



# PENUNTUN PRAKTIKUM FARMASI FISIKA (FRS201)

*Smart, Creative and Entrepreneurial*

PROGRAM STUDI

# FARMASI



**FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS ESA UNGGUL  
JAKARTA  
2018**

## **KATA PENGANTAR**

Buku Petunjuk Praktikum Farmasi Fisika disusun untuk menunjang mata kuliah Farmasi Fisika dalam program studi Farmasi UEU.

Diharapkan dengan buku ini, mahasiswa lebih memahami tata cara dan prosedur pelaksanaan praktikum sehingga mahasiswa memiliki kemampuan melakukan dan mengevaluasi hasil praktikum sesuai dengan teori dasar yang telah diberikan. Mudah-mudahan usaha ini dapat membantu tugas mahasiswa dalam menempuh studinya.

Sebagai akhir kata, penyusun mengucapkan terima kasih kepada staf pengajar, karyawan, asisten, dan sejawat lainnya yang telah memberikan saran dan bantuannya hingga terbentuknya Buku Petunjuk ini.

### **Penyusun :**

- Irvani Rakhmawati, M.Farm.
- Aprilita Rina Yanti Eff., M.Biomed., Apt.

**DAFTAR ISI**

<b>PERCOBAAN 1 KELARUTAN</b>	<b>1</b>
<b>PERCOBAAN 2 STABILITAS</b>	<b>5</b>
<b>PERCOBAAN 3 DIFUSI DAN DISOLUSI</b>	<b>10</b>
<b>PERCOBAAN 4 TEGANGAN PERMUKAAN</b>	<b>14</b>
<b>PERCOBAAN 5 VISKOSITAS DAN RHEOLOGI</b>	<b>19</b>
<b>PERCOBAAN 6 EMULSIFIKASI</b>	<b>25</b>

## **PERCOBAAN 1 KELARUTAN**

### **TUJUAN PERCOBAAN**

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan mampu untuk:

1. Menentukan kelarutan suatu zat secara kuantitatif
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan suatu zat
3. Menjelaskan usaha-usaha yang dapat digunakan untuk meningkatkan kelarutan zat aktif dalam air untuk pembuatan sediaan zat cair.

### **TEORI UMUM**

Secara kuantitatif, kelarutan zat dinyatakan sebagai konsentrasi zat terlarut dalam larutan jenuhnya pada suhu dan tekanan tertentu. Kelarutan juga didefinisikan sebagai interaksi spontan antara dua atau lebih zat membentuk dispersi molekular yang homogen. Kelarutan merupakan sifat intrinsik suatu zat yang hanya bisa diubah dengan adanya modifikasi kimia molekul tersebut. Kelarutan dinyatakan dalam satuan milliliter pelarut yang dapat melarutkan suatu gram zat

Data kelarutan suatu zat dalam air sangat penting untuk diketahui dalam pembuatan sediaan farmasi. Sediaan farmasi cair seperti sirup, eliksir, obat tetes, injeksi, dan lain- lain dibuat dengan menggunakan pelarut air. Tidak hanya untuk sediaan cair, tetapi juga untuk sediaan padat yang diberikan secara oral karena untuk diabsorpsi, zat aktif harus larut dalam cairan saluran cerna. Dengan demikian, data kelarutan zat aktif tersebut diperlukan untuk mendesain suatu obat yang dapat diabsorpsi secara optimal oleh tubuh sehingga menghasilkan efek yang diinginkan.

Kelarutan suatu zat dapat dipengaruhi oleh pH larutan, suhu, jenis pelarut, bentuk dan ukuran partikel zat, konstanta dielektrik bahan pelarut, serta adanya zat-zat lain seperti surfaktan, pengkhat, ion sejenis, dll.

## ALAT DAN BAHAN

- Gelas kimia
- Batang pengaduk
- Cawan penguap
- Buret
- Labu Erlenmeyer
- Pipet tetes
- Penangas air
- Oven pengering
- Timbangan analitik
- Kertas saring
- Asam benzoat
- Kertas saring
- NaOH 0,1 N
- Indikator fenolftalein
- Asam salisilat
- Air es
- Tween 80
- Aquades
- Lemari es

## PERCOBAAN

### A. Penentuan Kelarutan Asam Benzoat

1. Timbang 0,3 gram asam benzoat.
2. Masukkan asam benzoat yang telah ditimbang, ke dalam gelas kimia 100 ml, kemudian tambahkan air suling sebanyak 50 ml. Aduk campuran tersebut selama 2 menit pada suhu kamar
3. Saring campuran tersebut menggunakan kertas saring. Letakkan kertas saring tsb ke dalam cawan penguap, kemudian keringkan di dalam oven pada suhu 100° C selama 30 menit.
4. Timbang sisa asam benzoat kering yang tertinggal di atas kertassaring.
5. Hitung kelarutan asam benzoat.

### B. Pengaruh Suhu pada Kelarutan Asam Benzoat

1. Timbang 0,3 gram asam benzoat.
2. Masukkan asam benzoat yang telah ditimbang, ke dalam gelas kimia 100 ml, kemudian tambahkan 50 ml air suling bersuhu 10 °C. Aduk campuran tersebut selama 2 menit pada suhu 10 °C.
3. Saring campuran tersebut menggunakan kertas saring. Letakkan kertas saring tsb ke dalam cawan penguap, kemudian keringkan di dalam oven pada suhu 100 °C selama 30 menit.
4. Timbang sisa asam benzoat kering yang tertinggal di atas kertassaring.
5. Hitung kelarutan asam benzoat.
6. Ulangi prosedur tsb dengan melarutkan asam benzoat bersuhu 45 °C.
7. Bandingkan kelarutan asam benzoat pada suhu kamar, 10°C, dan 45 °C.

### C. Pengaruh Pelarut Campur terhadap Kelarutan Suatu Zat

1. Buatlah 100 ml campuran bahan pelarut yang tertera pada tabel di bawah ini.

Air (% v/v)	Etanol 96% (% v/v)	Propilen glikol (% v/v)
70	0	30
70	10	20
70	20	10
70	30	0
100	0	0

2. Ambil 20 ml campuran pelarut, tambahkan asam salisilat sebanyak 100 mg ke dalam masing-masing campuran pelarut. Aduk campuran selama 10 menit.
3. Saring larutan. Ambil sebanyak 5 ml larutan dan tentukan kadar asam salisilat yang larut dengan cara titrasi asam basa dengan peniter NaOH 0,1 N dan indikator fenolftalein.
4. Bandingkan kelarutan asam salisilat pada masing-masing campuran pelarut.

