

**UJI EFEK SORBITOL SEBAGAI PEMFLOKULA  
TERHADAP KESTABILAN FISIS  
SUSPENSI ANTASIDA**

OLEH :

AYATULLAH MFP

H511 97 023

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS HASANUDDIN	
Tgl. Terima	19 Agustus 2002
Asal Dari	Fak. MIPA
Banyaknya	1 (satu) Exp
Harga	HADIAH
No. Inventaris	080819 107
No. Klas	13655



JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002

# **SKRIPSI**

**OLEH :**

**AYATULLAH MFP**

**H511 97 023**



**JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002**

**UJI EFEK SORBITOL SEBAGAI PEMFLOKULA  
TERHADAP KESTABILAN FISIS  
SUSPENSI ANTASIDA**

Skripsi untuk melengkapi tugas dan  
Memenuhi syarat untuk memperoleh  
Gelar sarjana

OLEH :

**AYATULLAH MFP**

**H511 97 023**

JURUSAN FARMASI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2002

**UJI EFEK SORBITOL SEBAGAI PEMFLOKULA  
TERHADAP KESTABILAN FISIS  
SUSPENSI ANTASIDA**

Disetujui oleh

**Pembimbing Utama**



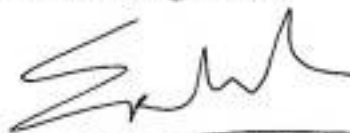
**( Drs. Iskandar Sudirman )  
NIP : 130 355 933**

**Pembimbing Pertama**



**( Drs. Faisal Attamimi, MSi. )  
NIP : 130 355 932**

**Pembimbing Kedua**



**( Drs. Ermina Pakki, MSi. )  
NIP : 131 792 011**

**Pada tanggal :**

**2002**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, puji syukur Penulis haturkan ke hadirat **Allah yang Maha Rahman** karena berkat serta segala kekuasaan-Nyalah sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Jurusan Farmasi Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Shalawat dan taslim penulis haturkan kepada Junjungan Mulia **Rasulullah Muhammad SAW**.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak sedikit aral yang dihadapi, namun dengan segala daya dan upaya serta bantuan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat penulis selesaikan.

Untuk itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Drs. Iskandar Sudirman** selaku pembimbing utama, Bapak **Drs.H. Faisal Attamimi, M.Si.** selaku pembimbing pertama dan Ibu **Dra. Ermina Pakki, M.Si.** selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya selama ini untuk memberi petunjuk, menyumbangkan pikiran dan tenaga dalam membimbing penulis selama melakukan penelitian hingga selesainya skripsi ini.

Pada kesempatan ini pula tak lupa penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
2. Ketua Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

3. Bapak/Ibu Dosen dan seluruh Staf dan Karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam khususnya jurusan Farmasi Universitas Hasanuddin
4. Rekan-rekan mahasiswa khususnya **Kontras angkatan '97 Farmasi UH**, serta kakak-kakak asisten.

Rasa hormat dan sujud penulis haturkan kepada ibunda **Hj. Aisyah Djafar** dan ayahanda **Drs.H. Moeh. Natsir R. Pomalingo** yang selalu mendoakan, mengasihi tak henti-hentinya, membiayai, dan memberikan semangat dalam menempuh jenjang pendidikan. Kepada **Mama Urianti** tersayang, kak Abri, Ajun, Alm. Oma Diana (Semoga diterima di sisi-Nya), Om Caha, Kak Daru, Kak Ati, Pandi, Widi kecil-ku, serta sanak keluarga atas doa dan kasih sayangnya. Kepada Kakanda Sukriadi Darma dan keluarga Bapak Abdul Gani untuk segala perhatian dan pengorbanannya Untuk teman-teman di BG 6, Anti, Susi, Ina, Uci, Erni, buat Lalo, Umy Qal, dan Lotha.

Akhirnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan tersebut, penulis mendoakan semoga Allah SWT membalasnya. Semoga skripsi yang sederhana ini dapat bermanfaat untuk pengembangan Farmasi.

Makassar, Mei 2002

Penulis



## ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang uji efek sorbitol sebagai pemflokula terhadap kestabilan fisis suspensi antasida. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan sorbitol sebagai pemflokula dan konsentrasi sorbitol yang menghasilkan suspensi antasida terflokulasi yang relatif paling stabil secara fisis.

Pada penelitian ini dirancang 4 formula suspensi antasida yang diflokulasikan menggunakan sorbitol dengan konsentrasi yang divariasikan. Konsentrasi sorbitol yang digunakan adalah 15 %, 20 %, dan 25 %. Sebagai pembanding dibuat suspensi antasida tanpa menggunakan sorbitol.

Evaluasi kestabilan fisika suspensi dilakukan dengan menghitung volume sedimentasi, derajat flokulasi, kecepatan terdispersi kembali, dan ukuran partikel. Evaluasi ini dilakukan secara teratur setelah pembuatan suspensi pada selang waktu tertentu hingga diperoleh pengamatan yang tetap.

Hasil analisis statistika menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menunjukkan bahwa penambahan sorbitol memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume sedimentasi, derajat flokulasi, maupun kecepatan terdispersi kembali. Analisis lanjutan dengan menggunakan metode Uji Beda Nyata Terkecil (LSD) dan pengujian statistika dengan metode uji perbandingan dua rata-rata terhadap ukuran partikel memperlihatkan bahwa suspensi antasida yang mengandung sorbitol dengan konsentrasi 20 % merupakan suspensi yang relatif paling stabil.

## ABSTRACT

An investigation concerning effect of sorbitol as a flocculating agent on physical stability of antacid suspensions have been carried out. The aim of this study was to determine the concentration of sorbitol which produced the most relatively stable antacid suspension.

In this investigation, four formulas of antacid suspensions were flocculated using sorbitol in various concentration. Each sorbitol concentration was 15 % (Formula II), 20 % (Formula III), and 25 % (Formula IV). A suspension without sorbitol was prepared as blank (Formula I).

The physical stability evaluation of each suspension was conducted by determining the degree of flocculation, sedimentation volume, velocity of redispersion, and measurement of particle size. The physical stability were evaluated after making of those suspensions until the suspension were being a stable form.

The data was analyzed by statistical method using factorial experimental design and comparing two mean value test showed that the addition of sorbitol were significantly effect on degree of flocculation, velocity of redispersion, sedimentation volume, and particle size. The Least Significant Difference (LSD) Test showed that antacid suspension containing sorbitol 20 % was the most relatively stable.





## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
BAB II POLA PENELITIAN .....	4
BAB III TINJAUAN PUSTAKA.....	6
III.1 Uraian Umum Suspensi .....	6
III.2 Sifat Antar Muka Partikel Tersuspensi .....	8
III.3 Suspensi Terflokulasi .....	12
III.4 Bahan Pemflokula .....	13
III.5 Formulasi Suspensi .....	14
III.6 Evaluasi Kestabilan Suspensi .....	18
III.6.1 Volume Sedimentasi .....	18
III.6.2 Derajat Flokulasi .....	18

	III.6.3	Kecepatan Terdispersi Kembali .....	18
	III.6.4	Ukuran Partikel .....	19
	III.7	Uraian Bahan .....	19
BAB IV	PELAKSANAAN PENELITIAN .....		23
	IV.1	Pembuatan Rancangan Formula Suspensi Antasida .....	23
	IV.2	Penyediaan Alat dan Bahan .....	23
	IV.3	Pembuatan Suspensi Antasida .....	25
	IV.4	Evaluasi Kestabilan Fisis Suspensi .....	28
	IV.4.1	Volume Sedimentasi .....	28
	IV.4.2	Derajat Flokulasi .....	28
	IV.4.3	Kecepatan Terdispersi Kembali .....	28
	IV.4.4	Ukuran Partikel .....	29
	IV.5	Pengumpulan dan Analisa Data .....	29
	IV.6	Pembahasan Hasil .....	29
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN .....		30
	V.1	Hasil Penelitian .....	30
	V.2	Pembahasan .....	31
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN .....		34
	VI.1	Kesimpulan .....	34
	VI.2	Saran .....	34
	DAFTAR PUSTAKA .....		35

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
1. Kurva energi potensial untuk interaksi partikel pada suspensi .....	10
2. Agregat terbuka (flokula) .....	11
3. Agregat tertutup (koagula) .....	12
4. Bentuk dispersi (deagregasi) .....	14
5. Pendekatan alternatif terhadap formulasi suatu suspensi .....	14
6. Kurva hubungan antara volume sedimentasi (F) dengan formula suspensi antasida .....	44
7. Kurva hubungan antara derajat flokulasi ( $\beta$ ) dengan formula suspensi antasida .....	45
8. Kurva hubungan antara kecepatan terdispersi kembali (detik) dengan formula suspensi antasida .....	46
9. Kurva hubungan antara ukuran partikel ( $\mu$ ) dengan formula suspensi antasida .....	47

## DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
I. Rancangan formula suspensi antasida yang diflokulasikan dengan menggunakan sorbitol dengan konsentrasi yang divariasikan .....	39
II. Data volume sedimentasi (f) suspensi antasida .....	40
III. Data derajat flokulasi ( $\beta$ ) Suspensi Antasida .....	42
IV. Data kecepatan terdispersi kembali (detik) suspensi antasida .....	43
V. Data ukuran partikel ( $\mu$ ) suspensi antasida .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. ANALISIS STATISTIKA DATA VOLUME SEDIMENTASI (F) SUSPENSI ANTASIDA MENGGUNAKAN RANCANGAN ACAK LENGKAP .....	47
B. ANALISIS STATISTIKA DATA DERAJAT FLOKULASI ( $\beta$ ) SUSPENSI ANTASIDA MENGGUNAKAN RANCANGAN ACAK LENGKAP .....	50
C. ANALISIS STATISTIKA DATA KECEPATAN TERDISPERSI KEMBALI (detik) SUSPENSI ANTASIDA MENGGUNAKAN ANCANGAN ACAK LENGKAP .....	53
D. ANALISIS STATISTIKA DATA UKURAN PARTIKEL ( $\mu$ ) SUSPENSI ANTASIDA MENGGUNAKAN UJI PERBANDINGAN DUA RATA-RATA .....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Suspensi merupakan sistem heterogen terdiri dari dua fase yaitu fase luar yang umumnya adalah cair maupun semi padat dan fase terdispersi yang terdiri dari partikel padat tidak larut tetapi terdispersi ke seluruh fase luar. Fase terdispersi dapat merupakan partikel-partikel tunggal atau dapat merupakan partikel-partikel yang tersusun menyerupai jaring yang terbentuk karena interaksi antar partikel (1).

Suspensi merupakan bentuk sediaan obat yang penting karena sistem dispersi ini meliputi banyak formulasi yang pembuatan dan kemasannya memberikan banyak pilihan. Salah satu formulasi suspensi adalah antasida yang selain dipasarkan dalam bentuk suspensi juga terdapat dalam bentuk tablet. Telah dibuktikan bahwa antasida bentuk suspensi yang diformulasikan dengan baik lebih efektif dibandingkan bentuk tabletnya (1). Umumnya antasida diberikan untuk menghilangkan kelebihan asam dalam lambung yang berhubungan dengan adanya gangguan lambung yang ringan dan bahkan pada tukak peptik (2).

Antasida adalah obat yang apabila digunakan akan bereaksi dengan asam klorida lambung untuk menurunkan tingkat keasaman lambung. Antasida yang ideal harus mempunyai mula kerja yang cepat dan menghasilkan aksi dapar yang kontinyu pada pH antara 3 sampai 5. Karena itu sering dibuat kombinasi antasida mengandung magnesium hidroksida yang aksinya cepat dan aluminium hidroksida yang aksinya lambat. Kecuali untuk memperpanjang aksi antasida, aluminium hidroksida juga

digunakan untuk melawan efek laksatif dari magnesium hidroksida. Kombinasi yang baik dari aluminium hidroksida dan magnesium hidroksida untuk tiap 5 ml adalah 13,3 % : 12 % (3).

