



**STABILITAS FISIK GEL *TRANSETHOSOME* KURKUMIN  
MENGUNAKAN CARBOMER 934 SEBAGAI PEMBENTUK GEL**

**Skripsi**  
**Untuk melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar**  
**Sarjana Farmasi**

**Disusun Oleh:**  
**Firdha Nurul Anissa**  
**1304015192**









**PROGRAM STUDI FARMASI**  
**FAKULTAS FARMASI DAN SAINS**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA**  
**JAKARTA**  
**2019**

Skripsi dengan Judul

**STABILITAS FISIK GEL *TRANSETHOSOME* KURKUMIN  
MENGUNAKAN CARBOMER 934 SEBAGAI PEMBENTUK GEL**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh:  
**Firdha Nurul Anissa, NIM 1304015192**

	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua <u>Wakil Dekan I</u> <b>Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt.</b>		27/12/19
<u>Penguji I</u> <b>Ari Widayanti, M.Farm., Apt.</b>		27/11-19
<u>Penguji II</u> <b>Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt.</b>		3/12/19
<u>Pembimbing I</u> <b>Yudi Srifiana, M.Farm., Apt.</b>		28/11-19
<u>Pembimbing II</u> <b>Nining, M.Si., Apt.</b>		29/11-19
Mengetahui:  Ketua Program Studi <b>Kori Yati, M.Farm., Apt.</b>		4/12-19

Dinyatakan lulus pada tanggal: **30 Oktober 2019**

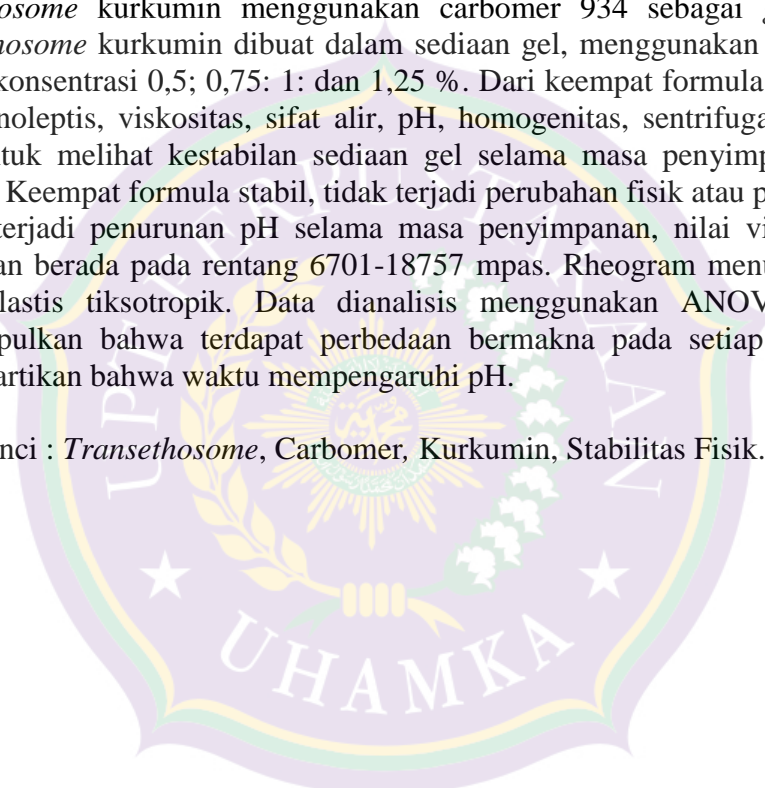
## ABSTRAK

### STABILITAS FISIK GEL TRANSETHOSOME KURKUMIN MENGUNAKAN CARBOMER 934 SEBAGAI PEMBENTUK GEL

Firdha Nurul Anissa  
1304015192

Kurkumin adalah bahan alam yang memiliki banyak aktifitas farmakologi, yaitu sebagai antiinflamasi, antioksidan, antikarsinogenik, antibakteri, dan antifungi. Kelarutannya yang rendah di dalam media air, proses ekskresi kurkumin yang sangat cepat, dan bioavailabilitas rendah merupakan kekurangan yang terdapat pada kurkumin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas fisik gel *transethosome* kurkumin menggunakan carbomer 934 sebagai *gelling agent*. *Transethosome* kurkumin dibuat dalam sediaan gel, menggunakan carbomer 934 dengan konsentrasi 0,5; 0,75: 1: dan 1,25 %. Dari keempat formula ini, dilakukan uji organoleptis, viskositas, sifat alir, pH, homogenitas, sentrifugasi, dan *freeze thaw* untuk melihat kestabilan sediaan gel selama masa penyimpanan delapan minggu. Keempat formula stabil, tidak terjadi perubahan fisik atau pemisahan fase namun terjadi penurunan pH selama masa penyimpanan, nilai viskositas yang dihasilkan berada pada rentang 6701-18757 mpas. Rheogram menunjukkan aliran pseudoplastis tiksotropik. Data dianalisis menggunakan ANOVA dua arah, menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan bermakna pada setiap minggu, dan dapat diartikan bahwa waktu mempengaruhi pH.

Kata Kunci : *Transethosome*, Carbomer, Kurkumin, Stabilitas Fisik.



## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Alhamdulillah, puji dan syukur ke hadirat Allah subhanahu wata'ala karena berkat rahmah dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi, dengan judul: **“STABILITAS FISIK GEL *TRANSETHOSOME* KURKUMIN MENGGUNAKAN *CARBOMER 934* SEBAGAI PEMBENTUK GEL”**. Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.) pada program studi Farmasi Fakultas dan Sains UHAMKA Jakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan serta bimbingan dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Hadi Sunaryo, M.Si., Apt., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA
2. Bapak Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt., selaku Wakil Dekan I FFS UHAMKA sekaligus Penguji II
3. Ibu Dra. Sri Nevi Gantini, M.Si., Apt., selaku Wakil Dekan II FFS UHAMKA
4. Ibu Ari Widayanti, M.Farm., Apt., selaku Wakil Dekan III FFS UHAMKA sekaligus Penguji I
5. Bapak Anang Rohwiyono, M.Ag., selaku Wakil Dekan IV FFS UHAMKA
6. Ibu Kori Yati, M.Farm., Apt., selaku Ketua Program Studi Farmasi FFS UHAMKA
7. Ibu Yudi Srifiana, M.Farm., Apt., selaku pembimbing I yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Ibu Nining, M.Si., Apt., selaku pembimbing II yang telah banyak membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Ibu dan bapak tercinta atas doa dan dorongan semangatnya kepada penulis, baik moril, ataupun materi, serta kepada teman-teman yang telah memberi semangat dan banyak membantu berpartisipasi dalam merampungkan skripsi ini Astri Dian Wulandari, Dwi Larasati, Riadlotus Sholihah, serta Ingrid Anastasya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan penulis. Untuk itu saran dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan.