### D. Pengaruh Penambahan Surfaktan terhadap Kelarutan Suatu Zat

1. Buatlah 100 ml larutan Tween 80 dengan konsentrasi : 0; 0,1; 0,5; 1,0; 5,0; 10; 50,0; 100 mg/ 100 ml.
2. Ambil 10 ml masing-masing larutan dan tambahkan 100 mg asam salisilat ke dalam masing-masing larutan.
3. Aduk campuran selama 10 menit.
4. Saring dan tentukan kadar asam salisilat yang terlarut dalam masing-masing larutan dengan cara titrasi asam basa menggunakan peniter NaOH 0,1 N dan indikator fenolftalein.
5. Buat kurva antara kelarutan asam salisilat dengan konsentrasi Tween 80 yang digunakan. Bandingkan kelarutan asam salisilat dalam berbagai larutan Tween.
6. Tentukan konsentrasi misel kritis (KMK) Tween 80.

### PUSTAKA

Ansel, H. C., 2008, *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, Edisi 4, UI Press, Jakarta.

Lachman, L., H. A. Lieberman, 1986, *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, 3<sup>rd</sup> edition, Lea & Febiger, Philadelphia.

Sinko, P. J., 2011, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6<sup>th</sup> Edition, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia.

## PERCOBAAN 2

### STABILITAS

#### TUJUAN PERCOBAAN

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan mampu untuk:

1. Menentukan orde reaksi penguraian suatu zat
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan suatu zat
3. Menentukan energi aktivasi dari reaksi penguraian suatu zat.
4. Menentukan usia simpan suatu zat
5. Menggunakan data kinetika kimia untuk memperkirakan kestabilan suatu zat

#### TEORI UMUM

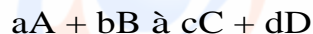
Kestabilan suatu zat merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam membuat formulasi suatu sediaan farmasi karena sediaan biasanya diproduksi dalam jumlah besar dan memerlukan waktu yang lama untuk sampai ke tangan pasien. Obat yang disimpan dalam jangka waktu lama dapat mengalami penguraian dan mengakibatkan berkurangnya dosis. Selain itu, adakalanya penguraian tsb menghasilkan senyawa yang toksik sehingga dapat membahayakan jiwa pasien. Oleh karena itu, perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan suatu zat sehingga dapat dipilih kondisi pembuatan, formulasi, kemasan dan cara penyimpanan sediaan yang tepat sehingga kestabilan obat terjaga.

Stabilitas suatu zat dapat dipengaruhi oleh panas, cahaya, kelembapan, oksigen, pH, mikroorganisme, dan bahan-bahan tambahan yang dipergunakan dalam formula sediaan obat. Sebagai contoh senyawa-senyawa ester dan amida merupakan zat yang mudah terhidrolisis dengan adanya air, dan vitamin C merupakan zat yang sangat mudah teroksidasi.

Penentuan kestabilan suatu zat biasanya dilakukan melalui perhitungan kinetika kimia. Pada awalnya untuk mengevaluasi kestabilan suatu sediaan farmasi dilakukan pengamatan pada kondisi yang sesuai dengan kondisi penyimpanan, yaitu pada suhu kamar. Ternyata metode seperti memerlukan waktu yang lama dan tidak ekonomis. Pada saat ini digunakan teknik uji stabilitas dipercepat, yaitu dengan mengamati perubahan konsentrasi pada suhu tinggi. Cara ini tidak memerlukan waktu lama sehingga cukup praktis digunakan dalam bidang farmasi. Hal-hal yang penting diperhatikan dalam penentuan kestabilan suatu zat secara kinetika kimia adalah kecepatan reaksi, faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi, dan tingkat reaksi serta cara penentuannya.

Kecepatan reaksi adalah perubahan konsentrasi zat pereaksi dan hasil reaksi per satuan waktu. Menurut hukum aksi massa, kecepatan reaksi sebanding dengan hasil

kali konsentrasi molar reaktan yang masing-masingnya dipangkatkan dengan jumlah molekul senyawa yang terlibat di dalam reaksi. Misalnya untuk reaksi:



Kecepatan reaksinya adalah:

$$v = -\frac{1}{a} \frac{d(A)}{dt} = -\frac{1}{b} \frac{d(B)}{dt} = +\frac{1}{c} \frac{d(C)}{dt} = +\frac{1}{d} \frac{d(D)}{dt}$$

$$v = k(A)^a (B)^b$$

k = konstanta kecepatan reaksi

Tingkat reaksi merupakan banyaknya faktor konsentrasi yang ikut berperan dalam menentukan kecepatan reaksi.

### 1. Tingkat reaksi nol

Tingkat reaksi nol terjadi jika kecepatan reaksi tidak tergantung pada konsentrasi pereaksinya, perubahan konsentrasi terjadi secara konstan setiap waktu.

$$-\frac{dC}{dt} = k.C^0$$

$$dC = -k.dt$$

Jika diintegrasikan, maka dihasilkan

$$C_t = C_0 - k.t$$

$$k = \frac{C_0 - C_t}{t}$$

$C_t$  = konsentrasi pada waktu t;  $C_0$  = konsentrasi awal

Satuan k adalah mol liter<sup>-1</sup>.detik<sup>-1</sup>, jika waktu dinyatakan dalam detik dan konsentrasi dalam mol liter<sup>-1</sup>.

### 2. Tingkat reaksi satu

Penguraian suatu zat dikatakan memiliki tingkat reaksi satu jika kecepatan reaksi tergantung konsentrasi salah satu pereaksi.

$$-\frac{dC}{dt} = k.C$$

$$-\frac{dC}{C} = k.dt$$

Jika diintegrasikan, diperoleh hasil berikut ini

$$\ln C_t = \ln C_0 - k.t$$

$$k = \frac{2,303}{t} \log \frac{C_0}{C_t}$$

Satuan k adalah detik<sup>-1</sup>, jika waktu dinyatakan dalam detik.

### 3. Tingkat reaksi dua



Suatu reaksi dikatakan memiliki tingkat reaksi dua jika kecepatan reaksi tergantung pada konsentrasi dua pereaksi.