Antasida sebagai suspensi juga harus mempunyai sifat suspensi yang diinginkan di antaranya adalah partikel terdispersi tidak cepat mengendap, partikel yang mengendap tidak membentuk endapan yang padat serta mudah untuk didispersikan kembali endapannya (4). Karakteristik reologi suspensi sangat penting dan dapat merupakan faktor penentu dalam optimasi kestabilan fisis suspensi (1).

Suspensi terflokulasi tidak membentuk sedimen yang padat, struktur partikelnya tidak membentuk agregat tertutup (koagula). Sedimennya mudah didispersikan kembali (2).

Penelitian Joel L. Zatz dkk (5) menggunakan salisilamida dan butamben memperlihatkan bahwa suspensi senyawa tersebut yang mengandung polisorbitat 80 sebagai pembasah merupakan suspensi terdeflokulasi yang dapat dibuat menjadi suspensi terflokulasi dengan penambahan sorbitol konsentrasi tinggi.

Penelitian Muindar (1998) menyimpulkan bahwa suspensi sulfametoksazol yang mengandung polisorbitat-80 yang diflokulasikan dengan menggunakan kombinasi sorbitol dan metil paraben menunjukkan suspensi yang relatif paling stabil (10).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka telah diteliti sejauh mana efek penggunaan sorbitol sebagai pemflokula terhadap kestabilan fisis suspensi



antasida. Parameter kestabilan suspensi yang dievaluasi adalah volume sedimentasi setelah penyimpanan pada waktu tertentu, derajat flokulasi, waktu untuk terdispersi kembali, dan ukuran partikel.

Penelitian ini dimaksudkan untuk pengembangan penggunaan sorbitol dalam pembuatan suspensi antasida terflokulasi sehingga memungkinkan pemberian dosis yang lebih tepat, dengan hipotesis penelitian, ada pengaruh penambahan sorbitol terhadap kestabilan suspensi antasida. Tujuan penelitian ini adalah menentukan konsentrasi sorbitol yang menghasilkan suspensi antasida terflokulasi yang relatif paling stabil.



## **BAB II**

### **POLA PENELITIAN**

#### **III.1 Pembuatan Rancangan Formula**

Dirancang 4 formula suspensi antasida yang mengandung kombinasi aluminium hidroksida dan magnesium hidroksida, dengan bahan tambahan yaitu pensuspensi, pemanis, pengaroma, pengawet, dan air suling. Tiga di antaranya dibuat dengan metode flokulasi dengan menambahkan pemflokula.

#### **III.2 Penyediaan Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian disediakan sesuai kebutuhan.

#### **III.3 Pembuatan Suspensi Antasida**

Suspensi antasida dibuat dengan metode dispersi menggunakan pembawa air suling yang memudahkan padatan segera terbasahi dan terdispersi. Tiga formula suspensi, masing-masing diarahkan untuk terflokulasi dan satu formula dibuat terdeflokulasi sebagai pembanding (kontrol). Suspensi antasida kemudian diuji kestabilan fisisnya.

#### **III.4 Pengukuran Kestabilan Fisis Antasida (6)**

Kestabilan fisis antasida dievaluasi dengan menggunakan empat parameter kestabilan, yaitu volume sedimentasi, derajat flokulasi, kecepatan terdispersi kembali, dan pengukuran ukuran partikel.

### **III.5 Pengumpulan dan Analisa Data**

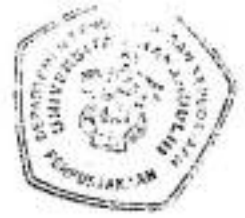
Data hasil evaluasi kestabilan suspensi dikumpulkan dan ditabulasi. Selanjutnya data volume sedimentasi, derajat flokulasi, dan kecepatan terdispersi kembali dianalisis statistika dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL), dan dilanjutkan dengan metode Uji Beda Nyata Terkecil (Least Significant Difference), sedangkan data ukuran partikel dianalisis statistika dengan Uji Perbandingan Dua Rata-rata.

### **III.6 Pembahasan Hasil**

Data hasil yang telah dikumpulkan dan data yang telah diolah secara statistika kemudian dibahas.

### **III.7 Pengambilan Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan maka akan disimpulkan ada tidaknya efek flokulasi dari penggunaan sorbitol terhadap suspensi antasida. Selanjutnya jika terbukti adanya efek flokulasi disimpulkan konsentrasi sorbitol yang menghasilkan suspensi antasida yang relatif paling stabil.



## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **III.1 Uraian Umum Suspensi**

Suspensi adalah sediaan yang mengandung bahan obat padat dalam bentuk halus dan tidak larut, terdispersi dalam cairan pembawa. Zat yang terdispersi harus halus dan tidak boleh cepat mengendap. Jika dikocok perlahan-lahan, endapan harus segera terdispersi kembali. Dapat mengandung zat tambahan untuk menjamin stabilitas suspensi. Kekentalan suspensi tidak boleh terlalu tinggi agar sediaan mudah dikocok dan dituang (6). Suspensi untuk pengobatan dapat diformulasi untuk penggunaan oral, topikal, dan parenteral (1).

Suspensi dapat diformulasi dengan dua metode, yaitu :

##### **1. Metode pengendapan**

Tiga metode pengendapan yakni : pengendapan pelarut organik, pengendapan yang dipengaruhi oleh perubahan pH dari medium, dan penguraian rangkap.

Obat-obat yang tidak larut dalam air akan diendapkan dengan melarutkannya dalam pelarut-pelarut organik yang bercampur dengan air dan kemudian menambahkan fase organik ke dalam air suling. Contoh pelarut organik yang digunakan adalah etanol, metanol, propilen glikol, dan polietilen glikol. Faktor terpenting sehubungan dengan kontrol ukuran

partikel adalah memperoleh bentuk polimorfis yang tepat atau hidrat dari kristal tersebut (1).

Metode pengubahan pH medium tidak menimbulkan kesulitan serupa dengan endapan pelarut organik. Tetapi teknik ini hanya dapat diterapkan ke obat-obat yang kelarutannya tergantung nilai pH. Sebagai contoh, suspensi estradiol dapat dibuat dengan mengubah pH larutan airnya; estradiol lebih mudah larut dalam alkali seperti larutan kalium dan natrium hidroksida (1).

Membuat suspensi dengan penguraian ganda hanya melibatkan proses kimia yang sederhana, walaupun beberapa faktor fisika juga turut berperan. Contohnya pada pembuatan White Lotion (NF XIII), yakni pembentukan zink 'polisulfida' dengan mencampur zink sulfat dan larutan kalium tersulfurasi (1).

## 2. Metode Dispersi

Bila metode dispersi digunakan pada pembuatan suspensi, fase padat harus mudah dibasahi dan didispersikan dalam cairan pembawa. Surfaktan dapat digunakan untuk menjamin pembasahan zat padat hidrofobik dengan seragam. Penggunaan zat pensuspensi dapat digunakan, seperti polielektrolit polimeris sintesis, gom alam, atau tanah liat.

Hampir semua suspensi memisah pada waktu didiamkan. Oleh karena itu, tujuan utama dalam pembuatan suspensi bukannya meniadakan

pemisahan fase tersebut, tetapi yang diusahakan adalah memperlambat kecepatan pengendapan dan untuk mengupayakan agar padatan yang telah mengendap dapat disuspensikan kembali dengan pengocokan sedang (1).

Suspensi yang baik harus tetap homogen sekurang-kurangnya pada waktu yang diperlukan untuk pengambilan dari wadah dan pemakaian dosis yang dibutuhkan setelah pengocokan (1).

### III.2 Sifat Antarmuka Partikel Tersuspensi

Suspensi terdeflokulasi mengendap membentuk struktur tertutup rapat dengan volume sedimentasi sangat rendah sehingga sukar didispersikan kembali, sedangkan suspensi terflokulasi mengendap membentuk endapan yang volumenya besar sehingga mudah didispersikan kembali (8).

Kecenderungan partikel untuk membentuk agregat tergantung pada gaya tarik dan gaya tolak antarpartikel. Jika gaya tolak cukup kuat, partikel tetap terdispersi (1). Pada keadaan tertentu partikel-partikel dapat saling melekat dengan gaya yang lebih kuat membentuk suatu kelompok partikel (agregat) (4).

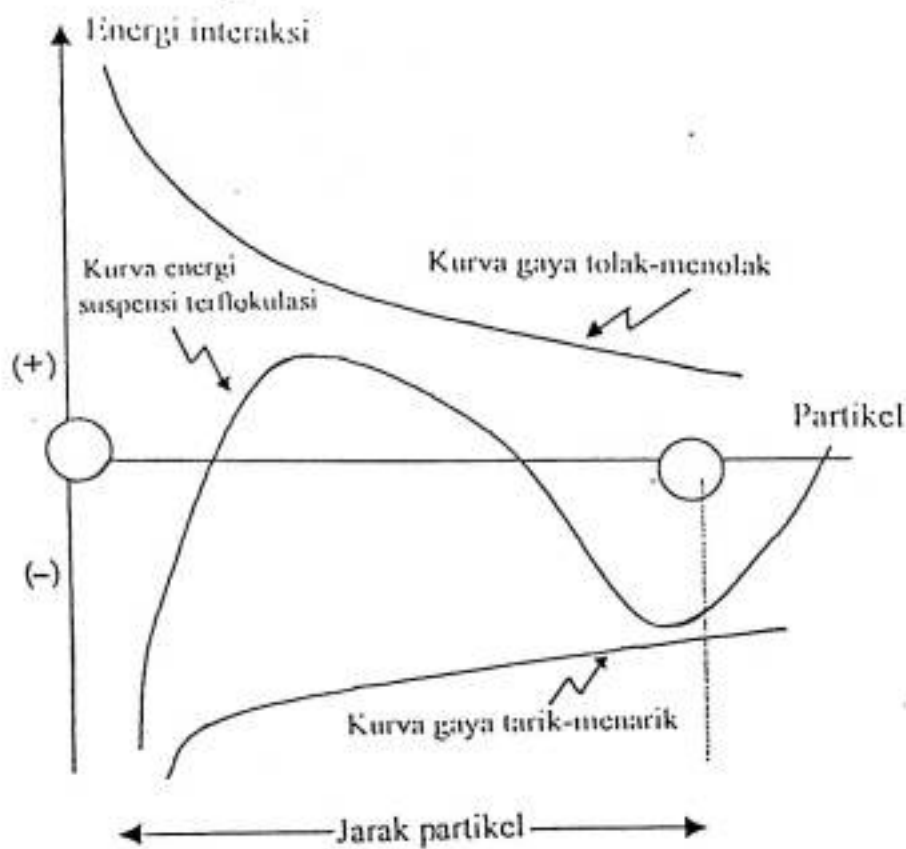
Energi potensial dari dua partikel sebagai fungsi dari jarak pemisahan partikel diperlihatkan pada gambar 1. Sesuai dengan gambar, kurva menunjukkan gaya tarik-menarik, gaya tolak-menolak, energi yang

mempunyai satu puncak dan dua minimal. Bila gaya tolak-menolak tinggi, tahanan potensial juga tinggi maka penyatuan partikel-partikel tidak terjadi.

Pada sistem terdeflokulasi bila pengendapan sempurna partikel-partikel membentuk susunan yang tertutup rapat dengan partikel yang lebih kecil mengisi celah antara partikel-partikel yang lebih besar. Partikel tersebut membentuk endapan yang sangat rendah dan perlahan-lahan saling menekan oleh gaya berat partikel di atasnya, energi tahanan mengatasi sehingga partikel bersentuhan rapat satu sama lain.

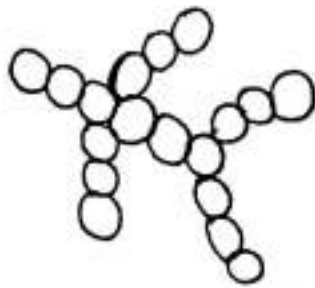
Untuk mensuspensikan dan mendispersikan kembali partikel-partikel ini energi tahanan yang tinggi harus diatasi. Hal ini tidak mudah dicapai dengan pengocokan, partikel cenderung tetap saling tarik-menarik dengan kuat membentuk 'cake' yang keras.

