih droplet saling menempel tanpa kehilangan identitas



Flocculation

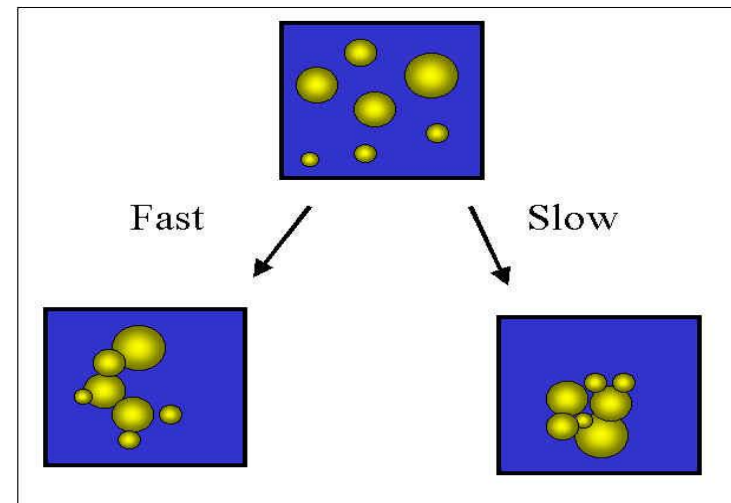
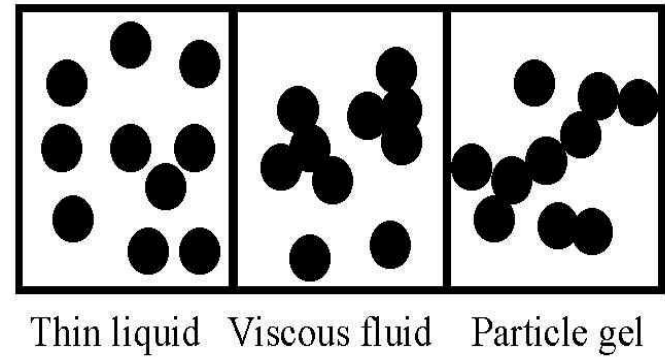
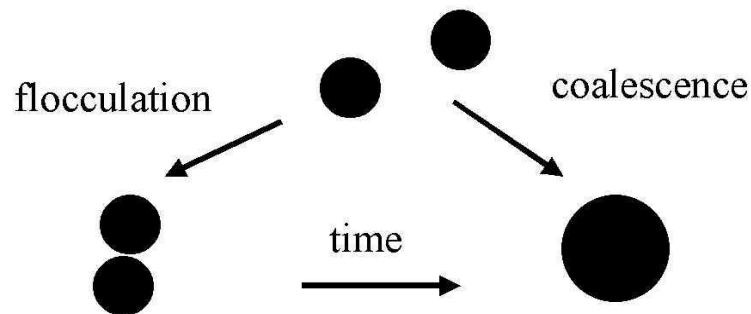
# Coalescence

- Coalescence merupakan proses ketika dua atau lebih droplet bergabung dan membentuk droplet yang lebih besar



Coalescence

# Flocculation vs Coalescence



## Emulsion Breakdown: Flocculation and Coalescence

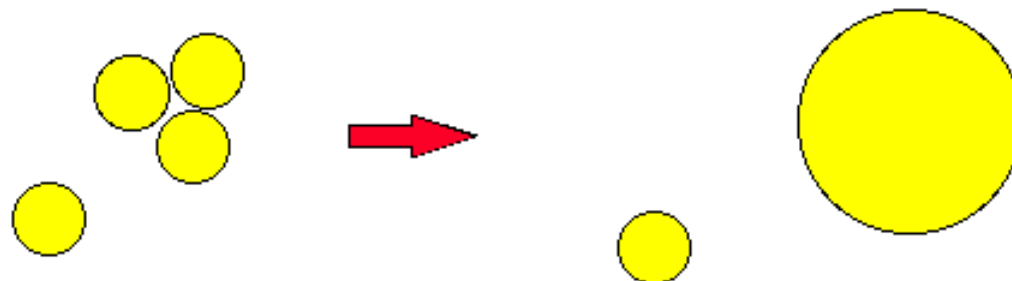
- Attractive forces between droplets cause them to cluster