Jika  $A = B$ ,  
maka

$$-\frac{dC}{k(A)(B) dt}$$

$$= \frac{dC}{k.(C)^2 dt}$$

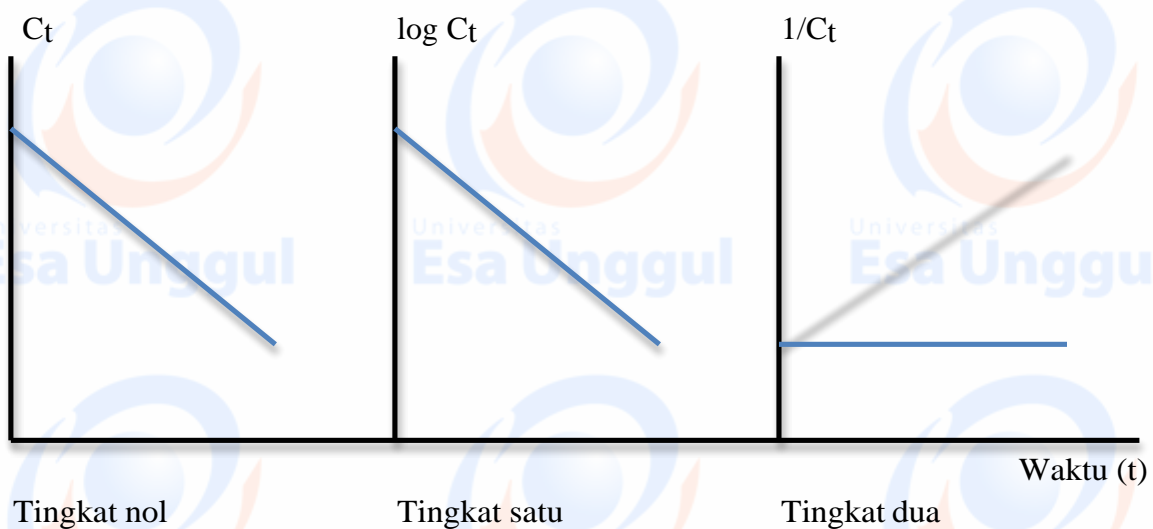
Jika diintegrasikan, diperoleh persamaan berikut ini

$$\frac{C_0 - C_t}{k.t C_0.C_t} = \frac{1}{k} \left( \frac{1}{C_0} - \frac{1}{C_t} \right)$$

Satuan k adalah liter.mol<sup>-1</sup>.detik<sup>-1</sup>

Tingkat reaksi dapat ditentukan dengan mensubstitusikan konsentrasi zat yang diperoleh ke dalam persamaan tingkat reaksi. Jika diperoleh harga k yang relatif konstan untuk salah satu dari persamaan tingkat reaksi, reaksi berjalan pada tingkat reaksi tsb.

Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan membuat grafik hubungan antara konsentrasi zat terhadap waktu. Bila diperoleh grafik yang linear, reaksi berlangsung pada tingkat tsb. Linearitas grafik dilihat dari harga  $r^2$  yang paling mendekati satu.



## ALAT DAN BAHAN

- Labu Erlenmeyer
- Gelas kimia
- Batang pengaduk
- Buret
- Corong
- Kertas saring
- Timbangan gram
- Asetosal
- Natrium sitrat
- NaOH 0,1 N
- Indikator fenolftalein
- Aquadest
- Climatic Chamber
- Oven

## PERCOBAAN

1. Timbang 12,5 gram asetosal dan 25 gram natrium sitrat.
2. Larutkan natrium sitrat dengan 100 ml air hangat. Setelah larutan natrium sitrat dingin, campurkan asetosal ke dalam larutan tsb. Aduk hingga larut. Kemudian tambahkan aquadest hingga 500 ml.
3. Masukkan masing-masing 20 ml larutan asetosal ke dalam 15 tabung reaksi: 5 tabung reaksi untuk penentuan pada suhu 40 °C, 5 tabung reaksi pada suhu 50 °C, 5 tabung reaksi untuk suhu 70 °C.
4. Tentukan kadar asetosal awal untuk ketiga suhu. Sisa tabung reaksi diinkubasi ke dalam suhu masing-masing, kemudian tentukan kadar asetosal pada waktu 10, 20, 40, 60 menit setelah diinkubasi pada suhu masing-masing.
5. Cara menentukan kadar asetosal: ambil 1 tabung reaksi yg berisi larutan asetosal yang akan ditentukan kadarnya. Masukkan tabung tsb ke dalam wadah berisi air es untuk menghentikan reaksi penguraian. Ambil 5 ml larutan, tentukan kadar asetosal dengan melakukan titrasi menggunakan NaOH 0,1 N dengan indikator fenolftalein. Lakukan triplo untuk masing-masing penentuan.
6. Tentukan tingkat reaksi penguraian dengan membuat grafik.
7. Tentukan harga konstanta kecepatan reaksi (k) pada masing-masing suhu.
8. Hitung energi aktivasi (Ea) dengan membuat kurva hubungan antara log k dengan harga 1/T. T adalah suhu percobaan mutlak dalam Kelvin (K). Kemiringan kurva adalah  $-E_a/2,303R$ .
9. Tentukan harga k pada suhu kamar dengan cara ekstrapolasi.
10. Hitung usia simpan larutan asetosal tsb pada suhu kamar. Larutan tsb dianggap sudah tidak dapat digunakan lagi bila telah terurai sebanyak 10%.

## PUSTAKA

Martin, A., dkk, 2010, *Farmasi Fisik II*, Penerbit UI Press, Jakarta.

Lachman, L., H. A. Lieberman, 1986, *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, 3<sup>rd</sup> edition, Lea & Febiger, Philadelphia.

Sinko, P. J., 2011, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6<sup>th</sup> Edition, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia.

## PERCOBAAN 3 DIFUSI DAN DISOLUSI

### TUJUAN PERCOBAAN

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan mampu untuk:

1. Mengamati peristiwa difusi sederhana.
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi difusi.
3. Memahami proses disolusi suatu zat.
4. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi disolusi.

### ALAT DAN BAHAN

- |                      |  |
|----------------------|--|
| • Gelas kimia        | <input type="checkbox"/> Es                      |
| • Cawan petri        | <input type="checkbox"/> Serbuk agar             |
| • Penggaris          | <input type="checkbox"/> Kristal metil jingga    |
| • Batang pengaduk    | <input type="checkbox"/> Kristal $\text{KMnO}_4$ |
| • Timbangan analitik | <input type="checkbox"/> Thermometer             |
| • Alat disolusi      | <input type="checkbox"/> water bath              |

### PERCOBAAN

#### A. Difusi Sederhana

1. Timbang 0,1 gram kristal  $\text{KMnO}_4$ . Masukkan kristal tsb ke dalam gelas kimia yg sudah diisi dengan 100 ml air bersuhu ruang.
2. Amati perubahan yang terjadi dan catat waktu yang dibutuhkan sampai kristal melarut.
3. Ulangi percobaan dengan melakukan pengadukan menggunakan batang pengaduk. Catat waktu yang dibutuhkan sampai kristal melarut.
4. Bandingkan waktu yang dibutuhkan dari kedua percobaan tersebut.