Bila partikel-partikel terflokulasi, energi tahanan masih cukup tinggi untuk mengatasi sehingga pendekatan partikel terletak pada energi minimum kedua di mana jarak pemisahan sekitar 1000 – 2000 Å. Jarak ini cukup jauh untuk membentuk struktur flokula yang longgar (4).



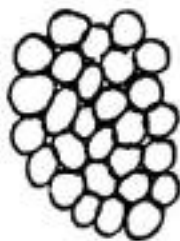
Gambar 1. Kurva energi potensial untuk interaksi partikel pada suspensi

Tipe agregat dalam sistem suspensi dapat diklasifikasikan berdasarkan karakteristik morfologinya. Pada agregat terbuka atau flokula, partikel-partikel membentuk jaring terbuka dengan struktur yang kaku dan segera mengendap membentuk sedimen yang tinggi serta mudah didispersikan kembali karena partikel-partikelnya merupakan agregat tunggal yang cukup jauh antara satu dengan yang lainnya sehingga mencegah 'caking'.



Gambar 2. Agregat terbuka (flokula)

Agregat tertutup atau koagula, agregatnya tidak mudah didispersikan kembali. Karena afinitas dari film permukaan antar satu agregat dengan yang lainnya sehingga cenderung membentuk agregat tunggal yang besar pada waktu mengendap.

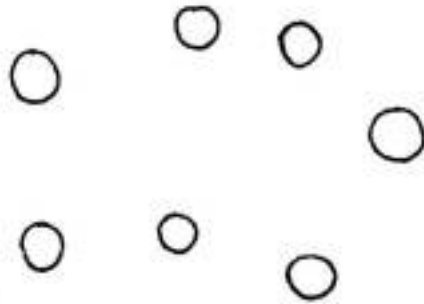


Gambar 3. Agregat tertutup (koagula)

Suspensi dengan bentuk deagregasi atau bentuk dispersi, partikel-partikelnya terdispersi sebagai partikel tunggal. Tipe suspensi seperti ini mengendap perlahan-lahan membentuk sedimen yang paling rendah bila dibandingkan dengan tipe agregat terbuka dan tertutup. Karena permukaan partikel sangat rapat pada waktu sedimentasi, maka mempunyai



kecenderungan yang tinggi untuk terjadinya 'caking' melalui pembentukan jembatan kristal yang ekstensif (1).



Gambar 4. Bentuk dispersi (deagregasi)

### III.3 Suspensi Terflokulasi

Beberapa peneliti membatasi istilah flokulasi yaitu agregasi yang disebabkan oleh reduksi dari gaya tolak-menolak potensial pada lapisan rangkap. Beberapa peneliti menganggap bahwa flokulasi sebagai agregasi dalam kurva energi potensial minimum kedua dari partikel yang berinteraksi dan koagulasi sebagai agregasi dari minimum pertama (2).

Satu cara yang umum untuk mencegah kohesi yang kuat dari partikel-partikel tersebut dengan menggunakan daya ikat antarpartikel yang lemah. Penggumpalan partikel seperti itu disebut *flok* atau *flokula*, di mana partikel-partikel yang terflokulasi itu membentuk sejenis struktur kisi yang dapat menghalangi pengendapan sempurna (walaupun flok lebih cepat mengendap daripada masing-masing partikel yang halus) partikel yang tidak

terflokulasi. Flok tersebut mengendap membentuk sedimen dengan volume yang lebih besar, struktur yang lebih lemah memungkinkan gumpalan tersebut pecah lagi dengan mudah dan tersebar lagi dengan pengocokan sedang (9).

### III.4 Bahan Pemflokula

Bahan pemflokula adalah zat yang dapat menyebabkan suspensi cair cenderung untuk terflokulasi, yakni membentuk suatu agregat yang longgar dan mudah bersatu karena gaya Van Der Waals (4).

Bahan yang digunakan sebagai pemflokula yaitu :

#### 1. Elektrolit

Bekerja sebagai zat yang memflokulasi dengan mengurangi penghalang (barrier) elektrik antara partikel-partikel tersebut. Hal ini dapat dibuktikan dengan pengurangan nilai zeta potensial dan pembentukan suatu jembatan antartikel yang berdekatan sehingga terjadi ikatan antartikel tersebut dalam struktur yang tersusun longgar (4).

#### 2. Surfaktan

Surfaktan, baik non ionik maupun ionik digunakan untuk menghasilkan flokulasi dari partikel yang tersuspensi. Konsentrasi yang diperlukan untuk mencapai efek ini merupakan hal yang menentukan karena surfaktan ini selain sebagai pemflokula bisa juga bekerja sebagai zat pembasah untuk mencapai dispersi (4).

Sorbitol merupakan poliol terpilih karena tidak menaikkan kelarutan obat sebagaimana terjadi pada poliol lainnya (5).

### 3. Polimer

Molekul polimer berantai panjang diadsorpsi dari larutan pada permukaan padatan dalam bentuk lengkungan yang mengarah pada fase air. Hanya sebagian kecil dari rantai makromolekul teradsorpsi yang berhubungan dengan jelas dengan berlekatan langsung pada permukaan. Oleh karena rantainya sangat panjang terdapat daerah kontak yang cukup untuk mendekatkan makromolekul teradsorpsi membentuk kelompok secara rapat pada padatan (2).

Partikel-partikel larutan dikelilingi oleh suatu lapisan yang terdiri dari rantai polimer yang teradsorpsi, pembasahan oleh air yang dihubungkan dengan partikel-partikel larutan tersebut. Lapisan dari polimer yang teradsorpsi mencegah partikel-partikel untuk berdekatan satu sama lain secara rapat (2).

## III.5 Formulasi Suspensi

Pendekatan yang biasa digunakan dalam membuat suspensi yang stabil secara fisika dapat dikategorikan menjadi dua :

- a. Penggunaan pembawa berstruktur untuk menjaga partikel-partikel yang mengalami deflokulasi dalam suspensi. Pembawa berstruktur



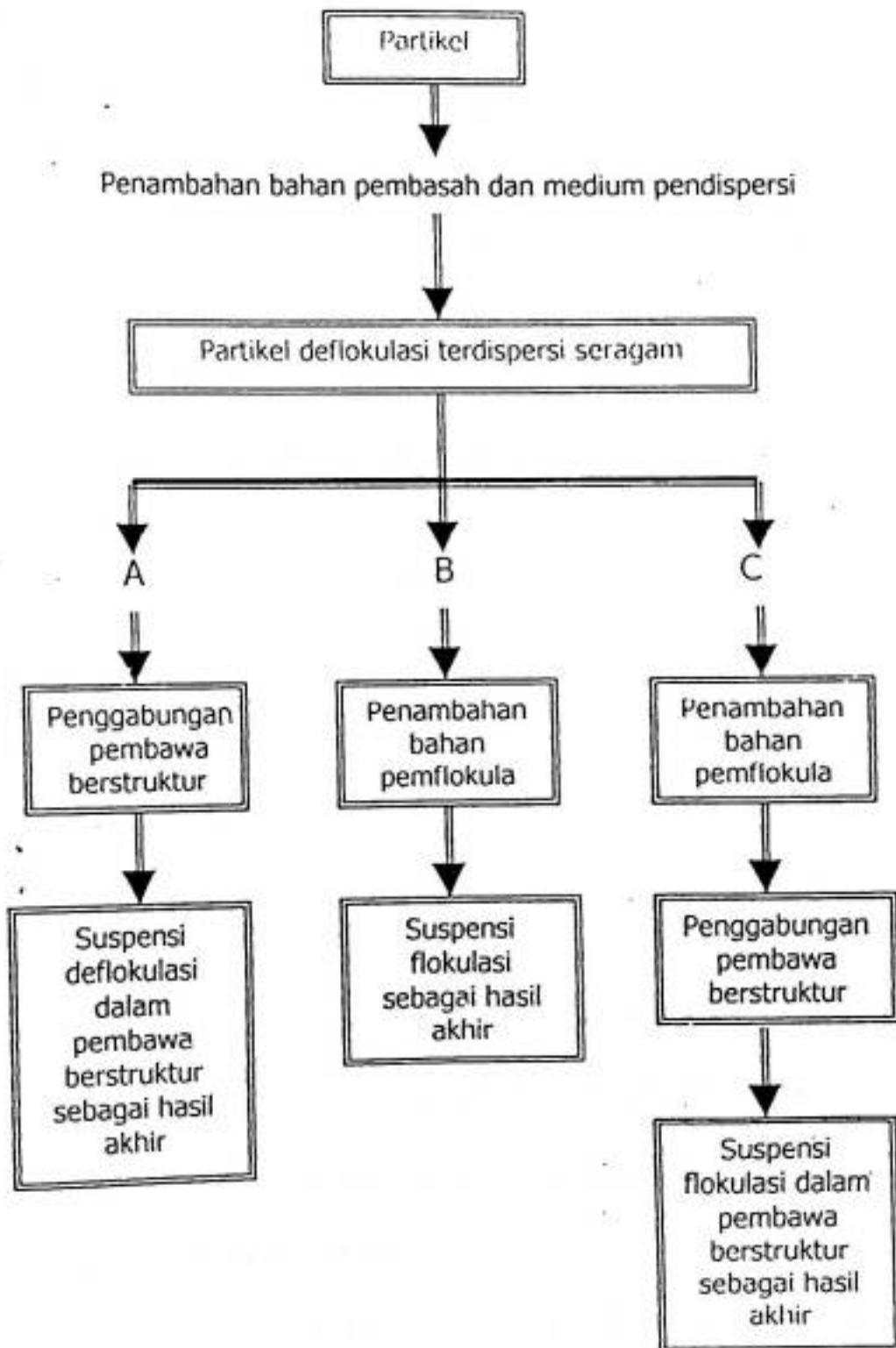
sifatnya adalah pseudoplastis dan plastis. Seringkali dikehendaki bahwa tiksotropi dihubungkan dengan dua tipe aliran ini. Pembawa berstruktur bekerja dengan menangkap partikel-partikel (umumnya yang mengalami deflokulasi) sehingga idealnya tidak terjadi pengendapan.

- b. Penggunaan prinsip-prinsip flokulasi untuk menghasilkan flokula (kelompok partikel), yang walaupun cepat mengendap tetapi mudah terdispersi kembali dengan sedikit pengocokan. Sebab kerugian dari sistem yang mengalami deflokulasi adalah terbentuknya 'cake'. Karena alasan inilah maka formulasi suspensi yang mengalami flokulasi telah digunakan (4).

Pendekatan ketiga, meliputi kombinasi dari kedua sebelumnya, yang menghasilkan suatu produk dengan stabilitas optimal (2).

Kestabilan fisis optimum dan penampilan akan diperoleh jika dari suspensi itu diformulasi dengan partikel yang mengalami flokulasi dalam suatu pembawa berstruktur dari tipe koloid hidrofilik (4).

Jika serbuk telah terbasahi dan terdispersi selanjutnya diperlukan untuk menghasilkan flokulasi terkontrol yang dapat mencegah pembentukan endapan yang keras dan sukar didispersikan kembali (8).



Gambar 5. Pendekatan alternatif terhadap formulasi suatu suspensi

### III.6 Evaluasi Kestabilan Suspensi

#### III.6.1 Volume Sedimentasi

Volume sedimentasi ( $F$ ) adalah perbandingan volume akhir sedimen ( $V_u$ ) dengan volume awal dari suspensi total yaitu volume suspensi setelah pembuatan ( $V_o$ ) (1,8,11).

$$F = V_u / V_o$$

Di mana harga  $F$  yang lebih besar menunjukkan suspensi yang lebih baik.

Kecepatan sedimentasi dari partikel-partikel bulat yang mempunyai kerapatan  $\rho$  dalam medium yang memiliki kerapatan  $\rho_o$  serta kekentalan  $\eta_o$  diberikan oleh Hukum Stokes (8):

$$V = \frac{2r^2 (\rho - \rho_o) g}{9 \eta_o}$$

Di mana  $V$  adalah kecepatan akhir (cm/detik),  $g$  = percepatan gravitasi,  $\rho$  adalah kerapatan fase terdispersi,  $\rho_o$  kerapatan medium pendispersi,  $\eta_o$  kekentalan medium pendispersi.