Jakarta, Oktober 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Landasan Teori	4
1. Kurkumin	4
2. Transdermal	5
3. Kulit	5
4. Gel	6
5. Carbomer	7
6. <i>Transethosome</i>	8
7. <i>Rheologi</i>	8
8. Stabilitas Fisik Gel	10
9. Evaluasi Stabilitas Fisik Gel	10
10. Monografi Bahan	11
B. Kerangka Berfikir	15
C. Hipotesis	16
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Tempat dan Waktu Penelitian	17
1. Tempat Penelitian	17
2. Waktu Penelitian	17
B. Pola Penelitian	17
C. Cara Penelitian	17
1. Alat dan Bahan Penelitian	17
2. Pembuatan <i>Transethosome</i> Mengandung Kurkumin	18
3. Pembuatan Gel <i>Transethosome</i> Kurkumin	18
4. Evaluasi <i>Transethosome</i> Kurkumin	19
5. Evaluasi Stabilitas Fisik	19
6. Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
A. Pembuatan <i>Transethosome</i> Kurkumin	22
B. Evaluasi <i>Transethosome</i> Kurkumin	22
1. Pungujian Efisiensi Penjerapan Kurkumin	22
2. Pengukuran PSA ( <i>Particle Size Analysis</i> )	23
C. Pembuatan Gel <i>Transethosome</i> Kurkumin	24
D. Evaluasi Sediaan Gel <i>Transethosome</i> Kurkumin	25

E. Uji Viskositas dan Sifat Alir	26
F. Uji pH	31
G. Uji Homogenitas	32
H. Uji Pemisahan	33
BAB V    SIMPULAN DAN SARAN	35
A. Simpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Formula <i>Transethosome</i> Kurkumin	18
Tabel 2. Formulasi Gel <i>Transethosome</i> kurkumin	18
Tabel 3. Hasil Pengukuran PSA	24
Tabel 4. Hasil Pengamatan Organoleptis	25
Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Sediaan Gel <i>Transethosome</i> Kurkumin	33
Tabel 6. Hasil Pengamatan Uji <i>Freeze Thaw</i> Selama 6 Siklus	33



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.	Struktur Kimia Kurkumin	4
Gambar 2.	Struktur Kulit	5
Gambar 3.	Struktur Kimia Carbomer	7
Gambar 4.	Struktur <i>Transethosome</i>	8
Gambar 5.	Struktur Kimia Tween 60	12
Gambar 6.	Struktur Kimia Span 60	12
Gambar 7.	Struktur Kimia Lesitin	13
Gambar 8.	Struktur Kimia Carbomer 934	13
Gambar 9.	Struktur Kimia Trietanolamin	14
Gambar 10.	Struktur Kimia <i>Propylparaben</i>	14
Gambar 11.	Struktur Kimia Metilparaben	15
Gambar 12.	Grafik Penjerapan Kurkumin	22
Gambar 13.	Penampilan Formula Gel 1,2,3, dan 4	25
Gambar 14.	Grafik Viskositas terhadap Waktu	26
Gambar 15.	Grafik pH terhadap Waktu	31





## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran 1.	Perhitungan Efisiensi Penjerapan Kurkumin	40
Lampiran 2.	Data Pengujian pH	41
Lampiran 3.	Data Pengujian Viskositas (mPas)	42
Lampiran 4.	Data Pengujian Sifat Alir	43
Lampiran 5.	Data Pengujian Ukuran Partikel dan Potensial Zeta	63
Lampiran 6.	Hasil Analisis Data Statistik pH	64
Lampiran 7.	Hasil Analisis Data Statistik Viskositas	68
Lampiran 8.	Hasil Analisis Data Statistik Zeta Potensial	71
Lampiran 9.	Hasil Analisis Data Statistik Ukuran Partikel	72
Lampiran 10.	<i>Certificate of Analysis</i> Carbomer 934	73
Lampiran 11.	<i>Certificate of Analysis</i> Span 60	74
Lampiran 12.	<i>Certificate of Analysis</i> Span 60	75
Lampiran 13.	<i>Certificate of Analysis</i> Curcumin	76



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kurkumin merupakan bahan alam yang memiliki banyak keutamaan, serta aman untuk dikonsumsi karena dapat terdegradasi di dalam tubuh. Namun di samping keutamaan-keutamaan tersebut, kurkumin memiliki kekurangan yaitu kelarutannya yang rendah di dalam media air seperti yang telah dinyatakan dalam suatu penelitian bahwa kurkumin tidak ditemukan di dalam darah, namun ditemukan dalam urin karena proses ekskresi kurkumin yang sangat cepat. Selain itu, rendahnya bioavailabilitas dan penyerapan kurkumin dalam lambung, serta waktu pencernaan yang terlalu cepat dalam tubuh menjadi alasan jarangya penggunaan kurkumin sebagai obat, khususnya dalam penggunaan oral (Bambang dkk. 2011). Keterbatasan ini mendorong peneliti melakukan pendekatan alternatif dalam bentuk sediaan topikal gel dengan rute transdermal untuk meningkatkan efikasi kurkumin. Salah satu sistem transdermal yang digunakan adalah *transethosome*.

*Transethosome* adalah pembawa mikropartikel dan vesikel lipid yang didasarkan pada *transfersome* dan *ethosome*. *Transethosome* terdiri dari fosfolipid, air, etanol, dan aktivator tepi (surfaktan) di dalam formula (Nuraini *et al.* 2017). Dikembangkan dalam upaya untuk menggabungkan keuntungan dari *ethosome* dan liposom yang dapat diubah (*transforme*) dalam satu formula untuk menghasilkan *transethosome*. *Transethosome* telah menunjukkan bentuk bulat yang tidak teratur dan nilai-nilai yang lebih tinggi di kedua elastisitas vesikel dan permeasi kulit atau studi penetrasi (Ascenco *et al.* 2015). Dengan mengembangkan formula *transethosome* yaitu untuk meningkatkan penyerapan obat di dalam kulit serta mengurangi pemakaian dosis yang besar sehingga meminimalisir efek samping hepatotoksik, salah satu cara yang digunakan yaitu *transethosome* dibuat dalam penggunaan topikal dalam bentuk sediaan gel.