#### B. Pengaruh Suhu pada Difusi

1. Timbang 0,1 gram kristal  $\text{KMnO}_4$ . Masukkan kristal tsb ke dalam gelas kimia yg sudah diisi dengan 100 ml air bersuhu  $10^\circ\text{C}$ .
2. Amati perubahan yang terjadi dan catat waktu yang dibutuhkan sampai kristal melarut.
3. Ulangi percobaan dengan menggunakan air bersuhu  $50^\circ\text{C}$ .
4. Bandingkan waktu yang dibutuhkan sampai kristal melarut pada suhu kamar,  $10^\circ\text{C}$  dan  $50^\circ\text{C}$

Air	Keterangan	Waktu (detik)	Pengamatan
Air suhu kamar	Tanpa pengadukan		
	Dengan pengadukan		
Air suhu 10 °C	Tanpa pengadukan		
Air suhu 50 °C	Tanpa pengadukan		

### C. Difusi pada Media Agar

1. Buat larutan agar 2% b/v dalam air suling.
2. Didihkan agar tersebut sampai diperoleh larutan bening. Biarkan larutan agar tersebut dingin.
3. Tuangkan 15 mL agar tersebut ke atas permukaan cawan petri. Biarkan memadat.
4. Buatlah lubang pada lempeng agar tersebut dengan alat pembuat lubang dengan jarak antar lubang 3 cm (5 lubang/sumur per lempeng)
5. Tempatkan 50 mg kristal KMNO<sub>4</sub> pada satu lubang pada lempeng agar tersebut dan 50 mg kristal metil jingga pada lubang yang lain.
6. Catat jarak difusi KMNO<sub>4</sub> dan metil jingga sebagai fungsi waktu.
7. Bahas hasil percobaan tersebut.

### D. Disolusi

1. Penangas air pada alat disolusi diisi dengan air suling. Alat dinyalakan dan diatur pada suhu 37 °C.
2. Isi labu disolusi dengan media disolusi, yaitu air suling sebanyak 900 ml. Inkubasi terlebih dahulu media dalam penangas air hingga suhunya 37°C.
3. Bila suhu dalam labu disolusi sudah mencapai 37°C (konstan), masukkan 300 serbuk amoksisilin ke dalam wadah keranjang, lalu diaduk dengan kecepatan 100 rpm.
4. Catat waktu pada saat basket yang berisi tablet dimasukkan dalam labu disolusi.
5. Ambil media disolusi pada menit ke 5, 10 dan 15 sebanyak 10 ml dengan pipet volume dan media disolusi dicukupkan lagi hingga 900 ml dengan aquadest tiap setelah pengambilan sampel.
6. Sampel yang diambil dititrasi dengan NaOH 0,1 N menggunakan indikator fenolftalein.

7. Hitung konsentrasi amoksisilin setiap waktu.
8. Ulangi percobaan dengan mengganti kecepatan pengadukan menjadi 50 dan 200 rpm.
9. Bandingkan hasil dari ketiga kecepatan pengadukan.

#### **PUSTAKA**

Ansel, H. C., 2008, *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, Edisi 4, UI Press, Jakarta.

Lachman, L., H. A. Lieberman, 1986, *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, 3<sup>rd</sup> edition, Lea & Febiger, Philadelphia.

Sinko, P. J., 2011, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6<sup>th</sup> Edition, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia.

## **PERCOBAAN 4**

### **TEGANGAN PERMUKAAN**

#### **TUJUAN PERCOBAAN**

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan mampu untuk:

1. Menentukan tegangan permukaan zat cair
2. Menerangkan faktor-faktor yang mempengaruhi tegangan permukaan zat cair
3. Menentukan konsentrasi misel kritik suatu surfaktan

#### **TEORI UMUM**

Bila dua fase zat dicampurkan, batas antara kedua fase tersebut dinamakan antar permukaan/ antar muka. Istilah antar muka biasanya digunakan untuk menunjukkan batas antara zat cair dengan zat cair lain yang tidak saling bercampur atau antara zat padat dengan zat cair. Sedangkan batas antara fase cair dengan fase gas/ udara lazim disebut permukaan.

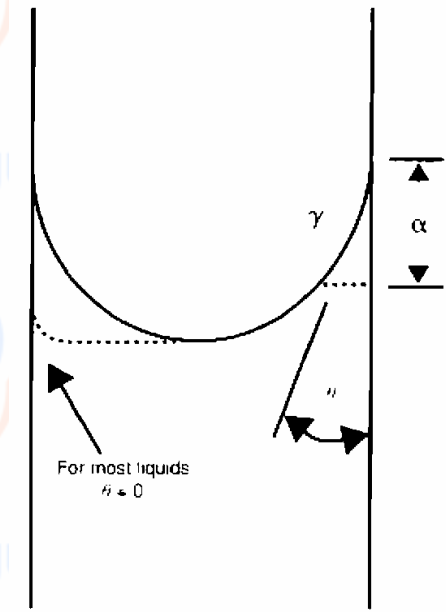
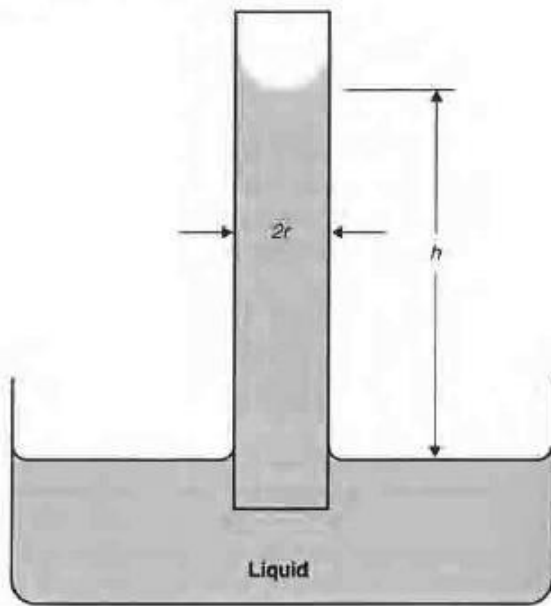
Dalam kondisi cair, gaya kohesi terjadi antar molekul di dalam suatu cairan. Satu molekul dikelilingi oleh molekul lain dan memiliki gaya tarik yang sama besar satu dengan yang lain. Sedangkan molekul yang berada di permukaan, gaya kohesif hanya terjadi dengan molekul zat cair yang berada di bawahnya. Molekul zat cair yang berada di permukaan juga memiliki interaksi dengan molekul udara (gaya adhesi). Gaya kohesi yang terjadi lebih besar daripada gaya adhesi. Akibatnya, molekul yang terdapat permukaan cairan tertarik ke arah dalam. Selain kedua gaya tersebut, terdapat suatu gaya lain yang bekerja sejajar dengan permukaan zat cair sehingga molekul cairan tetap berada pada permukaan. Gaya tersebut dinamakan tegangan permukaan. Istilah tegangan antar permukaan digunakan untuk menunjukkan gaya yang terjadi pada antar permukaan dua cairan yang saling tidak bercampur atau antara permukaan zat padat dengan cairan. Tegangan antar permukaan selalu lebih kecil daripada tegangan permukaan karena gaya adhesi antara 2 zat cair yang tidak bercampur selalu lebih besar daripada gaya adhesi antara zat cair dengan udara. Bila 2 zat cair bercampur sempurna, tegangan antar permukaan tidak ada.