#### III.6.2 Derajat Flokulasi (4,8,11)

Derajat flokulasi ( $\beta$ ) merupakan parameter yang lebih baik dalam membandingkan volume sedimentasi sistem terflokulasi ( $F$ ) dengan sistem terdeflokulasi ( $F_\infty$ ).

$$\beta = F / F_{\infty}$$

$$\beta = V_u / V_{\infty}$$

di mana nilai  $\beta$  yang lebih besar menunjukkan suspensi yang lebih baik.

### III.6.3 Kecepatan Terdispersi Kembali (1,11)

Karena kecepatan terdispersi kembali merupakan salah satu pertimbangan dalam penilaian suatu suspensi, maka parameter ini paling umum digunakan dalam evaluasi kestabilan suspensi. Agar parameter ini lebih kuantitatif, dapat digunakan pengocok mekanik.

### III.6.4 Ukuran Partikel

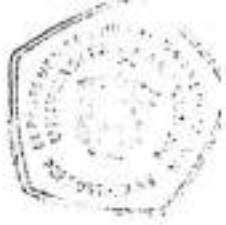
Siklus membekukan-mencairkan menunjang pertumbuhan partikel. Ukuran partikel perlu dievaluasi karena ukuran dan distribusi ukuran partikel tersuspensi akan mempengaruhi derajat flokulasi (1,11,16).

## III.7 Uraian Bahan

### III.7.1 Aluminium Hidroksida

Sinonim : dried aluminium hidroksida gel

Rumus molekul :  $Al(OH)_3$



Serbuk halus, mengandung sedikit gumpalan; putih; tidak berbau; tidak berasa. Tidak larut dalam air dan alkohol, larut dalam asam mineral dan alkali hidroksida. PH suspensi 4,0 % b/v dalam air bebas karbondioksida P tidak lebih dari 10,0 (12). Terutama sebagai antasida dalam mengobati tukak lambung, gastritis, radang esophagus, peningkatan asam lambung. Daya menetralkan asam lambungnya lambat, tetapi masa kerjanya lebih panjang.  $Al(OH)_3$  dan sediaan Al lainnya bereaksi dengan fosfat membentuk aluminium fosfat yang sukar diabsorpsi di usus kecil, sehingga ekskresi fosfat melalui urin berkurang sedangkan melalui tinja bertambah. Ion aluminium bereaksi dengan protein sehingga bersifat adstringen. Antasid ini mengadsorpsi pepsin dan menginaktivasinya. Absorpsi makanan setelah pemberian Al tidak banyak dipengaruhi dan komposisi tinja tidak berubah (24). Antasida yang mengandung aluminium hidroksida dan magnesium dapat mempercepat penyembuhan ulkus duodenum (19).

### III.7.2 Magnesium Hidroksida

Sinonim : magnesium hydrate, marinco

Rumus molekul :  $Mg(OH)_2$

Berat molekul : 58,34



Serbuk amorf, putih. Praktis tidak larut dalam air (1:80.000), larut dalam asam encer (18). Terjadi reaksi alkali sebagian terhadap air. Secara perlahan menyerap karbondioksida pada pemaparan di udara dengan adanya air. PH larutan 9,5 - 10,5. Penggunaan medis untuk terapi antasid, laksative (18). Obat ini praktis tidak larut dan tidak efektif sebelum obat ini bereaksi dengan HCl membentuk  $MgCl_2$ . Magnesium yang tidak bereaksi akan tetap berada di lambung dan akan menetralkan HCl yang disekresi belakangan sehingga masa kerjanya lama. Ion magnesium yang diabsorpsi akan bersifat sebagai antasid sistemik sehingga menimbulkan alkaliuria, tetapi jarang terjadi alkalosis (24).

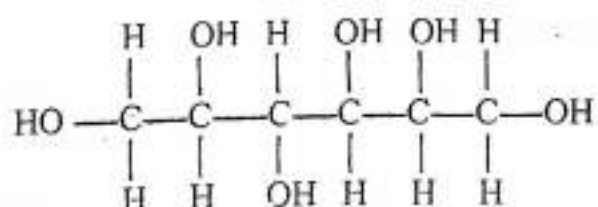
### III.7.3 Sorbitol

Sinonim : D-glucitol; sionin, Sorbo

Rumus molekul :  $C_6H_{14}O_6$

Berat molekul : 182,17

Rumus bangun :



Berupa serbuk, butiran atau kepingan, putih, rasa manis, dan higroskopik. Sangat mudah larut dalam air, sukar larut dalam etanol

(95 %) P, larut perlahan dalam hidrokarbon, dalam methanol dan dalam asam asetat (12). Sorbitol digunakan sebagai pemflokula (5) dan sebagai pemanis (2).

#### III.7.4 Veegum

Sinonim : magnesium aluminium silicate

Serbuk putih, halus, tidak berbau, tidak mempunyai rasa. Tidak larut dalam air atau alkohol, praktis tidak larut dalam pelarut organik (20). Dispersi dalam air pada konsentrasi 1 – 2 % membentuk suspensi koloidal. Bila konsentrasi meningkat di atas 3%, kekentalan dari dispersi encer meningkat dengan cepat. Dispersi bersifat tiksotropi pada konsentrasi di atas 3 % . Penggunaan sebagai bahan pensuspensi pada konsentrasi 0,5 – 2,5 % (20).

#### III.7.5 Metil paraben

Sinonim : Methylis parabenum, Methyl parasept, 4-hydroxy-methyl ester; nipagin, methyl parahydroxybenzoas

Rumus molekul :  $C_8H_8O_3$

Berat molekul : 152,15

Rumus bangun :



Berupa kristal putih atau tak berwarna, serbuk kristal tidak berbau, atau serbuk kristal putih, tidak berbau atau berbau lemah dan rasa agak membakar. Larut dalam 500 bagian air, dalam 20 bagian air mendidih, 3 ml alkohol, 10 ml eter, agak larut dalam benzen, dan larut dalam aseton, gliserin, minyak dan lemak. Digunakan sebagai pengawet (2,10,12) dalam bentuk tunggal atau dikombinasikan dengan bahan antimikroba lain pada sediaan farmasetik atau kosmetik dan dalam makanan.

### III.7.6 Minyak Permen

Sinonim : *Menthaepiperithae*, *Oleum Menthae Piperitae*

Merupakan minyak menguap yang didestilasi dengan uap dari bagian daun segar tanaman *Mentha piperita* Linne (Familia Labiatae). Cairan tidak berwarna atau kuning pucat, memiliki bau yang meresap kuat dari pepermin dan rasa pedas diikuti sensasi

dingin ketika terhirup. 1 bagian larut dalam 3 bagian alkohol 70 %.

Penggunaan sebagai bahan pengaroma (2).

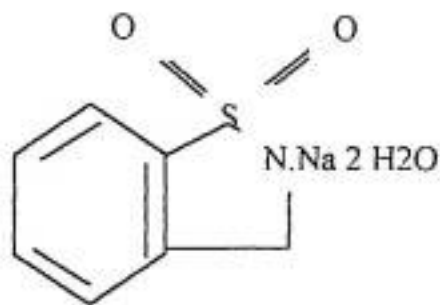
### III.7.7 Natrium sakarin

Sinonim : sodium 0-benzosulfimide, glusida terlarut, kristallose


Rumus molekul :  $C_7H_4NNaO_3S \cdot 2H_2O$

Berat molekul : 241,21

Rumus bangun :



Serbuk kristal putih, tidak berbau, atau berbau aromatik lemah, dengan rasa manis (18). Mudah larut dalam air, tidak larut dalam propanol. Larutan encer 10 % memiliki pH 6,6. Penggunaan sebagai pemanis pada konsentrasi sekitar 0,01 %, sebagai pengganti gula pada sediaan untuk penderita diabetes (20).



## **BAB IV**

### **PELAKSANAAN PENELITIAN**

#### **IV.1 Pembuatan Rancangan Formula Suspensi Antasida**

Dirancang 4 formula suspensi antasida yang masing-masing mengandung kombinasi aluminium hidroksida dan magnesium hidroksida. Bahan tambahan yang digunakan yaitu veegum sebagai pensuspensi, metil paraben sebagai pengawet, natrium sakarin sebagai pemanis, minyak permen sebagai pengaroma, dan air suling. Tiga di antaranya dibuat dengan metode flokulasi dengan menambahkan pemflokula sorbitol dengan konsentrasi masing-masing 15 %, 20 %, dan 25 %. Dirancang pula suspensi pembanding yang tidak mengandung sorbitol.

#### **IV.2 Penyediaan Alat dan Bahan**

##### **IV.2.1 Alat-alat yang digunakan :**

1. Anak timbangan
2. Batang pengaduk
3. Gelas Erlenmeyer 50 ml
4. Gelas piala 100 ml dan 250 ml (Pyrex)
5. Gelas ukur 25 ml, 50 ml dan 100 ml
6. Lemari pendingin (National NR-125 EA)
7. Lumpang dan alu

8. Mikrometer obyektif
9. Mikrometer okuler
10. Mikroskop
11. Objek gelas dan dek gelas
12. Oven (Mettler)
13. Pengaduk elektrik (National)
14. Penangas air (Mettler)
15. Sendok tanduk
16. Sentrifus (Labofuge)
17. "Shaker"
18. "Stirrer" (Fisher)
19. "Stop watch"
20. Tabung sentrifus
21. Termometer
22. Timbangan analitik (Sartorius)
23. Vial

IV.2.2 Bahan-bahan yang digunakan adalah :

1. Air suling
2. Alkohol
3. Aluminium hidroksida
4. Magnesium hidroksida



5. Metil paraben
6. Minyak permen
7. Natrium sakarin
8. Sorbitol
9. Veegum

### IV.3 Pembuatan Suspensi Antasida

#### IV.3.1 Pembuatan Suspensi Antasida yang Terflokulasi

1. Bahan-bahan yang digunakan ditimbang dan diukur sesuai kebutuhan.
2. Dibuat pengenceran minyak permen dalam alkohol 70 % dengan menambahkan 1 ml minyak permen dalam 4,5 ml alkohol 70 % dan dipipet 1 ml.
3. Natrium sakarin sebanyak 50 mg dilarutkan dalam air suling dan volumenya dicukupkan hingga 10 ml, kemudian dipipet 2 ml.
4. Metil paraben sebanyak 0,15 g dilarutkan dalam 7 ml air panas ( $70^{\circ}\text{C}$ ).
5. Magnesium hidroksida dan aluminium hidroksida digerus dalam lumpang kemudian ditambahkan larutan metil paraben sambil terus digerus hingga semua partikel padatan terbasahi.

6. Sorbitol sebanyak yang diperlukan (15 gram untuk formula I, 20 gram untuk formula II, dan 25 gram untuk formula III) dilarutkan larutan 40 ml air suling.
7. Larutan sorbitol ditambahkan sedikit demi sedikit ke dalam dispersi antasida sambil terus digerus.
8. Dispersi antasida dipindahkan ke dalam gelas piala, kemudian lumpang dibilas dengan 2 ml air suling sebanyak 2 kali, dan air bilasan ditambahkan ke dalam dispersi antasida.
9. Pensuspensi veegum sebanyak 1 g didispersikan dalam 20 ml air panas sambil diaduk dengan pengaduk elektrik sampai kental kemudian dimasukkan ke dalam suspensi antasida sambil diaduk menggunakan pengaduk elektrik hingga homogen.
10. Hasil pengenceran natrium sakarin (yang dipipet 2 ml) ditambahkan ke dalam suspensi dan diaduk.
11. Hasil pengenceran minyak permen ditambahkan dan diaduk, setelah itu volumenya dicukupkan dengan air suling hingga 100 ml dan diaduk kembali sampai homogen.

#### IV.3.2 Pembuatan Suspensi Antasida Perbandingan (Kontrol)

Bahan-bahan yang digunakan ditimbang dan diukur sesuai kebutuhan, dan dibuat suspensi dengan cara yang sama seperti di atas namun tanpa penambahan sorbitol.