Gel mempunyai potensi lebih baik sebagai sarana untuk mengelola obat topikal dibandingkan dengan salep, karena gel tidak lengket, memerlukan energi yang tidak besar untuk formulasi, stabil, dan mempunyai estetika yang bagus. Sediaan gel yang baik dapat diperoleh dengan cara memformulasikan beberapa

jenis bahan pembentuk gel, namun yang paling penting untuk diperhatikan adalah penambahan *gelling agent*. Dalam formulasi ini, *gelling agent* merupakan faktor yang dapat mempengaruhi sifat fisika gel yang dihasilkan (Mirhansyah dkk. 2015). Penambahan *gelling agent* yang digunakan adalah *Carbomer 934*. *Carbomer 934* adalah polimer sintetik hasil ikatan silang dari asam akrilik yang digunakan secara luas dalam formula farmasetik cair maupun semisolid yang memiliki fungsi sebagai pengental, pengemulsi dan pensuspensi. Sifatnya mudah mengembang dan mengental dalam air. *Carbomer* memiliki kelebihan diantaranya stabil pada temperatur tinggi, berwarna bening serta pengental yang baik, dan efisien pada konsentrasi rendah dibandingkan dengan pengental alam maupun semi sintetik (Ben dkk. 2013).

Pada penelitian ini, *Carbomer 934* diketahui bahwa memiliki kompatibilitas dan stabilitas tinggi, tidak toksik jika diaplikasikan ke kulit, dan penyebaran di kulit lebih mudah, dibuat dalam konsentrasi 0,5-2.0% (Rowe *et al.* 2009). Semakin tinggi konsentrasi *carbomer* yang digunakan maka semakin tinggi pula viskositasnya. Sedangkan semakin tinggi viskositas maka zat aktif yang keluar dari senyawa obat akan semakin sulit (Madan dan Singh 2010). Basis tersebut merupakan basis yang dapat menghasilkan gel yang bening, mudah larut di dalam air, dan mempunyai ketoksikan yang rendah. Basis *carbomer* mempunyai sifat yang lebih baik dalam hal pelepasan zat aktif dibandingkan dengan gel basis lainnya. Basis gel dapat dibedakan menjadi basis gel hidrofobik dan basis gel hidrofilik. Basis gel hidrofilik (*carbomer*) mempunyai daya sebar pada kulit baik, efeknya mendinginkan tidak menyumbat pori-pori kulit, mudah dicuci dengan air dan pelepasan obatnya baik (Niyaz *et al.* 2011).

## **B. Permasalahan Penelitian**

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimanakah stabilitas fisik gel *transethosome* kurkumin menggunakan *carbomer 934* sebagai *gelling agent*

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui stabilitas fisik gel *transethosome* kurkumin menggunakan *carbomer 934* sebagai *gelling agent*.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi sebagai pengembangan ilmu dalam bidang teknologi farmasi berkaitan dengan stabilitas fisik gel *transethosome*.



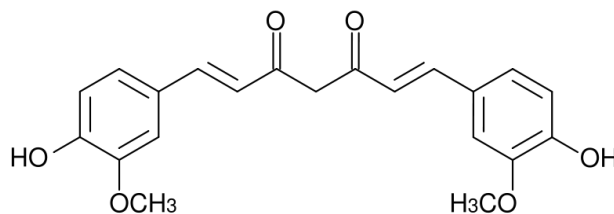
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Landasan Teori

##### 1. Kurkumin

Kurkumin merupakan senyawa turunan fenol yang terdapat pada kunyit. Adanya gugus fenolik pada senyawa kurkuminoid menyebabkan kurkuminoid mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat (Bambang dkk. 2011). Kurkumin adalah pigmen berwarna kuning. Pada isolasi senyawa murni, kurkumin berbentuk bubuk kristalin dengan titik leleh 180°C – 183°C (Campbell *et al.* 2011). Kelarutan kurkumin sangat rendah dalam air dan eter, namun larut dalam pelarut organik seperti etanol dan asam asetat glasial. Kurkumin stabil pada suasana asam, tidak stabil pada kondisi basa dan adanya cahaya. Pada kondisi basa dengan pH diatas 7,45, 90% kurkumin terdegradasi membentuk produk samping berupa trans-6- (4'-hidroksi-3'-metoksifenil) -2,4- diokso-5-heksenal (mayoritas), vanilin, asam ferulat dan feruloil metan. Sementara dengan adanya cahaya, kurkumin terdegradasi menjadi vanilin, asam vanilat, aldehyd ferulat, asam ferulat dan 4-vinilguaiakol (Muffidah, 2015). Kurkumin mengalami degradasi di bawah kondisi asam, basa, pengoksidasian, dan pencahayaan. Kurkumin terdegradasi apabila terkena cahaya *ultraviolet* dan *daylight*. Perlakuan pemanasan berupa pendidihan menyebabkan penurunan kandungan kurkumin mengalami penurunan sebesar 32%. Kurkumin diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan, anti inflamatori, antikarsinogenik, antibakteri, dan antifungi. Kurkumin juga mampu menurunkan kadar kolesterol, mengatasi masalah sirkulasi tubuh, dan membersihkan darah (Bambang dkk. 2011).



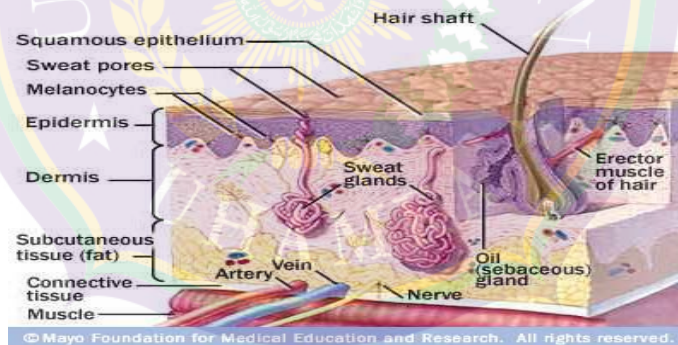
**Gambar 1 Struktur Kimia Kurkumin**

## 2. Transdermal

Sediaan transdermal merupakan salah satu alternatif rute pemberian yang sudah banyak mengalami perkembangan. Berbagai obat dalam sediaan transdermal banyak beredar di pasaran diantaranya sediaan gel, krim, *patch* dan bentuk lainnya. Sediaan *patch* transdermal seperti klonidin, fentanil, lidokain, nikotin, nitroglicerin, skopolamin, estradiol, testosteron, dan oksibutinin peredarannya di Amerika Serikat hingga mencapai 3 milyar USD. Penggunaan transdermal dapat mencegah *first pass effect* di hati, mengurangi efek samping dari obat daripada sediaan oral. Sediaan transdermal merupakan suatu sediaan yang mampu menghantarkan obat masuk ke dalam tubuh melalui kulit untuk memberikan efek sistemik (Pathan dan Setty 2009).

## 3. Kulit

Kulit merupakan lapisan pelindung tubuh dan berbagai macam gangguan dan lingkungan. Secara histologis, kompartemen kulit terdiri dari epidermis, dermis, dan hipodermis. Secara struktural dan fungsional lapisan epidermis dan dermis dipisahkan oleh membran basal (Menon *et al.* 2011).