Tegangan permukaan dinyatakan sebagai gaya per satuan panjang yang diperlukan

untuk memperluas permukaan suatu zat. Simbol yang digunakan untuk tegangan permukaan adalah  $\gamma$  dan satuannya adalah  $\text{dyne.cm}^{-1}$ . Tegangan permukaan dapat ditentukan dengan dua metode, yaitu metode kenaikan kapiler dan metode cincin Du Nuoy.

### **Metode Kenaikan Kapiler**

Metode ini hanya dapat digunakan untuk menentukan tegangan permukaan suatu zat cair dan tidak dapat digunakan untuk menentukan tegangan antar permukaan dua zat cair yang tidak bercampur.



$h$  = kenaikan cairan dalam kapiler (cm)

$2r$  = diameter kapiler (cm)

$\theta$  = sudut kontak antara permukaan zat cair dengan dinding kapiler, jika zat cair dapat membasahi dinding kapiler,  $\theta = 0$

$\alpha$  = komponen gaya ke atas akibat tegangan permukaan cairan =  $\gamma \cos \theta$

Total gaya ke atas di bagian dalam kapiler =  $2 \pi r \alpha \cos \theta$

Gaya yang menyeimbangkan gaya ke atas dipengaruhi oleh tinggi kenaikan cairan dalam kapiler, luas area, perbedaan bobot jenis antara zat cair dan udara, percepatan gravitasi :

$$\pi r^2 (\rho_c - \rho_a) h \cdot g = w$$

$w$  = berat cairan di dalam kapiler

Bila zat cair mencapai tinggi maksimum dalam kapiler, terjadi keseimbangan antara gaya ke atas dan gaya ke bawah sehingga nilai tegangan permukaan dapat ditentukan. Bobot jenis udara, sudut kontak, dan  $w$  dapat diabaikan, sehingga persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut.

$$2 \pi r \alpha \cos \theta = \pi r^2 \cdot h \cdot g$$

$$\alpha \cos \theta = \frac{1}{2} r \cdot h \cdot g$$



## ALAT DAN BAHAN

- Pipa kapiler
  - Gelas kimia
  - Piknometer
  - Milimeter block
  - Batang pengaduk
  - Termometer
  - Kompor
  - Pipa Kapiler
- Timbangan
  - Air
  - Propilen glikol
  - Etanol 96 %
  - Gliserin
  - Tween 80
  - Natrium lauril sulfat

## PERCOBAAN

### A. Penentuan Tegangan Permukaan Zat Cair

1. Ukur bobot jenis air, etanol, propilen glikol, gliserin menggunakan piknometer.
2. Masukkan sejumlah zat cair tsb ke dalam gelas kimia
3. Ambil pipa kapiler kering. Celupkan pipa kapiler ke dalam gelas kimia berisi cairan tsb dan ukur kenaikan cairan dalam pipa kapiler.
4. Lakukan pengukuran sebanyak dua kali (duplo). Catat hasil dalam tabel.

Zat Cair	Bobot Jenis (g/ ml)	h (mm)		
		1	2	Rata2
Air				
Etanol 96 %				
Propilen glikol				
Gliserin				

Keterangan : h = kenaikan cairan dalam pipa kapiler

### B. Pengaruh Suhu pada Tegangan Permukaan

1. Siapkan air bersuhu 40, 60, dan 80°C
2. Ambil pipa kapiler kering. Celupkan pipa kapiler ke dalam gelas berisi cairan dengan volume tertentu. Catat kenaikan cairan dalam pipakapiler.
3. Lakukan pengukuran sebanyak 2 kali
4. Bandingkan dengan suhu kamar.

Suhu Air (°C)	h (mm)		
	1	2	Rata2
Suhu kamar			
40			
60			
80			

### C. Pengaruh Surfaktan pada Tegangan Permukaan

1. Buat larutan Tween 80 dengan konsentrasi 0; 0,1; 0,5; 1; 5; 10 mg/ 100ml.
2. Masukkan sejumlah tertentu masing-masing larutan ke dalam gelaskimia.

3. Ambil pipa kapiler kering, celupkan dalam gelas kimia tsb dan catat kenaikan cairan dalam kapiler.
4. Lakukan pengukuran sebanyak 2 kali.
5. Buat kurva antara konsentrasi dengan tegangan permukaan. Tentukan konsentrasi misel kritik dari surfaktan tsb.
6. Ulangi pengukuran untuk larutan natrium lauril sulfat dengankonsentrasi 0; 0,5; 1; 2; 2,5; 3 g/ 100 ml.

Konsentrasi Larutan	h (mm)		
	1	2	Rata2

#### PUSTAKA

Ansel, H. C., 2008, *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, Edisi 4, UI Press, Jakarta.

Lachman, L., H. A. Lieberman, 1986, *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, 3<sup>rd</sup> edition, Lea & Febiger, Philadelphia.

Sinko, P. J., 2011, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6<sup>th</sup> Edition, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia.