## IV.4 Evaluasi Kestabilan Suspensi

### IV.4.1 Volume Sedimentasi

Suspensi yang mengandung sorbitol maupun suspensi pembanding (kontrol) masing-masing sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam gelas ukur 50 ml, kemudian diamati volume/tinggi sedimen yang terbentuk. Volume sedimen dihitung dengan membandingkan volume akhir/tinggi sedimen terhadap volume awal dari suspensi total.

### IV.4.2 Derajat Flokulasi

Suspensi yang mengandung sorbitol dan suspensi pembanding (kontrol) masing-masing sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam tabung sentrifus 10 ml dan suspensi disentrifugasi hingga sedimennya minimal. Kemudian diamati volume sedimen yang terbentuk. Derajat flokulasi dihitung dengan membandingkan volume sedimen suspensi terflokulasi terhadap volume sedimen suspensi terdeflokulasi.

### IV.4.3 Kecepatan Terdispersi Kembali

Suspensi yang mengandung sorbitol maupun suspensi pembanding (kontrol) masing-masing sebanyak 50 ml diendapkan dalam gelas erlenmeyer. Setelah terbentuk endapan yang stabil, diukur kecepatan terdispersi kembali, yang diamati setelah pengocokan dengan pengocok elektrik dengan kecepatan 3 rpm. Waktu untuk terdispersinya seluruh sedimen dihitung.

#### IV.4.4 Pengukuran Ukuran Partikel

Suspensi yang mengandung sorbitol maupun suspensi pembanding (kontrol) masing-masing sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam vial 15 ml. Pengamatan ukuran partikel dilakukan dengan meneteskan suspensi pada gelas obyek kemudian ditutup dengan gelas penutup. Setelah itu ukuran partikel ditentukan menggunakan mikroskop pada perbesaran 10 x 10 dan dicari perbandingan skala mikrometer okuler dan mikrometer obyektif. Pengukuran ukuran partikel dilakukan setelah pembuatan dan setelah endapan yang terbentuk tidak berubah (tetap).

#### IV.5 Pengumpulan dan Analisis Data

Data hasil evaluasi kestabilan dikumpulkan, ditabulasi kemudian data volume sedimentasi, derajat flokulasi, kecepatan terdispersi kembali dianalisis statistika dengan rancangan acak lengkap (RAL) dan dilanjutkan dengan metode Uji Beda Nyata Terkecil (Least Significant Difference) sedangkan data ukuran partikel dianalisis statistika dengan uji perbandingan dua rata-rata.

#### IV.6 Pembahasan Hasil

Hasil analisis data yang telah diolah secara statistika kemudian dibahas.



## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### V.1 Hasil Penelitian

Pengujian terhadap kestabilan fisis suspensi antasida yang diflokulasikan menggunakan sorbitol maupun suspensi pembanding setelah pembuatan dan setelah terbentuk endapan yang stabil dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) memberikan hasil sebagai berikut :

##### 1. Volume sedimentasi (F)

Volume sedimentasi suspensi rata-rata antasida setelah endapannya tidak berubah adalah 0,24 untuk suspensi I (pembanding); 0,52 untuk suspensi II, untuk suspensi III adalah 0,82 dan suspensi IV adalah 0,62.

Hasil lengkap dapat dilihat pada tabel II.

##### 2. Derajat flokulasi

Derajat flokulasi setelah suspensi stabil yang paling besar adalah pada suspensi III yaitu 0,81 kemudian suspensi II yaitu 0,79; sedangkan derajat flokulasi yang paling kecil diperlihatkan oleh suspensi IV yaitu 0,61.

Hasil lengkap dapat dilihat pada tabel III.

##### 3. Kecepatan terdispersi kembali

Suspensi IV memperlihatkan waktu paling singkat untuk terdispersi kembali yaitu 35,5 detik; kemudian suspensi II yaitu 51 detik, dan suspensi

III yaitu 83 detik; sedangkan suspensi I (pembanding) memerlukan waktu paling lama yaitu 296,5 detik.

Hasil lengkap dapat dilihat pada tabel III.

#### 4. Ukuran partikel

Ukuran partikel pada suspensi III adalah yang paling besar yaitu 5,196  $\mu$  kemudian suspensi IV dan suspensi II yaitu 3,93  $\mu$  dan 3,72  $\mu$ .

Ukuran partikel yang paling kecil diperlihatkan pada suspensi I (pembanding) yaitu 1,868  $\mu$ .

## V.2 Pembahasan

Hasil analisis statistika menggunakan rancangan acak lengkap terhadap data volume sedimentasi ( $F$ ), derajat flokulasi ( $\beta$ ), kecepatan terdispersi kembali, dan ukuran partikel dari suspensi pembanding maupun suspensi antasida yang diflokulasikan menggunakan sorbitol memperlihatkan bahwa penambahan sorbitol memberikan pengaruh yang sangat nyata pada data volume sedimentasi, derajat flokulasi, kecepatan terdispersi kembali, dan ukuran partikel. Hal ini dapat dilihat dari  $F$  hitung yang lebih besar daripada nilai  $F$  tabel.

Analisis lanjutan yaitu analisis antarperlakuan pada data volume sedimentasi menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (LSD) antara suspensi pembanding dengan suspensi lainnya yang diflokulasikan dengan sorbitol dan

berdasarkan data derajat flokulasi memperlihatkan bahwa suspensi yang mengandung sorbitol 20 % adalah suspensi yang relatif paling stabil. Demikian pula berdasarkan uji perbandingan dua rata-rata pada data ukuran partikel menunjukkan suspensi dengan sorbitol 20 % adalah suspensi yang relatif paling stabil.

Gambar 6 memperlihatkan bahwa suspensi pembanding yang tidak mengandung sorbitol mempunyai volume sedimentasi yang paling rendah yaitu 0,24 karena merupakan suspensi terdeflokulasi. Penambahan sorbitol menyebabkan kenaikan volume sedimentasi. Hal ini menunjukkan sifat suspensi antasida berubah dari deflokulasi menjadi suspensi terflokulasi. Pada suspensi terflokulasi energi tahanan masih cukup besar untuk mengatasi pendekatan antartikel pada jarak pemisahan sekitar  $1000 - 2000 \text{ \AA}$  yang cukup untuk membentuk flokula yang longgar (8) sehingga volume sedimentasi menjadi lebih besar.

Gambar 7 memperlihatkan hubungan antara derajat flokulasi dengan variasi konsentrasi sorbitol pada formulasi suspensi antasida. Sesuai dengan teori bahwa volume sedimentasi mempengaruhi derajat flokulasi suspensi (14) sehingga suspensi yang mengandung sorbitol 20 % menunjukkan derajat flokulasi yang paling besar yaitu 0,81 pada saat suspensi telah mencapai kestabilan.

Gambar 8 memperlihatkan bahwa suspensi pembanding memerlukan waktu paling lama untuk terdispersi kembali yaitu 296,5 detik, hal ini disebabkan karena suspensi pembanding merupakan suspensi terdeflokulasi dengan volume sedimentasi yang paling rendah sehingga cenderung untuk membentuk 'cake' selama penyimpanan yang sukar untuk didispersikan kembali. Sedangkan suspensi II merupakan suspensi terflokulasi karena suspensi ini membentuk endapan yang paling longgar dan mudah didispersikan kembali. Berdasarkan analisis statistika suspensi II (mengandung sorbitol 15 %) mempunyai beda mutlak yang paling besar terhadap suspensi pembanding.

Penambahan pemflokula pada suspensi juga menyebabkan kenaikan rata-rata ukuran partikel tersuspensi (gambar 9). Suspensi pembanding menunjukkan rata-rata ukuran partikel yang paling kecil yaitu 1,868. Hal ini disebabkan karena suspensi pembanding yang merupakan suspensi terdeflokulasi partikel-partikelnya terdispersi sebagai partikel tunggal sedangkan suspensi II – IV yang diflokulasikan menggunakan sorbitol partikel-partikelnya membentuk flokula (1), sehingga ukuran partikelnya menjadi lebih besar. Suspensi III memperlihatkan rata-rata ukuran partikel yang paling besar yaitu yaitu 5,196  $\mu$  dan secara statistika menunjukkan selisih perlakuan yang paling besar dengan suspensi pembanding.



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **VI.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis statistika dan pembahasan terhadap data volume sedimentasi, derajat flokulasi, kecepatan terdispersi kembali, dan ukuran partikel maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan sorbitol menghasilkan efek flokulasi yang sangat nyata pada suspensi antasida dan menghasilkan suspensi yang relatif lebih stabil dibandingkan dengan suspensi antasida tanpa sorbitol.
2. Sorbitol 20 % merupakan pemflokula yang menghasilkan flokulasi yang paling baik dan merupakan suspensi yang relatif paling stabil pada penelitian ini.

#### **VI.2 Saran**

Disarankan untuk melakukan penelitian tentang efek flokulasi sorbitol 20 % terhadap kecepatan dan kapasitas netralisasi suspensi antasida.

## DAFTAR PUSTAKA

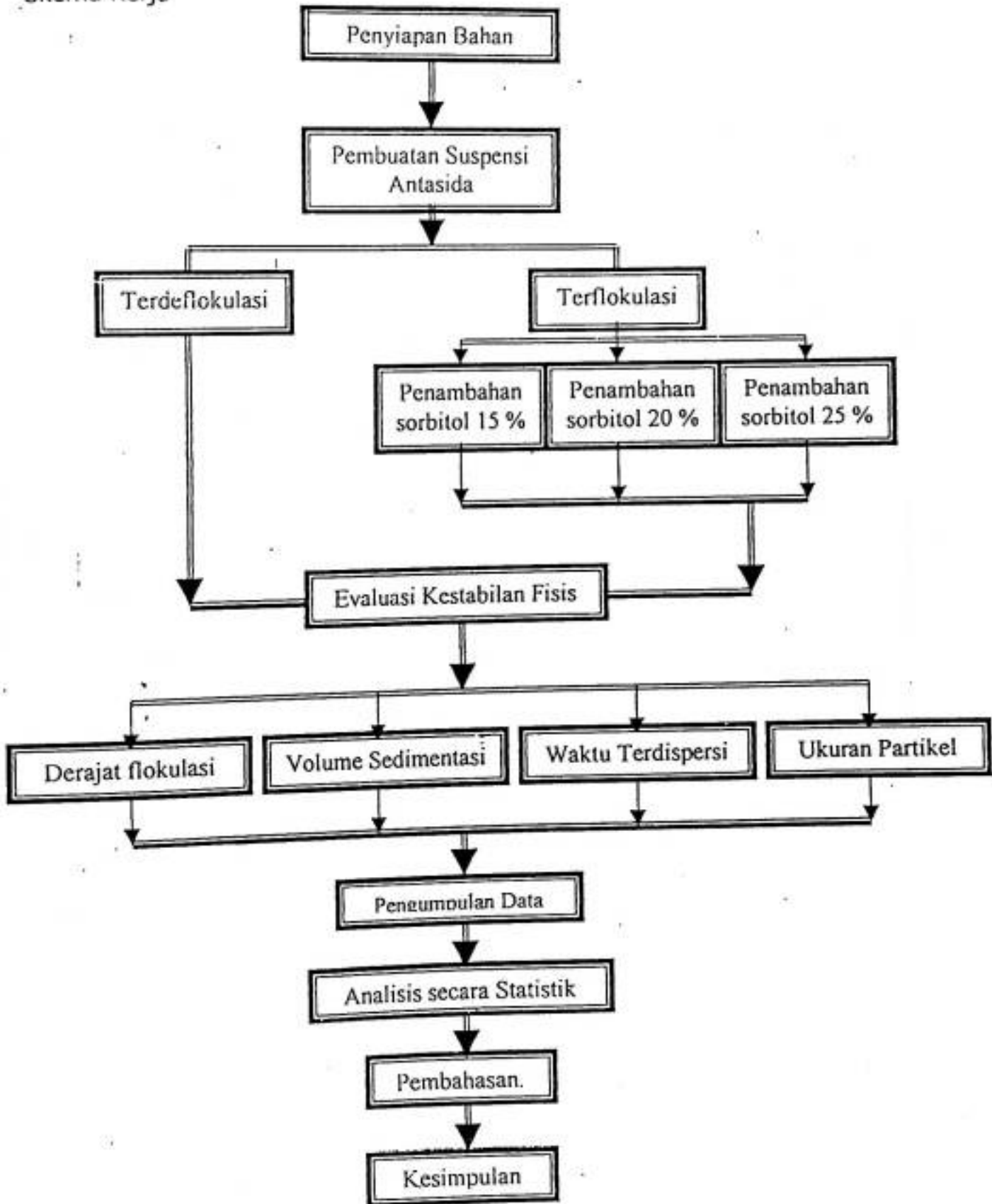
1. Lachman, L., Lieberman, H.A., Kanig, J.L., (eds), (1986), "The Theory and Practice of Industrial Pharmacy", Third Edition, Lea & Febiger, Philadelphia, 479
2. Gennaro, A.R., et al, (eds), (1990), "Remington's Pharmaceutical Sciences", Eighteenth edition, Mack Publishing Company, Easton, Pennsylvania, 287, 296, 775, 1296
3. Gilman, A.G., et al, (eds), (1990), "Goodman and Gilman's The Pharmacological Basic of Therapeutics", Pergamon Press, Inc., New York, 905
4. Martin, A.,(1993), "Physical Pharmacy", Fourth edition, Lea & Febiger, Philadelphia, London, 477-483
5. Zatz, J.L., Schnitzer, L., Sartpodar, P., (1979), "Flocculation of Sulphamerazine Suspensions by A Cationic Polymer", J.Pharm.Sci. Vol.50, 1491
6. Haines, B.A., Martin, A.N., (1961), "Interfacial Properties of Powdered Material", J.Pharm.Sci. Vol.50, 755
7. Parrot, E.L., (1970), "Pharmaceutical Technology Fundamental Pharmaceutics", Burgees Publishing Company, Minneapolis, 343, 363
8. Hiestand, E.N., (1964), "Theory of Coarse Suspension Formulation", J.Pharm.Sci. Vol.53, 1-12