**Gambar 2 Struktur Kulit**

### a. Lapisan Epidermis

Epidermis sebagian besar tersusun atas keratinosit, sebagian kecil melanosit dan sel dendritik seperti sel langerhans. Pada lapisan epidermis bernukleus terdapat serabut saraf yang memasok impuls. Terdapat tiga lapisan yaitu stratum basal (stem sel maupun posmitotik, terdapat sel perantara yang disebut *transiently amplifying cells*, stratum spinosum (lapisan keringat), stratum granulosum, dan stratum korneum (Menon *et al.* 2011).

## b. Lapisan Dermis

Lapisan dermis terletak di bawah lapisan epidermis tersusun atas struktur kolagen, folikel rambut, kelenjar sebacea, kelenjar apokrin, kelenjar ekrin, pembuluh kapiler, pembuluh linifatik, dan pembuluh saraf. Sel utama pada lapisan ini adalah sel fibroblas, yang akan menghasilkan kolagen (70-80%) untuk kekenyalan, elastin (1-3%) untuk elastisitas, dan proteoglikan untuk kelembaban. Kolagen pada kulit merupakan kolagen tipe I dan tipe III yang membentuk struktur horizontal di dermis. diselingi oleh serat elastin. Serat oksitalan adalah serat elastin yang ditemukan di papilla dermis membentuk struktur tegak lutus hingga ke permukaan kulit. Proteoglikan terutama asam hialuronat merupakan substansi amorf di sekelilingnya terdapat serat kolagen dan serat elastin (Scott dan Bennion 2011).

Dengan bertambahnya usia serabut-serabut kolagen menebal dan sintesisnya berkurang sedangkan serabut elastin jumlahnya terus meningkat dan menebal. Pada usia lanjut serabut kolagen saline bersilang dalam jumlah besar dan serabut elastin berkurang menyebabkan kulit terjadi kehilangan kelemasan dan tampak keriput. Fungsi lapisan dermis ini adalah sebagai regulasi suhu melalui pembuluh darah dan keringat. proteksi mekanis oleh serat kolagen dan asam hialuronat. Serat sensoris yang diatur oleh persyarafan kulit (Scott dan Bennion 2011).

## c. Lapisan Subkutis

Subkutis merupakan lapisan dibawah dermis atau hipodermis yang terdiri dari lapisan lemak. Terdapat jaringan ikat yang menghubungkan kulit secara longgar dengan jaringan dibawahnya. Fungsi lapisan subkutis untuk melekatnya struktur dasar, isolasi panas, cadangan kalori, kontrol bentuk tubuh dan *mechanical shock absorber* (Perdanakusuma 2007).

## 4. Gel

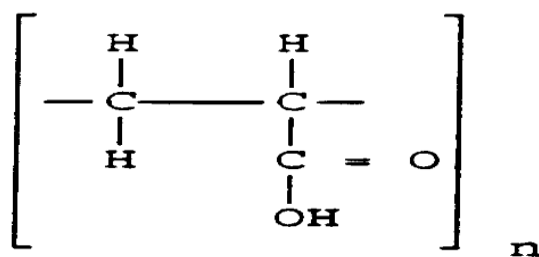
Menurut Farmakope edisi V tahun 2014 gel merupakan sistem semipadat terdiri dari suspensi yang dibuat dari partikel anorganik yang kecil atau molekul organik yang besar dan terpenetrasi oleh suatu cairan. Gel dapat membentuk fase tiksotropik. Gel fase tunggal terdiri dari makromolekul organik yang tersebar serba sama dalam suatu cairan, sehingga tidak terlihat adanya ikatan antara

molekul makro yang terdispersi dari cairan. Gel fase tunggal dapat dibuat dari makromolekul sintetik (misalnya karbomer) atau dari gom alam (misalnya tragakan).

Sediaan dalam bentuk gel mempunyai kelebihan dibandingkan sediaan krim dan salep yaitu dapat bertahan dalam waktu lama, memiliki penampilan yang baik, dan mampu memberikan kecepatan tinggi dalam melepaskan obat dan absorpsi pada pengobatan kulit.

## 5. Carbomer

*Carbomer* merupakan basis polimer sintetik turunan carbopol dengan BM tinggi. Konsentrasi yang digunakan dalam sediaan gel yaitu dalam rentang 0,5-2,0%. Warna *carbomer* putih, higroskopis, memiliki sedikit karakteristik, dan bau khas. *Carbomer* bersifat asam dan terdispersi dalam air sehingga sebelum digunakan perlu dinetralkan terlebih dahulu dengan penambahan basa atau agen alkali yaitu trietanolamin (TEA). Tipe basis *carbomer* memang cukup banyak, namun pada formulasi sediaan gel ini digunakan basis *carbomer 934* karena memiliki efektivitas yang tinggi untuk memberikan viskositas yang baik pada gel. Dalam temperatur ruang, *carbomer* dapat stabil dalam jangka waktu lama dan akan tetap stabil atau mengalami perubahan tak berarti apabila ada penambahan senyawa antioksidan dalam formulasi. Perbedaan *carbomer 934* dan *carbomer 940* terletak pada viskositas. Pada konsentrasi 0,5% *carbomer 940* memiliki viskositas 40.000-60.000 mPas, sedangkan *carbomer 934* memiliki viskositas 30.500-39.400 mPas (Rowe *et al*, 2009). Semakin besar viskositas gel maka akan mempengaruhi sifat fisik gel yang akan menyebabkan peningkatan viskositas gel, daya lekat, dan akan menurunkan daya sebar gel. Semakin besar viskositas gel maka pelepasan obat semakin lambat (Martin *et al*, 1993).



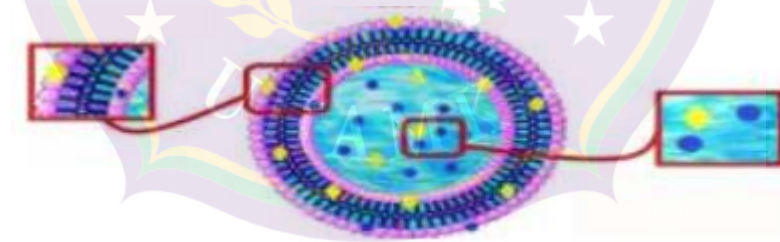
Gambar 3 Struktur Kimia Carbomer (Rowe *et al*. 2009)



## 6. *Transethosome*

*Transethosome* adalah pembawa mikropartikel dan vesikel lipid yang didasarkan pada *transfersome* dan *ethosome*. *Transethosome* terdiri dari fosfolipid, air, etanol, dan aktivator tepi (surfaktan) di dalam formula. Dikembangkan dalam upaya untuk menggabungkan keuntungan dari *ethosome* dan liposom yang dapat diubah (*transforme*) dalam satu formula untuk menghasilkan *transethosome*. *Transethosome* telah menunjukkan bentuk bulat yang tidak teratur dan nilai-nilai yang lebih tinggi di kedua elastisitas vesikel dan permeasi kulit atau studi penetrasi. Dengan mengembangkan formula *transethosome* yaitu untuk meningkatkan penyerapan obat didalam kulit serta mengurangi pemakaian dosis yang besar (Gondkar *et al.* 2017).