## PERCOBAAN 5 VISKOSITAS DAN RHEOLOGI

### TUJUAN PERCOBAAN

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan mampu untuk:

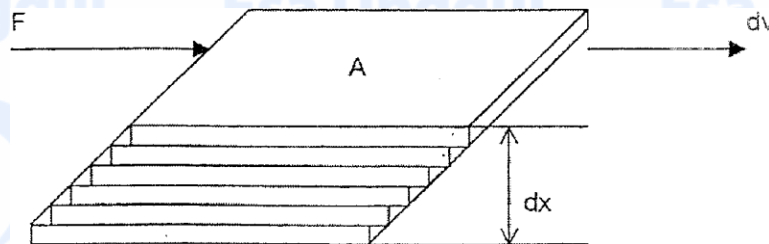
1. Menerangkan arti viskositas dan rheologi
2. Membedakan cairan Newton dan non-Newton
3. Mengenal beberapa metode pengukuran viskositas dan alat yang digunakan
4. Menentukan viskositas beberapa cairan dengan viskometer Ostwald

### TEORI UMUM

Viskositas adalah ukuran resistensi zat cair untuk mengalir. Semakin besar resistensi suatu zat cair untuk mengalir, semakin besar pula viskositasnya.

Rheologi adalah ilmu yang mempelajari sifat aliran zat cair atau deformasi zat padat.

Viskositas mula-mula diselidiki oleh Newton, yaitu dengan mensimulasikan zat cair dalam bentuk tumpukan kartu sebagai berikut.



Zat cair diasumsikan terdiri dari lapisan-lapisan molekul yang sejajar satu sama lain. Lapisan terbawah tetap diam, sedangkan lapisan di atasnya bergerak dengan kecepatan konstan sehingga setiap lapisan memiliki kecepatan gerak yang berbanding langsung dengan jaraknya terhadap lapisan terbawah. Perubahan kecepatan ( $dv$ ) antara dua lapisan yang dipisahkan dengan jarak ( $dx$ ) adalah kecepatan geser ( $dv/dx$ ). Gaya per satuan luas yang diperlukan untuk mengalirkan zat cair tsb adalah tekanan geser ( $F/A$ ).

Menurut Newton, tekanan geser berbanding lurus dengan kecepatan geser seperti terlihat pada persamaan di bawah ini.

$$\frac{F}{A} = \eta \frac{dv}{dx}$$

$$\frac{F}{A} = \eta \frac{dv}{dx}$$

$\eta$  = koefisien viskositas

$$\eta = \frac{F}{A} \cdot \frac{dx}{dv}$$

$$\eta = \text{dyne.cm}^{-2} \cdot \text{cm.cm}^{-1} \cdot \text{detik}$$

$$= \text{dyne.cm}^{-2} \cdot \text{detik} = \text{gram.cm}^{-1} \cdot \text{detik}^{-1} = \text{Poise}$$

Cairan yang mengikuti hukum Newton, viskositasnya tetap pada suhu dan tekanan tertentu dan tidak tergantung pada kecepatan geser. Oleh karena itu, viskositasnya dapat ditentukan pada satu kecepatan geser. Viskometer yang dapat digunakan untuk mengukur viskositas cairan Newton adalah viskometer kapiler dan viskometer bola jatuh.

Hampir seluruh sistem disperse termasuk sediaan-sediaan farmasi yang berbentuk emulsi, suspensi dan sediaan setengah padat tidak mengikuti hukum Newton. Viskositas cairan non-Newton ini bervariasi pada setiap kecepatan geser sehingga diperlukan pengukuran pada beberapa kecepatan geser untuk mengetahui sifat alirnya.

Berdasarkan grafik sifat alirannya (rheogram), cairan non Newton terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu cairan yang sifat alirannya tidak dipengaruhi oleh waktu dan yang sifat alirnya dipengaruhi oleh waktu. Cairan yang sifat alirnya tidak dipengaruhi oleh waktu terbagi menjadi aliran plastik, pseudoplastik, dilatan. Sedangkan sifat alir cairan yang dipengaruhi oleh waktu terbagi menjadi aliran tiksotropik, rheopeksi, dan antitiksotropik.

### **Alat Penentuan Viskositas dan Rheologi**

Peralatan yang digunakan untuk mengukur viskositas dan rheology suatu zat cair disebut viscometer. Ada dua jenis viscometer, yaitu:

1. Viskometer satu titik

Viskometer ini hanya bekerja pada satu titik kecepatan geser sehingga hanya dihasilkan satu titik pada rheogram. Alat ini hanya dapat digunakan untuk menentukan viskositas cairan Newton. Yang termasuk ke dalam jenis ini, antara lain viskometer kapiler, viskometer bola jatuh, dll.

2. Viskometer banyak titik

Viskometer ini dapat digunakan untuk mengukur beberapa harga kecepatan geser sehingga diperoleh rheogram yang sempurna. Viskometer ini dapat digunakan

untuk mengukur viskositas cairan Newton dan cairan non Newton. Yang termasuk ke dalam viskositas ini adalah viskometer Stormer, Brookfield, dll.

### Viskometer Kapiler (Ostwald)

Viskositas cairan yang mengalir melalui kapiler dihitung berdasarkan hukum Poiseuille, yaitu:

$$\eta = \frac{4 r^4 \Delta P}{8 l v}$$

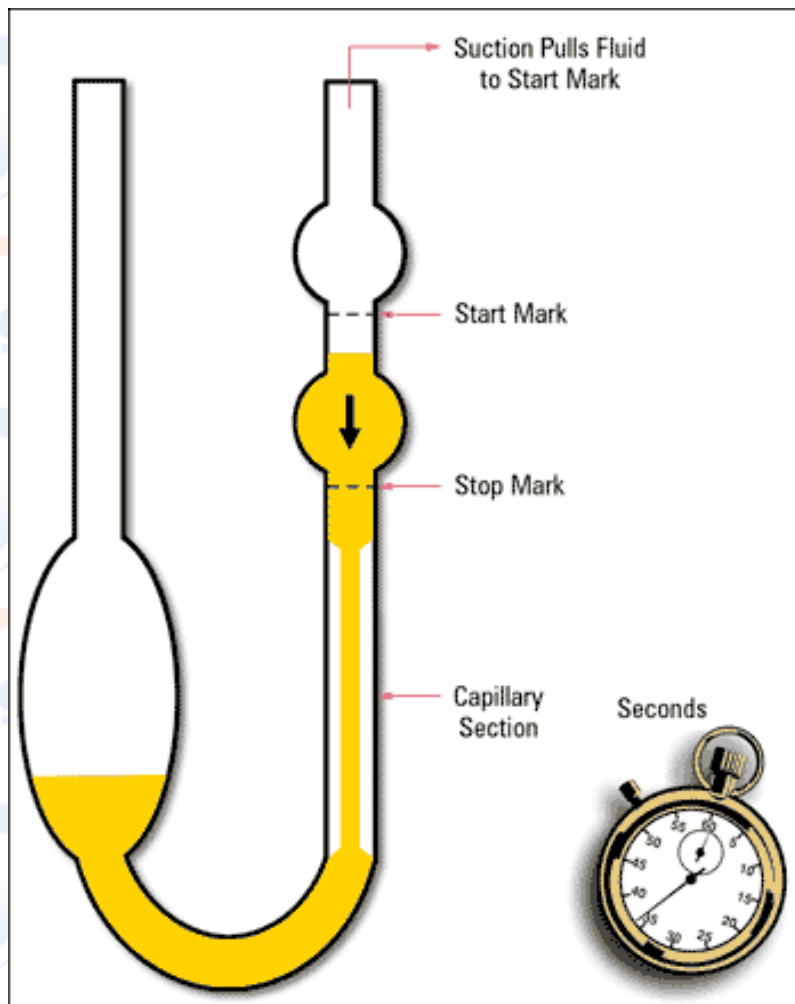
r = jari-jari bagian dalam kapiler

t = waktu yang dibutuhkan cairan untuk mengalir melalui kapiler

$\Delta P$  = tekanan udara

(dyne/cm<sup>2</sup>) l = panjang kapiler

V = volume cairan yang mengalir



Dalam praktek seringkali viskositas ditentukan secara relatif, yaitu dengan membandingkan viskositas cairan yang belum diketahui dengan viskositas absolut suatu cairan baku pembanding, melalui persamaan berikut:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 \cdot \rho_1}{t_2 \cdot \rho_2}$$

$\eta$  = viskositas cairan

$t$  = waktu tempuh cairan yg diukur melalui kapiler

$\rho$  = bobot jenis cairan

1 = cairan

pembanding 2 =  
cairan uji

## ALAT DAN BAHAN

- Viskometer Ostwald  Air
- Viskometer Brookfield
- Piknometer  Propilen glikol
- Stopwatch  Minyak
- Gelas kimia  Sukrosa
- Batang pengaduk  Amilum
- Kompor
- Timbangan

## PERCOBAAN

### A. Penyiapan Larutan Uji

#### 1. Larutan sukrosa

- a. Tara gelas kimia dengan sejumlah volume air yang dibutuhkan.
- b. Timbang sejumlah sukrosa untuk membuat larutan sukrosa dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80 % (b/v)
- c. Larutkan sukrosa dengan sejumlah air yang dibutuhkan. Panaskan larutan tsb sampai semua sukrosa larut.

#### 2. Larutan amilum

- a. Tara gelas kimia dengan sejumlah volume air yang dibutuhkan.
- b. Timbang sejumlah amilum untuk membuat larutan amilum dengan konsentrasi 0,5; 1; 5; 10 % (b/v)
- c. Masukkan serbuk amilum ke dalam gelas kimia dengan sebagian air. Aduk hingga larut. Kemudian panaskan hingga mendidih dan campuran berwarna jernih.
- d. Tambahkan sejumlah air hangat hingga volume yang diinginkan.

## B. Pengukuran Viskositas

1. Timbang piknometer kosong, kemudian masukkan masing-masing sampel ke dalam piknometer dan tentukan bobot jenis masing-masing sampel.
2. Masukkan masing-masing sampel ke dalam viskometer Ostwald, kemudian ukur waktu yang dibutuhkan untuk melewati jarak tertentu. Tentukan viskositas masing-masing sampel. Pengukuran dilakukan duplo untuk masing-masing sampel.

Sampel	Bobot jenis (g/ ml)	Waktu tempuh (detik)		
		1	2	Rata2

## PUSTAKA

Ansel, H. C., 2008, *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, Edisi 4, UI Press, Jakarta.

Lachman, L., H. A. Lieberman, 1986, *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, 3<sup>rd</sup> edition, Lea & Febiger, Philadelphia.

Sinko, P. J., 2011, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6<sup>th</sup> Edition, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia.

## **PERCOBAAN 6 EMULSIFIKASI**

### **TUJUAN PERCOBAAN**

Setelah melakukan percobaan ini, mahasiswa diharapkan mampu untuk:

1. Membuat emulsi dengan menggunakan emulgator golongan surfaktan.
2. Menghitung jumlah emulgator golongan surfaktan yang digunakan dalam pembuatan emulsi.
3. Menentukan nilai HLB butuh minyak yang digunakan dalam pembuatan emulsi.
4. Mengevaluasi ketidakstabilan suatu emulsi

### **TEORI UMUM**

Emulsi adalah suatu sistem dispersi yang tidak stabil secara termodinamika, terdiri dari paling sedikit dua cairan yang tidak tercampurkan dan salah satu cairan terdispersi dalam cairan yang lainnya. Berdasarkan fase terdispersinya dikenal 2 jenis emulsi, yaitu sebagai berikut.

- Emulsi minyak dalam air, jika fase terdispersinya adalah fase minyak
- Emulsi air dalam minyak, jika fase terdispersinya adalah fase air

Sistem dispersi ini umumnya distabilkan oleh emulgator. Dalam pembuatan suatu emulsi, pemilihan emulgator merupakan faktor penting untuk diperhatikan karena emulgator merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi mutu dan kestabilan suatu emulsi. Emulgator yang biasa digunakan dalam bidang farmasi dapat dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu emulgator golongan surfaktan, koloid hidrofilik, dan serbuk padat terbagi halus.

Emulgator yang biasanya banyak digunakan dalam pembuatan emulsi adalah surfaktan. Surfaktan menstabilkan emulsi dengan cara membentuk lapisan monomolekular pada permukaan globul fase terdispersi sehingga tegangan permukaan antara fase terdispersi dan pendispersi menurun. Surfaktan merupakan molekul amfifilik, yaitu molekul yang memiliki gugus polar dan non polar. Surfaktan yang didominasi gugus polar akan cenderung membentuk emulsi minyak dalam air. Sebaliknya, surfaktan yang didominasi gugus non polar akan cenderung menghasilkan emulsi air dalam minyak. Oleh karena itu, diperlukan pengetahuan



untuk melihat kekuatan gugus polar dan non polar dari suatu surfaktan.