9. Ansel, H.C., (1989), "Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi", Edisi Keempat, terj. Farida Ibrahim, UI Press, Jakarta, 360
10. Muindar, (1998), "Efek Kombinasi Sorbitol dan Metil Paraben terhadap Flokulasi Suspensi Sulfametoksazol yang Mengandung Polisorbat-80", Skripsi, Jurusan Farmasi, FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
11. Banker, G.S., Rhodes, C.T., (1990), "Modern Pharmaceutics", Second edition Revised and Expanded, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 343-344
12. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, (1979), "Farmakope Indonesia", Edisi III, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 80, 922
13. Zatz, J.L., Lee, R.Y., (1987), "Flocculation of Suspensions Containing Nonionic Surfactants by Sorbitol", J.Pharm.Sci. Vol.76, 157
14. Jenkins, G.L., et al, (eds), (1957), "Scoville's The Art of Compounding", Ninth edition, The Blakiston Division, Mac-Graw Hill Book Company, Inc., New York, 304
15. Sprowls, J.B., (1976), "Prescription Pharmacy", Second edition, J.B. Lippincott Company, Philadelphia, 201
16. Tempio, J.S., dan Zatz, J.L., (1980), "Flocculation Effect of Xanthan Gum in Pharmaceutical Suspension", J.Pharm.Sci. Vol.69, 1209-1210
17. Martin, E.W., (1971), "Dispensing of Medication", Eighteenth editon, Mack Publishing Company, Easton, Pennsylvania, 191

18. Budavari, S., (1986), "Merck Index An Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals", Eleventh edition, Rahway NJ, USA, 157
19. Mycek, J., Harvey, A., Champe, P.C., (1995), "Farmakologi Ulasan Bergambar", Edisi 2, Alih Bahasa : Prof. DR.H. Azwar Agoes, Widya Medika, Jakarta, 244
20. Boylan, J.C., et al., (1986), "Handbook of Pharmaceutical Excipients", The American Pharmaceutical Association and The Pharmaceutical Society of Great Britain, Washington DC, 166-168, 248
21. Lieberman, H.A., Banker, G.S., Rieger, M.A., (1988), "Pharmaceutical Dosage Forms, Disperse Systems" Volume I, Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 183
22. Reynold, J.E.F., (ed), (1989), "Martindale The Extra Pharmacopoeia", Twenty ninth edition, The Pharmaceutical Press, London, 869, 1047
23. Yusuf, I., et al, (1995), "Fisiologi Gastro-Intestinal", Edisi pertama, Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran UNHAS, Makassar, 17
24. Ganiswarna, S.G., (1995), "Farmakologi dan Terapi", Edisi 4, Bagian Farmakologi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta, 501-503
25. Ganong, W.F., (1995), "Buku Ajar Fisiologi Kedokteran", Edisi 14, terj. Petrus Andrianto, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 467

Skema Kerja



**TABEL I**

Rancangan Formula Suspensi Antasida dengan Penambahan Pemflokula Sorbitol yang Divariasikan

<b>Bahan</b>	<b>Formula I</b>	<b>Formula II</b>	<b>Formula III</b>	<b>Formula IV</b>
Aluminium hidroksida (g)	4,5	4,5	4,5	4,5
Magnesium hidroksida (g)	4	4	4	4
Sorbitol (g)	-	15	20	25
Veegum (g)	1	1	1	1
Metil paraben (g)	0,15	0,15	0,15	0,15
Na-sakarín (g)	0,01	0,01	0,01	0,01
Minyak permen (ml)	0,1	0,1	0,1	0,1
Air suling hingga (ml)	100	100	100	100

Keterangan : Formula I sebagai pembandingan (kontrol)

**TABEL II**

Data Volume Sedimentasi (F) Suspensi Antasida setelah Pembuatan hingga Terbentuk Endapan yang Tidak Berubah (Tetap)

Hari ke-	I		II		III		IV	
	Vu	F	Vu	F	Vu	F	Vu	F
1	48	0,96	50	1	50	1	50	1
2	44	0,88	39	0,78	49	0,98	49	0,98
3	36	0,72	36	0,72	43	0,86	47	0,94
4	32	0,64	36	0,72	43	0,86	38	0,76
5	32	0,64	34	0,68	43	0,86	38	0,76
6	31	0,62	34	0,68	43	0,86	38	0,76
7	23	0,46	34	0,68	43	0,86	34	0,68
8	23	0,46	33	0,68	43	0,86	34	0,68
9	23	0,46	26	0,52	41	0,82	33	0,66
10	18	0,36	26	0,52	41	0,82	31	0,62
11	18	0,36	26	0,52	41	0,82	31	0,62
12	12	0,24	26	0,52	41	0,82	31	0,62
Jumlah	340	6,8	400	8	521	10,42	454	9,08
Rata-rata	28,33	0,57	33,33	0,67	43,42	0,87	37,83	0,76

Keterangan :

I : Suspensi antasida tanpa sorbitol (Pembanding)

II : Suspensi antasida dengan sorbitol 15 %

III : Suspensi antasida dengan sorbitol 20 %

IV : Suspensi antasida dengan sorbitol 25 %

Di mana :  $V_u$  = Volume akhir sedimen (ml)

$V_o$  = Volume awal dari suspensi total (50 ml)

$F$  = Volume sedimentasi ( $V_u/V_o$ )

**TABEL III**

Data Derajat Flokulasi ( $\beta$ ) Suspensi Antasida Setelah Pembuatan dan Setelah Endapannya Stabil

Formula Suspensi	Derajat Flokulasi ( $\beta$ )		
	Sorbitol 15 %	Sorbitol 20 %	Sorbitol 25 %
Setelah Pembuatan	0,94	1	1
	0,94	0,97	0,99
<b>Sub Total</b>	<b>1,88</b>	<b>1,97</b>	<b>1,99</b>
<b>Rata-Rata</b>	<b>0,94</b>	<b>0,985</b>	<b>0,995</b>
Setelah Stabil	0,82	0,82	0,6
	0,76	0,8	0,62
<b>Sub total</b>	<b>1,58</b>	<b>1,62</b>	<b>1,22</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>0,79</b>	<b>0,81</b>	<b>0,61</b>

**TABEL IV**

**Data Kecepatan Terdispersi Kembali (detik) Suspensi Antasida setelah Endapannya Stabil**

Kecepatan Terdispersi Kembali (detik)				
I	II	III	IV	
287	50	83	37	
306	52	83	34	
<b>Total</b>	<b>593</b>	<b>102</b>	<b>166</b>	<b>71</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>296,5</b>	<b>51</b>	<b>83</b>	<b>35,5</b>

Keterangan :

- I : Suspensi antasida tanpa sorbitol (Pembanding)
- II : Suspensi antasida dengan sorbitol 15 %
- III : Suspensi antasida dengan sorbitol 20 %
- IV : Suspensi antasida dengan sorbitol 25 %

Kecepatan pengocokan : 3 rpm



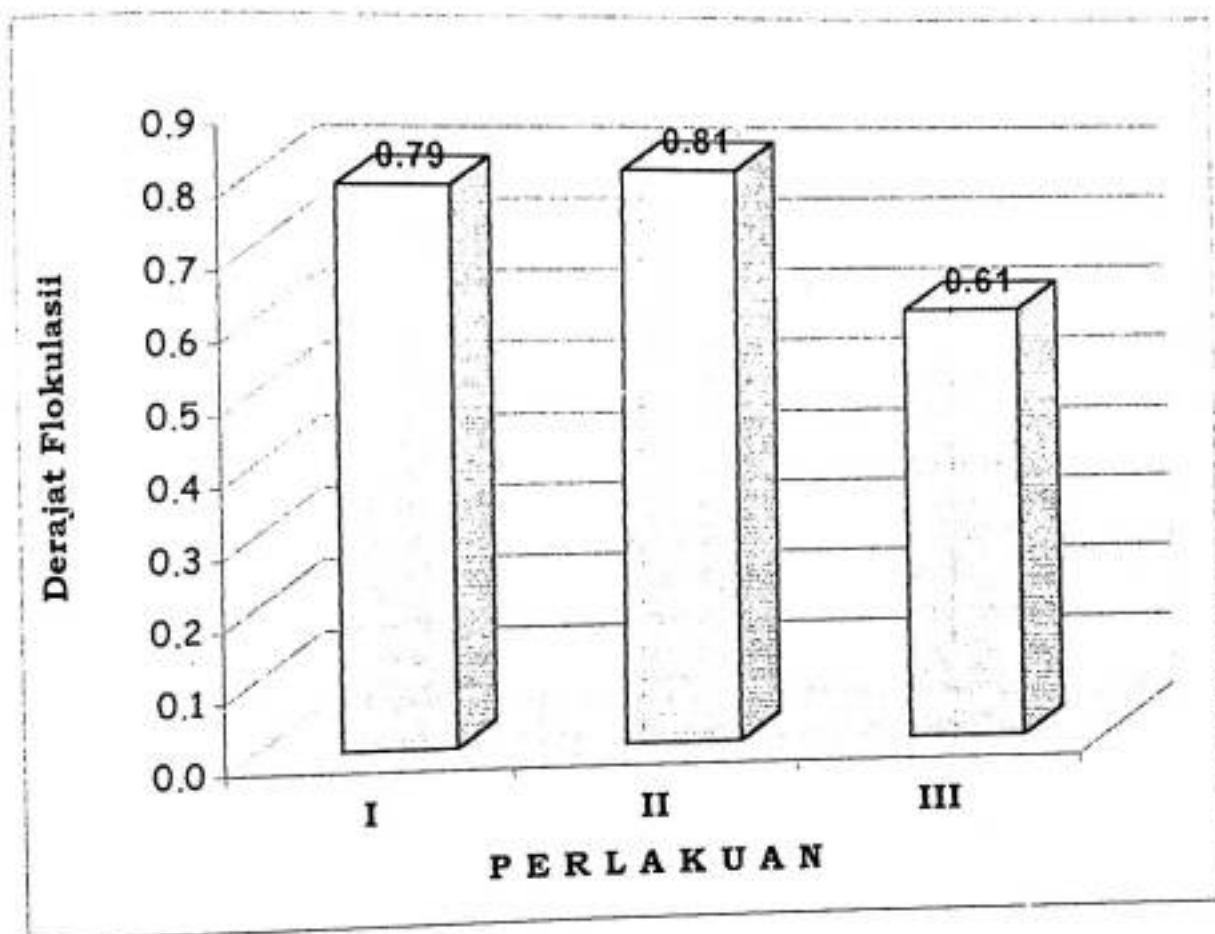
**TABEL V**

**Data Ukuran Partikel ( $\mu$ ) Suspensi Antasida**

Formula Suspensi	Ukuran Partikel ( $\mu$ )
I	1,868
II	3,72
III	5,196
IV	3,93

Keterangan :