Keuntungan *Transetosome* yaitu dapat dibuat dalam bentuk setengah padat, permeasi obat ditingkatkan melalui kulit untuk pengiriman obat transdermal, penghindaran metabolisme pertama. Sedangkan kerugian *Transethosome* yaitu bisa mengiritasi kulit atau reaksi alergi pada dermatitis kontak, kehilangan produk selama transfer dari media alkohol dan air yang digunakan, dan pembentukan vesikel yang tidak berhasil menyatu dengan transetosome (Gondkar *et al.* 2017).



**Gambar 4 Struktur *Transethosome*** (Gondkar *et al.* 2017)

## 7. Rheologi

Viskositas adalah suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir, makin tinggi viskositas, makin besar tahananannya. Penggolongan bahan menurut tipe aliran dan deformasinya adalah sistem Newton dan sistem non-Newton. Pemilihan bergantung pada sifat alirannya apakah sesuai dengan hukum aliran Newton atau tidak (Martin *et al.* 1993).

### a. Sistem Newton

Perbedaan kecepatan ( $dv$ ) antara dua bidang cairan dipisahkan oleh suatu jarak yang kecil sekali ( $dr$ ) adalah perbedaan kecepatan atau *rate of shear*,  $dv/dr$ . Gaya persatuan luas  $F'/A$  diperlukan untuk menyebabkan aliran ini disebut *shearing stress*. Makin besar viskositas suatu cairan, akan makin besar pula gaya per satuan luas (*shearing stress*) yang diperlukan untuk menghasilkan suatu *rate of shear* tertentu. Oleh karena itu, *rate of shear* harus berbanding langsung dengan *shearing stress* (Martin *et al.* 1993).

### b. Sistem Non-Newton

*Non-Newtonian bodies* adalah zat-zat yang tidak mengikuti persamaan aliran newton, contohnya *disperse* heterogen cairan dan padatan seperti larutan koloid, emulsi, suspensi cair, salep, dan produk-produk serupa masuk dalam kelas ini. Jika bahan-bahan non-Newtonian dianalisis dalam suatu viscometer putar dan hasilnya diplot, diperoleh berbagai kurva konsentrasi yang menggambarkan adanya tiga kelas aliran yakni : *plastis*, *pseudoplastis*, dan *dilatan*.

Thiksotropi adalah suatu pemulihan isotherm dan lambat pada pendiaman suatu bahan yang kehilangan konsistensinya karena *shearing*. Thiksotropi hanya bisa diterapkan untuk *shear-thinning system* (*plastis* dan *pseudoplastis*). Sistem thiksotropi biasanya mengandung partikel-partikel asimetris yang melalui berbagai titik hubungan menyusun kerangka tiga dimensi di seluruh sampel tersebut. Pada keadaan diam struktur ini mengakibatkan suatu derajat kekakuan pada sistem tersebut dan menyerupai suatu gel (Martin *et al.* 1993).

Gambar bahan viskoelastis dirancang tidak untuk merusak struktur, sehingga pengukuran dapat memberikan informasi pada gaya antarmolekul dan gaya antar partikel dalam bahan tersebut. Pengukuran viskoelastis berdasarkan pada sifat-sifat mekanis bahan yang memperlihatkan sifat kekentalan cairan dan sifat elastis padatan. Kebanyakan sistem-sistem yang diselidiki dalam bidang farmasi termasuk dalam kelas ini, contoh : krim, salep, *lotion*, *suppositoria*, *suspense*, dispersi koloid, zat pengemulsi, serta zat pensuspensi. Semisolid dianggap menunjukkan karakteristik padatan dan cairan (Martin *et al.* 1993).

## 8. Stabilitas Fisik Gel

Stabilitas merupakan kemampuan suatu produk obat atau kosmetik untuk bertahan dalam spesifikasi yang diterapkan sepanjang periode penyimpanan dan penggunaan, untuk menjamin identitas, kekuatan, kualitas dan kemurnian produk. Sediaan yang stabil adalah masih berada dalam batas yang dapat diterima selama periode waktu penyimpanan dan penggunaan, dengan sifat dan karakteristik sama seperti pada saat dibuat (Kuncari dkk. 2014).

Stabilitas pada sediaan gel dilihat dari sifat gel untuk mempertahankan distribusi halus dan teratur dari fase terdispersi yang terjadi dalam jangka waktu yang panjang. Gel mempunyai kekakuan yang disebabkan oleh jaringan yang saling menganyam dari fase terdispersi yang mengurung dan memegang medium pendispersi. Perubahan dalam temperatur dapat menyebabkan gel tertentu mendapatkan kembali bentuk sol dan bentuk cairnya. Beberapa gel menjadi encer setelah pengocokkan dan kembali menjadi setengah padat atau padat kembali setelah dibiarkan tidak terganggu untuk beberapa waktu tertentu (Kuncari dkk. 2014).

## 9. Evaluasi Stabilitas Fisik Gel

Evaluasi stabilitas fisik gel merupakan kemampuan dari gel untuk mempertahankan sifat fisika. Evaluasi stabilitas fisik gel dilakukan selama 8 minggu dengan pengamatan sekali 1 minggu pada suhu kamar. Pemeriksaan meliputi organoleptis, pengukuran viskositas, pengujian homogenitas, pemeriksaan daya sebar, pengujian *Freeze thaw*, dan distribusi ukuran partikel.

### a. Pengamatan Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan mengamati perubahan-perubahan bentuk, bau dan warna sediaan yang dilakukan secara visual sesudah pembuatan basis. Sediaan biasanya jernih dengan konsistensi setengah padat (Septiani dkk. 2011).