Metode yang dapat digunakan untuk menilai efisiensi surfaktan sebagai emulgator adalah metode HLB (*hydrophilic – lipophilic balance*). Griffin menyusun suatu skala ukuran HLB surfaktan yang dapat digunakan menyusun daerah efisiensi HLB optimum untuk setiap fungsi surfaktan. Semakin tinggi nilai HLB suatu surfaktan, sifat kepolarannya akan meningkat.

Selain mengetahui HLN surfaktan, dalam pembuatan emulsi perlu juga diketahui nilai HLB butuh dari suatu minyak. Nilai HLB butuh suatu minyak adalah tetap untuk suatu emulsi tertentu dan nilai ini ditentukan berdasarkan percobaan. Menurut Griffin, nilai HLB butuh tersebut setara dengan nilai HLB surfaktan atau kombinasi surfaktan yang digunakan untuk membentuk suatu emulsi yang stabil.

**Sebagai contoh:**

R/	Parafin cair	20 % <b>HLB 12</b>
	Emulgator	5 %
	Air	ad 100 %

Secara teoritis, emulgator dengan HLB 12 merupakan emulgator yang paling cocok untuk membuat emulsi dengan formula di atas. Namun, pada kenyataannya jarang sekali ditemukan surfaktan dengan nilai HLB yang sama persis dengan nilai HLB butuh fase minyak. Oleh karena itu, biasanya digunakan kombinasi surfaktan dengan nilai HLB tinggi dan rendah untuk memperoleh nilai HLB yang mendekati nilai HLB butuh minyak. Di samping itu, penggunaan kombinasi 2 emulgator akan menghasilkan emulsi yang lebih stabil karena terbentuk lapisan monomolekular yang lebih rapat pada permukaan globul.

Misalnya pada emulsi di atas digunakan kombinasi Tween 80 (HLB 15) dan Span 80 (HLB 4,3). Untuk menentukan jumlah masing-masing emulgator yang dibutuhkan, dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Untuk 100 g emulsi:

Jumlah emulgator yang dibutuhkan = 5% x 100 g = 5 g

Misal: jumlah Tween 80 = a gram, jumlah Span 80 = (5 - a)

gram Perhitungan:

$$(a \times 15) + [(5-a) \times 4,3] = 5 \times 12$$

$$10,7 a + 21,5 = 60$$

$$10,7 a = 38,5 \Rightarrow a = 3,6$$

Jadi, jumlah Tween 80 yang dibutuhkan adalah sebesar 3,6 gram, sedangkan jumlah Span 80 yang dibutuhkan adalah (5 - 3,6) gram = 1,4 gram.

**Tabel 1 Nilai HLB Butuh Beberapa Minyak dan Lemak**

No.	Nama Bahan	Nilai HLB Butuh	
		M/A	A/M
1.	Minyak biji kapas	12	5
2.	Metil salisilat	14	-
3.	Vaselin	12	5
4.	Parafin cair	12	5
5.	Parafin padat	9	4
6.	Adeps lanae	10	8
7.	Setil alkohol	15	-

**Tabel 2 Nilai HLB Beberapa Surfaktan**

No.	Nama Generik	Nama Dagang	HLB
<u>Ester Asam Lemak dari Sorbitan</u>			
1.	Sorbitan mono laurat	Span 20	8,6
2.	Sorbitan mono palmitat	Span 40	6,7
3.	Sorbitan mono stearat	Span 60	4,7
4.	Sorbitan tri stearat	Span 65	2,1
5.	Sorbitan mono oleat	Span 80	4,3
6.	Sorbitan tri oleat	Span 85	1,8
<u>Ester Asam Lemak dari Polioksietilen Sorbitan</u>			
7.	Polioksietilen sorbitan (20) mono laurat	Tween 20	16,7
8.	Polioksietilen sorbitan (4) mono laurat	Tween 21	13,3
9.	Polioksietilen sorbitan (20) mono palmitat	Tween 40	15,6
10.	Polioksietilen sorbitan (20) mono sterat	Tween 60	14,9
11.	Polioksietilen sorbitan (4) mono oleat	Tween 61	9,6
12.	Polioksietilen sorbitan tri stearat	Tween 65	10,5
13.	Polioksietilen sorbitan (20) mono oleat	Tween 80	15,0
14.	Polioksietilen sorbitan (5) mono oleat	Tween 81	10,0
15.	Polioksietilen sorbitan (20) tri oleat	Tween 85	11,0
16.	Natrium lauril sulfat		40,0
17.	Setostearil alkohol		1,2

**ALAT DAN BAHAN**

- Mixer  Minyak
- Gelas ukur  Aquadest
- Penangas air  Tween
- Span

R/ Minyak 20  
Tween 80

**PERCOBAAN**

Span 40 5  
Air Ad 100

Buatlah satu seri emulsi dengan nilai HLB butuh masing-masing 6, 8, 10, 12, 14

**Prosedur Kerja**

1. Hitung jumlah Tween dan Span yang diperlukan untuk setiap nilai HLB butuh.
2. Timbang masing-masing minyak, air, Tween dan Span sejumlah yang diperlukan.
3. Campurkan Span dengan minyak, Tween dengan air, panaskan masing-masing campuran pada penangas air hingga bersuhu 70 °C.
4. Gabungkan kedua campuran, lalu dicampur dengan menggunakan mixer pada kecepatan dan waktu yang sama untuk masing-masing nilai HLB butuh.

5. Masukkan emulsi ke dalam tabung sedimentasi dan beri tanda sesuai nilai HLB masing-masing. Usahakan tinggi emulsi yang dimasukkan ke dalam tabung sama satu dengan yang lainnya dan catat waktu saat mulai memasukkan emulsi ke dalam tabung.
6. Amati ketidakstabilan emulsi yang terjadi pada 30 menit, 1 jam, 2 jam, dan 24 jam setelah pembuatan. Bila terjadi *creaming*, ukur dan catat tinggi emulsi yang membentuk *cream*.
7. Tentukan pada nilai HLB berapa emulsi tampak relatif paling stabil.

#### PUSTAKA

Ansel, H. C., 2008, *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*, Edisi 4, UI Press, Jakarta.

Lachman, L., H. A. Lieberman, 1986, *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*, 3<sup>rd</sup> edition, Lea & Febiger, Philadelphia.

Sinko, P. J., 2011, *Martin's Physical Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6<sup>th</sup> Edition, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia.