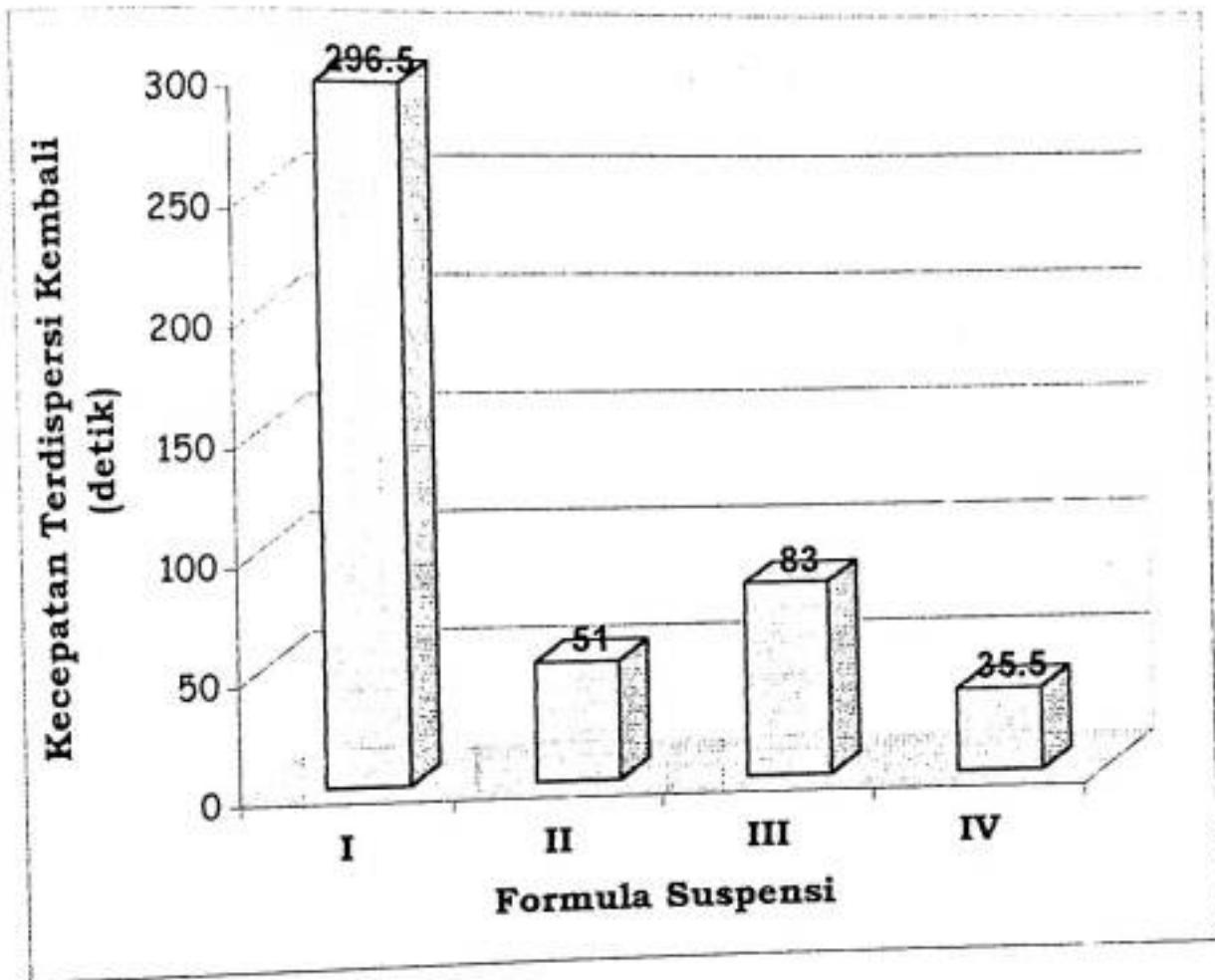
- I : Suspensi antasida tanpa sorbitol (Pembanding)
- II : Suspensi antasida dengan sorbitol 15 %
- III : Suspensi antasida dengan sorbitol 20 %
- IV : Suspensi antasida dengan sorbitol 25 %



Gambar 7. Kurva Hubungan antara Derajat Flokulasi ( $\beta$ ) dengan Formula Suspensi Antasida

Keterangan :

- I : Suspensi antasida dengan sorbitol 15 %
- II : Suspensi antasida dengan sorbitol 20 %
- III : Suspensi antasida dengan sorbitol 25 %

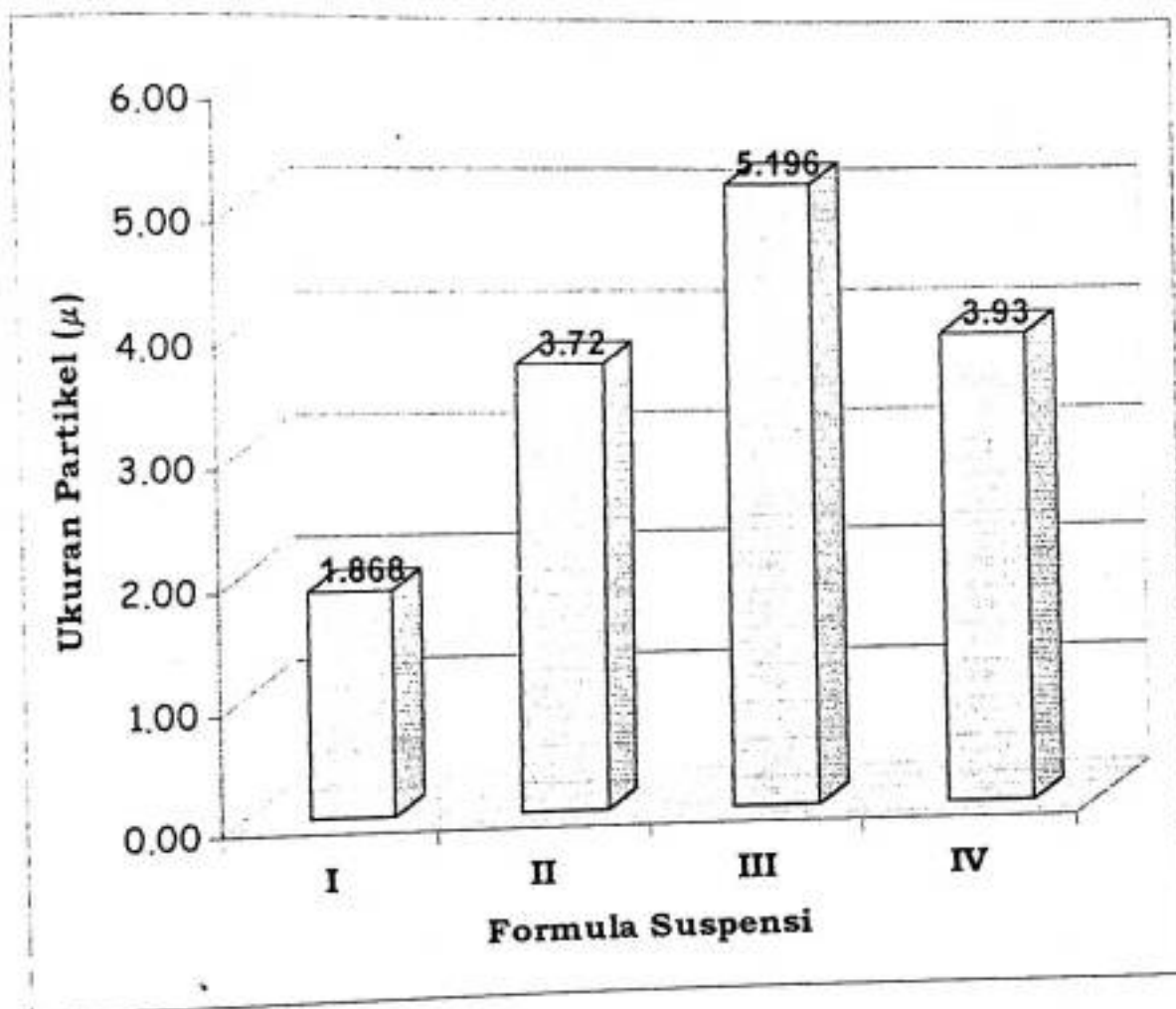


Gambar 8. Kurva Hubungan antara Kecepatan Terdispersi Kembali (detik) dengan Formula Suspensi Antasida

Keterangan :

- I : Suspensi antasida tanpa sorbitol (pembanding)
- II : Suspensi antasida dengan sorbitol 15 %
- III : Suspensi antasida dengan sorbitol 20 %
- IV : Suspensi antasida dengan sorbitol 25 %

Kecepatan pengocokan : 3 rpm



**Gambar 9. Kurva Hubungan antara Ukuran Partikel ( $\mu$ ) dengan Formula Suspensi Antasida**

Keterangan :

- I : Suspensi antasida tanpa sorbitol (pembanding)
- II : Suspensi antasida dengan sorbitol 15 %
- III : Suspensi antasida dengan sorbitol 20 %
- IV : Suspensi antasida dengan sorbitol 25 %



## LAMPIRAN A

ANALISIS STATISTIK DATA VOLUME SEDIMENTASI SUSPENSI  
ANTASIDA MENGGUNAKAN RANCANGAN ACAK LENGKAP

Hari ke-	Volume Sedimentasi (F)			
	I	II	III	IV
1	0,96	1	1	1
2	0,88	0,78	0,98	0,98
3	0,72	0,72	0,86	0,94
4	0,64	0,72	0,86	0,76
5	0,64	0,68	0,86	0,76
6	0,62	0,68	0,86	0,76
7	0,46	0,68	0,86	0,68
8	0,46	0,68	0,86	0,68
9	0,46	0,52	0,82	0,66
10	0,36	0,52	0,82	0,62
11	0,36	0,52	0,82	0,62
12	0,24	0,52	0,82	0,62
Jumlah	6.8	8	10.42	9.08
Rata-rata	0.57	0.67	0.87	0.76

Keterangan :

$$F = V_u / V_o$$

Di mana :  $V_u$  = Volume akhir sedimen (ml)

$V_o$  = Volume awal dari suspensi total (50 ml)

$$FK = \frac{(Total)^2}{48} = \frac{(34,32)^2}{48} = 24,53$$

$$JKT = (0,96)^2 + (1)^2 + 0 + (0,62)^2 + (0,62)^2 - Fk = 1,5852$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(6,8)^2 + (8,02)^2 + (10,42)^2 + (9,08)^2}{4} - FK = 0,593133$$

$$JKG = JKT - JKP = 0,992067$$

### TABEL ANAVA

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5 %	1 %
Antarperlakuan	3	0,5931	0,1977	8,7689	2,8165	4,2606
Galat	44	0,9921	0,0225			
Total	47	1,5852				

Keterangan : F Hitung > F Tabel berarti Signifikan atau  $H_0$  ditolak

Analisis Lanjutan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$BNT 1\% = t_{\alpha/2, 44} \sqrt{\frac{2(0,022547)}{2}} = (2,132)(0,06130) = 0,1306$$

$$BNT 5\% = t_{\alpha/2, 44} \sqrt{\frac{2(0,022547)}{2}} = (2,776)(0,06130) = 0,1701$$