### b. Uji pH

Uji pH adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui pH sediaan. Persyaratan pH sediaan topikal yaitu antara 4,5-6,5. Kesesuaian pH kulit dengan pH sediaan topikal mempengaruhi penerimaan kulit terhadap sediaan. Sediaan

topikal yang ideal adalah tidak mengiritasi kulit. Kemungkinan iritasi kulit akan sangat besar apabila sediaan terlalu asam atau terlalu basa (Ulaen *et al.* 2013).

c. Uji Viskositas

Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui besarnya suatu viskositas dari sediaan, dimana viskositas tersebut menyatakan besarnya tahanan suatu cairan untuk mengalir. Makin tinggi viskositas maka makin besar tahanannya. Viskometer yang dapat digunakan untuk mengukur viskositas sistem newton yaitu viskometer Ostwald. Viskometer yang dapat digunakan untuk menentukan viskositas sistem non newton adalah viskometer yang memiliki kontrol *shearing stress* yang bervariasi. Viskometer *Brookfield DV-E* merupakan viskometer yang dapat digunakan untuk mengukur viskositas sistem non newton. Viskometer *Brookfield DV-E* dapat menentukan tahanan yang dialami oleh suatu silinder berputar yang dicelupkan dalam bahan kental. Nilai viskositas yang baik yaitu 2000-4000 cPs dengan kekentalan tersebut gel mampu menyebar dengan baik dan nyaman untuk pemakaian (Lachman *et al.* 2008).

d. Uji Homogenitas

Pengujian ini dilakukan dengan cara sampel dioleskan pada kaca preparat. Dilihat dari ada tidaknya partikel/zat yang belum tercampur secara merata (Ulaen *et al.* 2013).

e. Uji *Freeze Thaw*

Pengujian dilakukan dengan penyimpanan pada dua temperatur yaitu suhu 4°C dan 40°C. Untuk mengetahui kestabilan sediaan terhadap perbedaan suhu (Ulaen *et al.* 2013)

## 10. Monografi Bahan (Rowe *et al.* 2009)

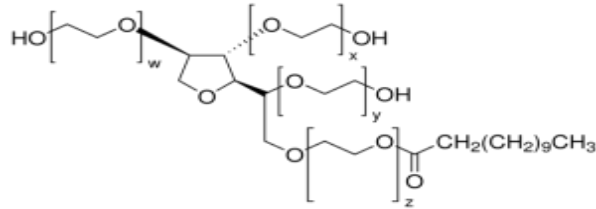
### a. Tween 60

Pemerian : Cairan berwarna kuning, mempunyai bau yang khas dan memberi sensasi hangat pada kulit.

Kelarutan : Larut dalam air, alkohol dioxin, etil asetat dan alkohol.

Keterangan : Tween 60 merupakan salah satu surfaktan non ionik yang pemerianannya berupa larutan minyak berwarna kuning, memiliki nilai HLB 15. Polisorbat biasa digunakan dalam kosmetik, produk

makanan, formulasi oral, parenteral dan topikal serta umumnya dianggap sebagai material yang tidak toksik dan tidak mengiritasi.



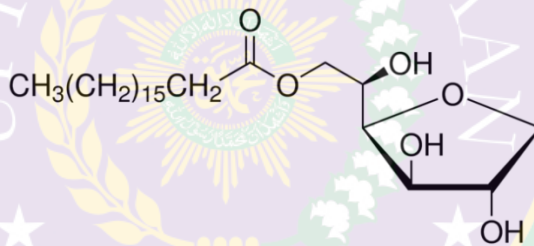
**Gambar 5 Struktur Kimia Tween 60**

### b. Span 60

Pemerian : Cairan berwarna kuning

Kelarutan : Larut dalam minyak, pelarut organik, tidak larut dalam air

Keterangan : Span 60 merupakan salah satu golongan surfaktan non ionik yang pemerriannya berupa cairan berwarna kuning dengan nilai HLB 4,7.



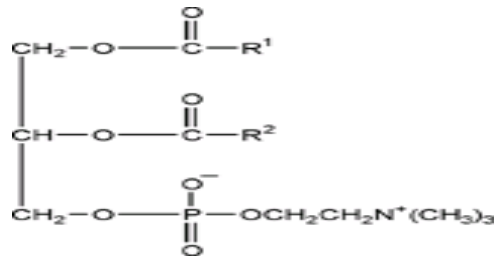
**Gambar 6 Struktur Kimia Span 60**

### c. Lesitin

Pemerian : Serbuk berwarna kuning.

Kelarutan : Larut dalam hidrokarbon aromatik, minyak mineral, asam lemak, tidak larut dalam air, pelarut polar, dan minyak hewan.

Keterangan : Lesitin harus disimpan pada wadah tertutup rapat, terlindung dari cahaya dan oksida. Diletakkan pada suhu *subfreezing*. Berfungsi sebagai pengemulsi.



**Gambar 7 Struktur Kimia Lesitin**

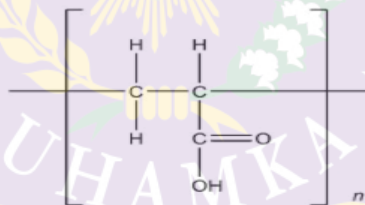
**d. Carbomer 934**

Pemerian : Serbuk berwarna putih, bersifat asam, higroskopik dengan bau yang khas.

Kelarutan : Mengembang di dalam air dan gliserin, setelah dinetralisir dalam etanol (95%). Pada dasarnya *carbomer* tidak dapat larut, akan tetapi hanya mengembang sampai batas yang tidak ditemukan karena merupakan *crosslinked microgel* bentuk tiga dimensi.

Keterangan : *Carbomer* harus disimpan didalam wadah kaca yang kedap udara, tahan korosi, dan terlindung dari kelembaban. Berfungsi sebagai *gelling agent*, *suspending agent*, dan pelepasan terkontrol.

Penggunaan : Sebagai *gelling agent* 0,5 – 2 %.



**Gambar 8 Struktur Kimia Carbomer 934**

**e. Trietanolamin (TEA)**

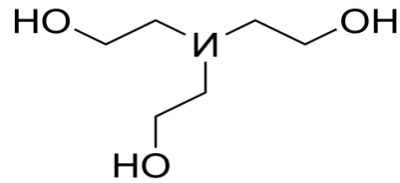
Pemerian : Cairan kental, tidak berwarna hingga kuning pucat, berbau lemah mirip amoniak, dan bersifat hidroskopis.

Kelarutan : Mudah larut dalam air, dan dalam etanol.

BM : 149,19

Keterangan : Trietanolamin digunakan dalam sediaan gel sebagai *neutralizer* dan pembentuk semi padat.

Penggunaan : *Alkalizing Agent*, *emulsifying agent*



**Gambar 9 Struktur Kimia Trietanolamin**

**f. Propil Paraben (Nipasol)**

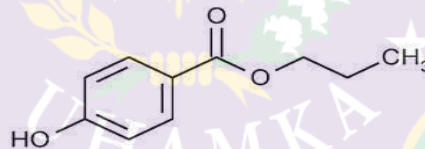
Pemerian : Serbuk kristal putih, tidak berbau, dan tidak berasa.

Kelarutan : Mudah larut dalam etanol dan propilenglikol, sangat sukar larut dalam air.

BM : 180,20

Penggunaan : Konservatif antimikroba untuk sediaan topikal 0,01 – 0,6 %.

Keterangan : Aktivitas antifungi berkurang dengan adanya surfaktan non ionik seperti polisorbat 60, tetapi propilen glikol terbukti dapat meningkatkan aktivitas anti mikroba dari *derivative* paraben. Propilen glikol 10% terbukti akan meningkatkan kelarutan paraben dalam air, serta dapat meningkatkan efektivitas paraben terhadap jamur dan ragi.