– flocculation

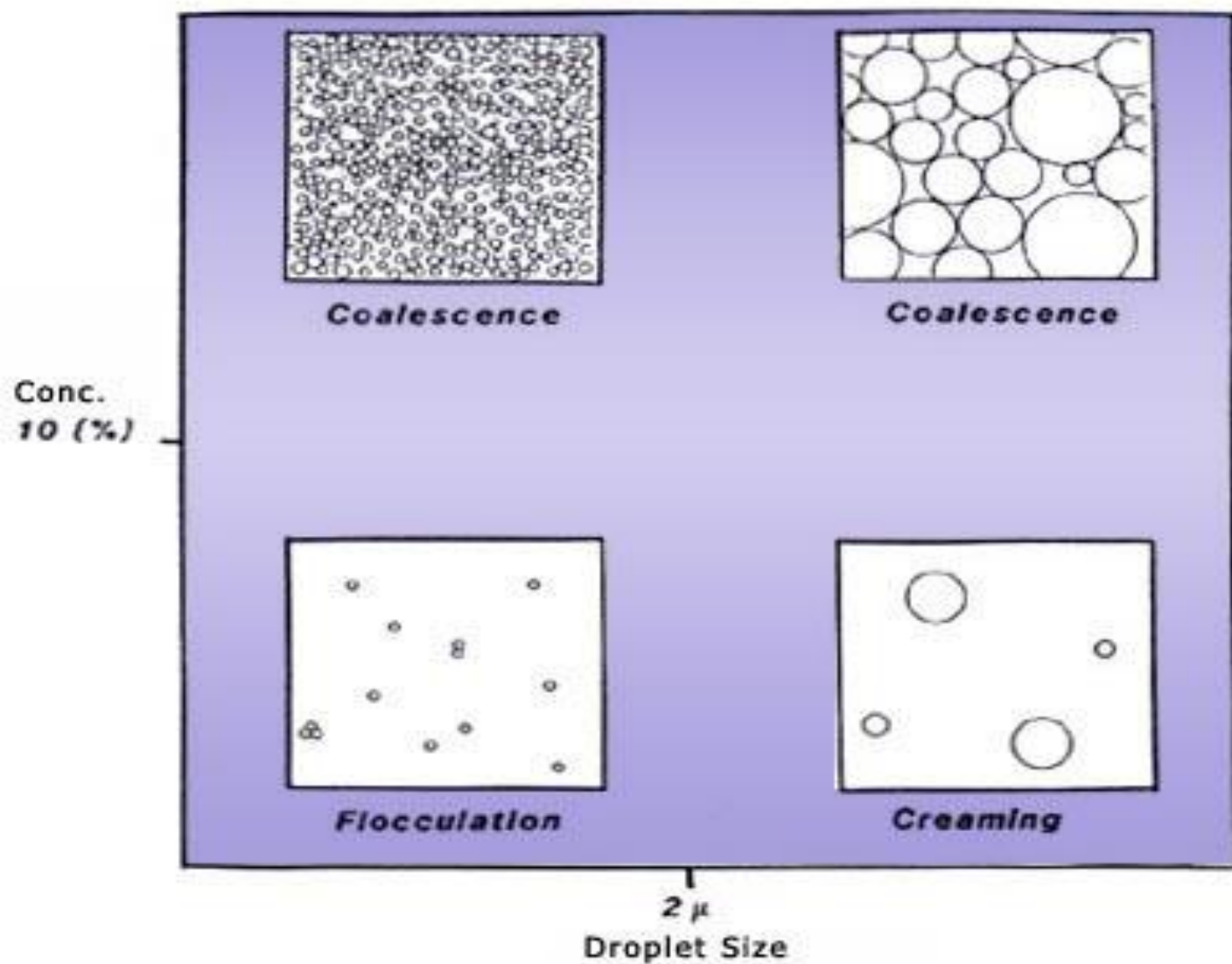


- Weak interfaces between droplets break, allowing droplets to merge

– coalescence

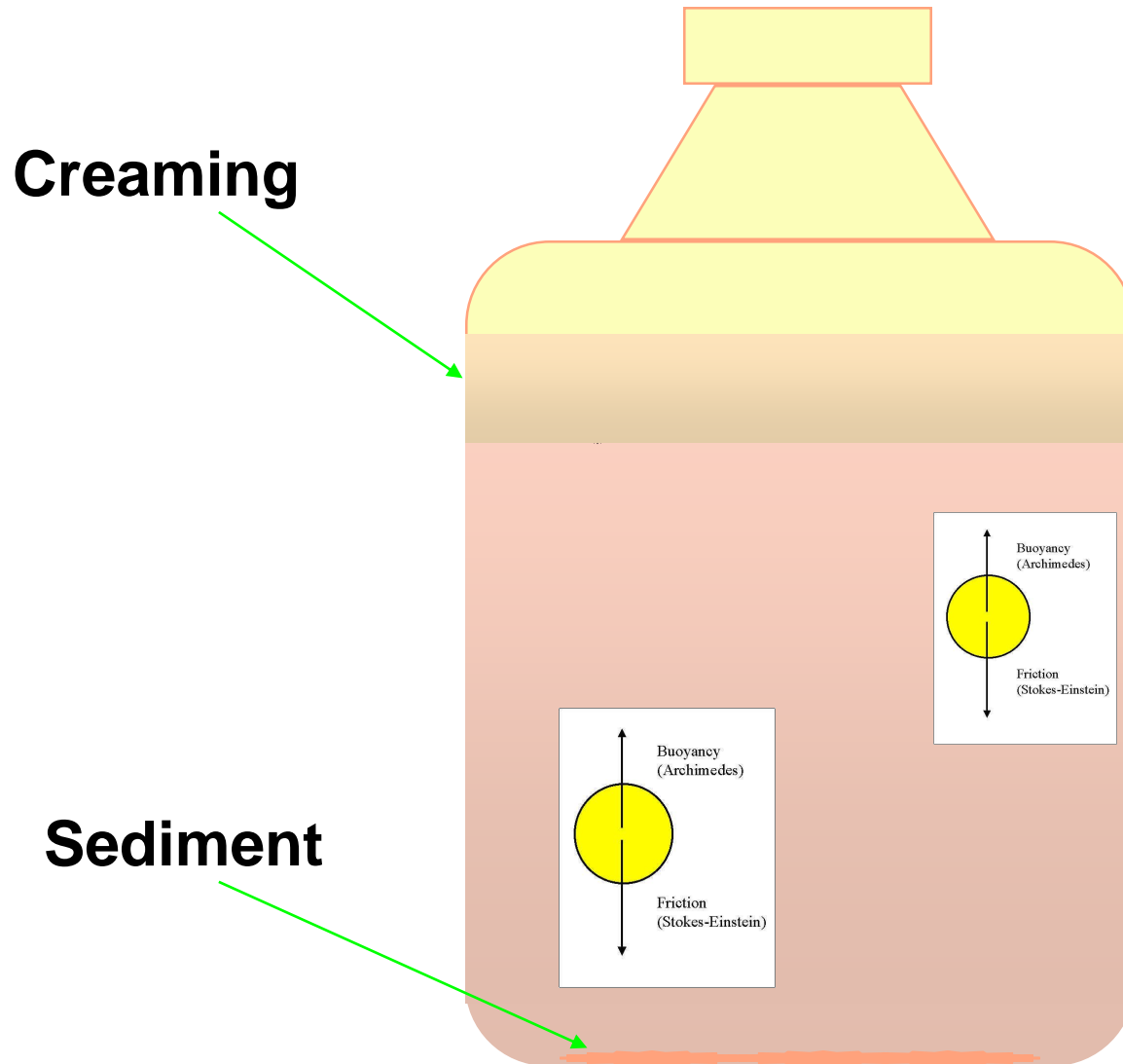






Dominating instability mechanism in different size and concentration regions

# Sedimentasi bahan padatan dan creaming



# Apa yang terjadi pada emulsi selama penyimpanan?

- **Partikel selalu bergerak disebut Brownian Movement**
- **Terjadi tabrakan antar partikel (jutaan tabrakan tiap detiknya)**
- **Terjadi interaksi antar ingredien**
- **Partikel terkena gaya gravitasi sepanjang waktu**