**Perbandingan Perlakuan terhadap Pembanding :**

$\hat{Y}_i$  = rata-rata pengamatan perlakuan ke - I

$$\hat{Y}_1 = 0,57$$

$$\hat{Y}_2 = 0,67$$

$$\hat{Y}_3 = 0,87$$

$$\hat{Y}_4 = 0,76$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2 = 0,57 - 0,67 = 0,10 \quad \text{Non Signifikan}$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_3 = 0,57 - 0,87 = 0,30 \quad \text{Signifikan pada taraf 1 \%}$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_4 = 0,57 - 0,76 = 0,19 \quad \text{Signifikan pada taraf 1 \%}$$

$$\hat{Y}_2 - \hat{Y}_3 = 0,67 - 0,87 = 0,20 \quad \text{Signifikan pada taraf 1 \%}$$

$$\hat{Y}_2 - \hat{Y}_4 = 0,67 - 0,76 = 0,09 \quad \text{Non Signifikan}$$

$$\hat{Y}_3 - \hat{Y}_4 = 0,87 - 0,76 = 0,11 \quad \text{Non Signifikan}$$

Suspensi	Selisih	Hasil
I - II	0,10	(NS)
I - III	0,30	(S)
I - IV	0,19	(S)
II - III	0,20	(S)
II - IV	0,09	(NS)
III - IV	0,11	(NS)

## LAMPIRAN B

ANALISIS STATISTIK DATA DERAJAT FLOKULASI SUSPENSI  
ANTASIDA MENGGUNAKAN RANCANGAN ACAK LENGKAP

Formula Suspensi	Derajat Flokulasi ( $\beta$ )			Jumlah
	Sorbitol 15 %	Sorbitol 20 %	Sorbitol 25 %	
Setelah Pembuatan	0,94	1	1	5,84
	0,94	0,97	0,99	
<b>Sub Total</b>	<b>1,88</b>	<b>1,97</b>	<b>1,99</b>	
<b><i>Rata-Rata</i></b>	<b><i>0,94</i></b>	<b><i>0,985</i></b>	<b><i>0,995</i></b>	4,42
Setelah Stabil	0,82	0,82	0,6	
	0,76	0,8	0,62	
<b>Sub total</b>	<b>1,58</b>	<b>1,62</b>	<b>1,22</b>	
<b><i>Rata-rata</i></b>	<b><i>0,79</i></b>	<b><i>0,81</i></b>	<b><i>0,61</i></b>	10,26
<b>Total</b>	<b>3,46</b>	<b>3,59</b>	<b>3,21</b>	



$$FK = \frac{(Total)^2}{12} = \frac{(105,2676)^2}{48} = 8,7723$$

$$JKT = (0,94)^2 + (1)^2 + \dots + (0,62)^2 - Fk = 0,2227$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(3,76)^2 + (3,59)^2 + (3,21)^2}{2} - FK = 0,194$$

$$JK \text{ Interaksi} = JK \text{ Perlakuan} - JK \text{ Formulasi suspensi} - JK \text{ Derajat flokulasi} = 0,017$$

$$JKG = JKT - JKP = 0,0027$$

**Tabel ANAVA**

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5 %	1 %
Formula Suspensi	1	0,168	0,168	373,40 **	5,987	13,74
Derajat Flokulasi	2	0,0187	0,009	20,72**	5,143	10,94
Interaksi	2	0,0333	0,017	37,018**	5,143	10,94
Galat	6	0,0027	0,00045			
Total	11	0,2227				

Keterangan :  $t \text{ Hitung} > F \text{ Tabel}$  berarti Signifikan atau  $H_0$  ditolak

Uji Lanjutan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (Least Significant Difference)

$$BNT 1\% = t_{\alpha/2,6} \sqrt{\frac{2(0,000449)}{2}} = (1,943)(0,02119) = 0,04117$$

$$BNT 5\% = t_{\alpha/2,6} \sqrt{\frac{2(0,000449)}{2}} = (2,447)(0,02119) = 0,051851$$

### Perbandingan antara Perlakuan :

$\hat{Y}_i$  = rata-rata pengamatan perlakuan ke - i

#### A. Setelah Pembuatan

$$\hat{Y}_1 = 0,94$$

$$\hat{Y}_2 = 0,985$$

$$\hat{Y}_3 = 0,995$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2 = 0,94 - 0,985 = -0,145 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_3 = 0,94 - 0,995 = -0,055 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

$$\hat{Y}_2 - \hat{Y}_3 = 0,985 - 0,995 = -0,01 \quad \text{Non Signifikan}$$

#### B. Setelah Stabil

$$\hat{Y}_1 = 0,79$$

$$\hat{Y}_2 = 0,81$$

$$\hat{Y}_3 = 0,61$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2 = 0,79 - 0,81 = -0,02 \quad \text{Non Signifikan}$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_3 = 0,79 - 0,61 = -0,18 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

$$\hat{Y}_2 - \hat{Y}_3 = 0,81 - 0,61 = 0,2 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

Perbandingan	A	B
I - II	(SS)	(NS)
I - III	(SS)	(SS)
II - III	(NS)	(SS)

Yang Non Signifikan hanya uji antara perlakuan setelah pembuatan Suspensi dengan sorbitol 20 % terhadap perlakuan Suspensi dengan sorbitol 25 %, dan setelah stabil pada suspensi dengan sorbitol 15 % terhadap suspensi dengan sorbitol 20 %.

## LAMPIRAN C

ANALISIS STATISTIK DATA KECEPATAN TERDISPERSI KEMBALI (DETIK) SUSPENSI ANTASIDA MENGGUNAKAN RANCANGAN ACAK LENGKAP

Kecepatan Terdispersi Kembali (detik)				
	I	II	III	IV
	287	50	83	37
	306	52	83	34
Total	593	102	166	71
Rata-rata	296,5	51	83	35,5

$$FK = \frac{(Total)^2}{8} = \frac{(932)^2}{8} = 108578$$

$$JKT = (287)^2 + (50)^2 + 0 + (34)^2 - Fk = 88934$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(593)^2 + (102)^2 + (166)^2 + (71)^2}{3} - FK = 887,47$$

$$JKG = JKT - JKP = 187$$

### TABEL ANAVA

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F Hitung	F Tabel	
					5 %	1 %
Antarperlakuan	3	88747	29582,33	632,77 **	4,12	7,85
Galat	4	187	46,75			
Total	7	88934				

Keterangan : F Hitung > F Tabel berarti Signifikan atau HO ditolak

Analisis Lanjutan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (Least Significant Difference)

$$BNT, 1\% = t_{\alpha/2, 44} \sqrt{\frac{2(187)}{2}} = (2,132)(6,83) = 14,57$$

$$BNT, 5\% = t_{\alpha/2, 44} \sqrt{\frac{2(187)}{2}} = (2,776)(6,83) = 18,98$$

**Perbandingan antarperlakuan :**

$\hat{Y}_i$  = rata-rata pengamatan perlakuan ke - i

$$\hat{Y}_1 = 296,5$$

$$\hat{Y}_2 = 51$$

$$\hat{Y}_3 = 83$$

$$\hat{Y}_4 = 35,5$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_2 = 296,5 - 51 = 245,51 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_3 = 296,5 - 83 = 213,5 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

$$\hat{Y}_1 - \hat{Y}_4 = 296,5 - 35,5 = 261 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

$$\hat{Y}_2 - \hat{Y}_3 = 51 - 83 = -32 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

$$\hat{Y}_2 - \hat{Y}_4 = 51 - 35,5 = 15,5 \quad \text{Signifikan pada taraf 1 \%}$$

$$\hat{Y}_3 - \hat{Y}_4 = 83 - 35,5 = 47,5 \quad \text{Sangat Signifikan (SS)}$$

Suspensi	Selisih	Hasil
I - II	245,51	(SS)
I - III	213,5	(SS)
I - IV	261	(SS)
II - III	32	(SS)
II - IV	15,5	(S)
III - IV	47,5	(SS)

## LAMPIRAN D

ANALISIS STATISTIK DATA UKURAN PARTIKEL ( $\mu$ ) DENGAN MENGENAL  
UJI RATA-RATA  $\mu$ ; UJI DUA PIHAK

Ukuran Partikel ( $\mu$ )	$X_i$	Frekuensi ( $f_i$ )			
		I	II	III	IV
0,2 – 2,5	1,35	196	46	17	53
2,6 – 4,9	3,75	54	161	81	128
5,0 – 7,3	6,15	-	43	137	66
7,4 – 9,7	8,65	-	-	15	3
Rata-rata		1,868	3,72	5,196	3,93

Keterangan :

Ukuran partikel diamati dengan menggunakan mikroskop perbesaran 10 X 10. Rata-rata ukuran partikel dihitung dengan rumus :

$$X = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f_i}$$

Perhitungan Simpangan Baku ( $S^2$ ) :

$$S^2 = \frac{\sum f_i (X_i - X)^2}{\sum f_i - 1}$$

### Suspensi I

Ukuran Partikel	fi	Xi	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	fi(Xi-X) <sup>2</sup>
0,2 – 2,5	196	1,35	-0,518	0,268	52,528
2,6 – 4,9	54	3,75	1,882	3,54	191,16
Jumlah	250				243,688

$$\begin{aligned}
 S^2 &= \frac{243,688}{249} \\
 &= 0,9787
 \end{aligned}$$

### Suspensi II

Ukuran Partikel	fi	Xi	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	fi(Xi-X) <sup>2</sup>
0,2 – 2,5	46	1,35	-2,37	5,6169	258,38
2,6 – 4,9	161	3,75	0,03	9.10 <sup>-4</sup>	0,1449
5,0 – 7,3	43	6,15	2,43	5,905	253,91
Jumlah	250				512,454

$$S^2 = \frac{512,454}{249} = 2,058$$

### Suspensi III

Ukuran Partikel	fi	Xi	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	fi(Xi-X) <sup>2</sup>
0,2 – 2,5	17	1,35	-3,848	14,79	251,46
2,6 – 4,9	81	3,75	-1,446	2,09	169,36
5,0 – 7,3	137	6,15	0,954	0,91	124,68
7,4 – 9,7	15	8,65	3,454	11,93	178,95
Jumlah	250				724,452

$$S^2 = \frac{724,452}{249} = 2,909$$

### Suspensi IV

Ukuran Partikel	fi	Xi	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>	fi(Xi-X) <sup>2</sup>
0,2 – 2,5	53	1,35	-2,58	6,656	352,789
2,6 – 4,9	128	3,75	-0,18	0,0324	4,147
5,0 – 7,3	66	6,15	2,22	4,93	325,38
7,4 – 9,7	3	8,65	4,72	22,28	66,84
Jumlah	250				749,156



$$S^2 = \frac{749,156}{249} = 3,00$$



Formula Suspensi	I	II	III	IV
Rata-rata (X)	1,868	3,72	5,196	3,93
Simpangan Baku (S <sup>2</sup> )	0,9787	2,058	2,909	3,00

Hipotesis yang akan diuji :

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2$$

$$H_0 : \mu_1 \neq \mu_2$$

Pendekatan yang digunakan :

$$t' = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{(s_1^2 / n_1) + (s_2^2 / n_2)}}$$

Dengan kriteria pengujian,  $H_0$  diterima jika :

$$-\frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2} < t' < \frac{w_1 t_1 + w_2 t_2}{w_1 + w_2}$$

Dimana :

$S^2$  = simpangan baku

$\bar{X}$  = Rata - rata

$n$  = jumlah partikel yang di amati

$$w = \frac{S^2}{n}$$

$$t = (t_{1-\alpha/2}), (n-1)$$



Di mana :

$S^2$  = Simpangan baku

$X$  = Rata-rata

$N$  = Jumlah partikel yang diamati

$W$  =  $S^2/n$

$t_1$  =  $t_{(1-1/2\alpha), (nI - 1)}$

Dari daftar Distribusi Student diperoleh :

$$t_{5\%, 250} = 1,96$$

$$t_{1\%, 250} = 2,58$$

Perbandingan Perlakuan terhadap Pembanding :

Suspensi	$t'$	Taraf		Keterangan
		5 %	1 %	
II - I	16,836	1,96	2,58	Ho ditolak
III - I	26,687	1,96	2,58	Ho ditolak
IV - I	16,345	1,96	2,58	Ho ditolak

Keterangan :

Ho ditolak artinya kedua perlakuan menghasilkan ukuran rata-rata partikel yang berbeda nyata.