**Gambar 10 Struktur Kimia Propylparaben**

**g. Methyl Paraben (Nipagin)**

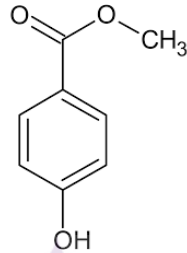
Pemerian : Kristal tidak berwarna atau putih, tidak berbau atau hampir tidak berbau, rasa seperti terbakar.

Kelarutan : Mudah larut dalam etanol, sukar larut dalam air, dan larut dalam 5 bagian propilenglikol.

BM : 152,15

Penggunaan : Konservatif antimikroba untuk sediaan topikal 0,02 – 0,3 %.

Keterangan : Metil paraben tidak cocok dengan bahan bentonite, magnesium trisilikat, tragacanth, natrium alginate, minyak esensial dan sorbitol. Metil paraben berubah warna dengan adanya besi dan tunduk hidrolisis dengan basa lemah dan asam kuat.



**Gambar 11 Struktur Kimia Metilparaben**

#### **h. Propilenglycol**

Pemerian : Cairan kental, bening tidak berwarna, tidak berbau, rasa sedikit pedas seperti gliserin.

Kelarutan : Larut dalam air, aseton, kloroform dan etanol 95%; larut dalam 6 bagian eter, dan tidak larut dalam minyak.

BM : 76,09

Penggunaan : Sebagai humektan 15%.

#### **B. Kerangka Berpikir**

Kurkumin memiliki kemampuan dalam pengobatan, tetapi memiliki kelarutan yang rendah dalam sediaan air. Keterbatasan ini dimanfaatkan untuk membuat dalam bentuk sediaan topikal gel dengan rute transdermal. Salah satu sistem transdermal yang digunakan adalah *transethosome*. *Transethosome* untuk meningkatkan penyerapan obat didalam kulit serta mengurangi pemakaian dosis yang besar sehingga meminimalisir efek samping, dengan penambahan *gelling agent carbomer 934* karena stabilitas tinggi, tidak toksik jika diaplikasikan ke kulit, dan penyebaran di kulit lebih mudah, dibuat dalam konsentrasi 0,5%, 0,75%, 1%, dan 1,25%. Sehingga diharapkan dari keempat formulasi ini terdapat stabilitas fisik yang baik.



### C. Hipotesis

Penggunaan *gelling agent carbomer 934* pada sediaan gel *transethosome* kurkumin dapat menghasilkan sediaan gel *transethosome* kurkumin yang stabil secara fisik.



## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Farmasi Fisika, Laboratorium Instrumen, dan Laboratorium Analisa Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.

##### **2. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan mulai dari bulan Juli - Desember 2018.

#### **B. Pola Penelitian**

1. Persiapan Alat dan Pengumpulan Bahan
2. Pembuatan *Transethosome* Mengandung Kurkumin
3. Pembuatan Gel *Transethosome* Kurkumin
4. Evaluasi *Transethosome* Kurkumin
  - a. Efisiensi Penjerapan Kurkumin
  - b. Distribusi Ukuran Partikel (*PSA*)
5. Evaluasi Sediaan
  - a. Uji Organoleptis
  - b. Uji Viskositas
  - c. Pengukuran pH
  - d. Uji Homogenitas
  - e. Uji Pemisahan
    - 1) Cara *Freeze Thaw*
    - 2) Cara Sentrifugasi

#### **C. Cara Penelitian**

##### **1. Alat dan Bahan**

###### **a. Alat**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Timbangan Analitik (Precisa®), alat-alat gelas (Pyrex®), *Homogenizer*, *Particel Size Analyzer*, Spektrofotometer Uv – Vis, Sentrifugasi, pH meter, *Viscometer rhion* (Rion ViscometerVT04F®), *Magnetic stirrer* (MS-H-Pro), kaca preparat.

## b. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kurkumin (XI'AN XIAOCAO BOTANICAL DEVELOPMENT CO.,LTD), Lesitin, Tween 60 (CRODA), Span 60 (CRODA), Etanol, Metanol, *Carbomer* 934 (CRODA), TEA, dan *Aquadest*.

## 2. Pembuatan *Transethosome* Mengandung Kurkumin

**Tabel 1 Formula *Transethosome* Kurkumin**

Bahan	Formula (%)	Fungsi Bahan
Kurkumin	4	Zat aktif
Lesitin	10	Fosfolipid
Tween 60	2,5	Surfaktan
Span 60	2,5	Surfaktan
Etanol	30	Meningkatkan penetrasi
<i>Aquadest</i>	100	Pelarut

*Transethosome* kurkumin dibuat dengan menggunakan metode dingin dan dengan kondisi gelap. Kurkumin didispersikan pada Etanol (M1). Lesitin ditambahkan Span 60 dan Tween 60 diaduk pada suhu 30°C (M2). M1 ditambahkan kedalam M2 kemudian dihomogenkan dengan pengaduk magnetik dengan kecepatan 1.400 rpm selama 60 menit, Kemudian ditambahkan *aquadest* kedalam sistem sedikit demi sedikit dalam aliran yang konstan, hingga terbentuk suspensi vesikel *transethosome* kurkumin (Ibrahim *et al.* 2016).

## 3. Pembuatan Gel *Transethosome* Kurkumin

**Tabel 2 Formulasi Gel *Transethosome* Kurkumin**

Bahan	F1	F2	F3	F4	Fungsi
<i>Transethosome</i> Kurkumin	5	5	5	5	Zat Aktif
<i>Carbomer</i> 934	0,5	1	1,5	2	Pembentuk Gel
Trietanolamin	0,1	0,1	0,1	0,1	Penetrasi
Metil paraben	0,18	0,18	0,18	0,18	Pengawet
Popil paraben	0,02	0,02	0,02	0,02	Pengawet
<i>Aquadest</i>	100	100	100	100	Pelarut

Gel *Transethosome* kurkumin dibuat dengan mendispersikan *carbomer* didalam larutan air yang mengandung TEA 0,1% selama 24 jam. Dihomogenkan menggunakan *homogenizer* dengan kecepatan 1500 rpm hingga terbentuk basis

gel yang kental. Setelah terbentuk massa gel, suspensi *transethosome* ditambahkan sedikit demi sedikit kedalam formula gel. Kemudian dihomogenkan menggunakan *homogenizer* dengan kecepatan pengadukan 500 rpm selama 15 menit (Garg *et al.* 2012).

#### 4. Evaluasi *Transethosome* Kurkumin

##### a. Penentuan Efisiensi Penjerapan Kurkumin

Efisiensi penjerapan dilakukan dengan metode ultrasentrifugasi untuk memisahkan kurkumin yang terjerap dan tidak terjerap dalam *Transethosome*. *Transethosome* ditempatkan pada tabung sentrifugasi dengan kecepatan 12000 rpm selama 60 menit. Diambil seperempatnya untuk mengukur kadar kurkumin yang terjerap dalam *vesikel Transethosome*. Sejumlah 1 mL diencerkan dengan metanol hingga 10 mL, kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang 427,2 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Patel R *et al.* 2009).

$$\% \text{ efisiensi penjerapan} = \left( \frac{TD-FD}{TD} \right) \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

TD : Jumlah kurkumin yang ditambahkan

FD : Jumlah Kurkumin yang terdeteksi

##### b. Distribusi Ukuran Partikel

Distribusi ukuran partikel diukur dengan menggunakan *Particle Size Analyzer* berupa *Laser Light Scattring*. Metode *Laser Light Scattring* menggunakan mekanisme difraksi cahaya, difusi cahaya, atau gabungan keduanya. Kisaran ukuran partikel yang dapat dianalisis yaitu dengan diameter 10 nm – 1 mm. Metode ini lebih sederhana dan sangat efisien (Williams dan Vaughn 2007).

#### 5. Evaluasi Stabilitas Fisik

Evaluasi stabilitas fisik sediaan gel dilakukan dengan beberapa parameter fisika yaitu pengukuran viskositas, pengujian organoleptis, pengukuran pH, daya sebar, homogenitas, distribusi ukuran partikel, dan pengujian *freeze thaw*.

##### a. Pengujian Organoleptis

Pengamatan Organoleptis dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu. Dengan mengamati perubahan-perubahan bentuk, bau dan warna sediaan yang dilakukan secara visual sesudah pembuatan basis. Sediaan biasanya jernih dengan konsistensi setengah padat (Septiani dkk. 2011).

b. Pengukuran pH

Pengukuran pH menggunakan indikator pH meter yang dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu pada suhu kamar, dengan cara elektroda dicuci dan dibilas dengan air suling, keringkan menggunakan *tissue*. Lalu dikalibrasi alat dengan menggunakan larutan dapar standar pH 4 dan pH 7. Kemudian elektroda dimasukkan ke dalam mikroemulsi, catat pHnya dan lakukan berulang sebanyak tiga kali.

c. Pengukuran Viskositas

Pengukuran dilakukan dengan viskometer Brookfield, dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu. Gel *transethosome* dituang ke dalam wadah *beaker glass*, selanjutnya dipasang *spindle* no 5. Kemudian *spindle* diturunkan ke dalam sediaan hingga batas yang ditentukan. Pengukuran dilakukan dengan viskometer Brookfield dengan kecepatan diatur mulai 5, 10, 20, 50, 100 rpm, lalu dibalik dari 100, 50, 20, 10, dan 5 rpm. Data yang diperoleh diplotkan terhadap tekanan geser (dyne/cm<sup>2</sup>) dan kecepatan geser (/sec). Pemeriksaan viskositas dilakukan setiap 2 minggu sekali selama 8 minggu pada suhu kamar (Sugiyati 2015).

d. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 8 minggu. Dengan cara sampel gel dioleskan pada sekeping kaca atau bahan transparan lain yang cocok, sediaan harus menunjukkan susunan yang homogen dan tidak terlihat adanya butiran kasar (Ditjen POM 1985).

e. Uji Pemisahan Fase

1) Cara *Freeze Thaw*

Pemisahan fase dengan metode *Freeze Thaw* dilakukan dengan penyimpanan 4°C dilanjutkan dengan penyimpanan pada suhu 40°C. Amati perubahan organoleptis, selama 8 minggu. 1 siklusnya disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam, lalu dipindahkan ke oven suhu 40°C selama 24 jam. Diamati perubahan fisik yang terjadi (Pathan dan Setty 2009).

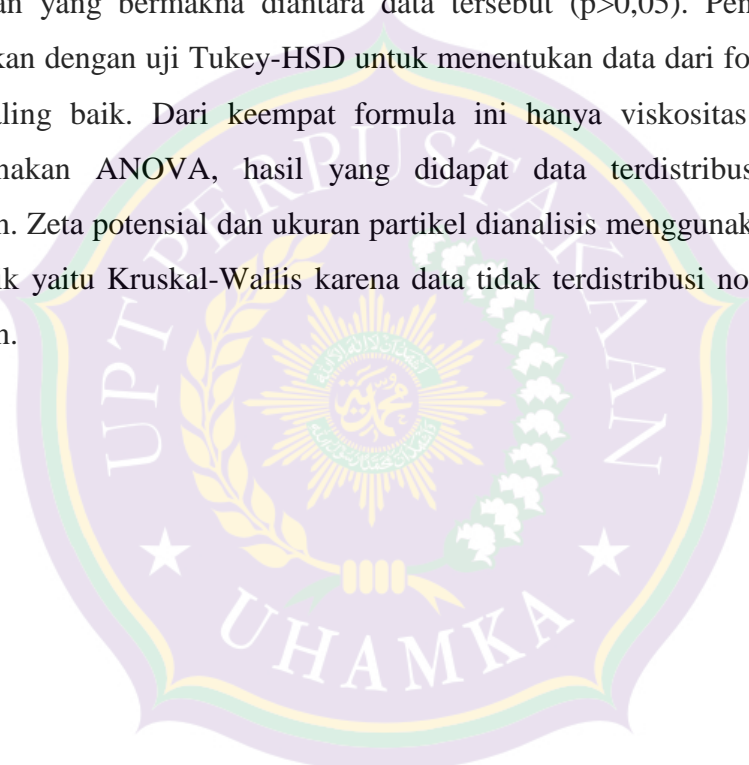
2) Cara Sentrifugasi

Gel *transethosome* kurkumin dimasukkan dalam tabung sentrifugasi kemudian dilakukan pengocokkan atau sentrifugasi dalam kecepatan 3750 rpm

selama 5 jam, amati perubahan yang terjadi ada atau tidaknya pemisahan pada sediaan.

## 6. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian stabilitas fisik dengan parameter nilai adalah viskositas, pH, zeta potensial, dan ukuran partikel dari masing-masing formula. Pertama akan dianalisis menggunakan uji Kormograv-Smirnov untuk menentukan data terdistribusi normal atau tidak dan kemudian dilanjutkan dengan uji homogenitas. Jika data terdistribusi normal maka data tersebut dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA dua arah untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang bermakna diantara data tersebut ( $p > 0,05$ ). Pengujian statistik dilanjutkan dengan uji Tukey-HSD untuk menentukan data dari formula manakah yang paling baik. Dari keempat formula ini hanya viskositas dan pH yang menggunakan ANOVA, hasil yang didapat data terdistribusi normal dan homogen. Zeta potensial dan ukuran partikel dianalisis menggunakan statistik non parametik yaitu Kruskal-Wallis karena data tidak terdistribusi normal, dan tidak homogen.



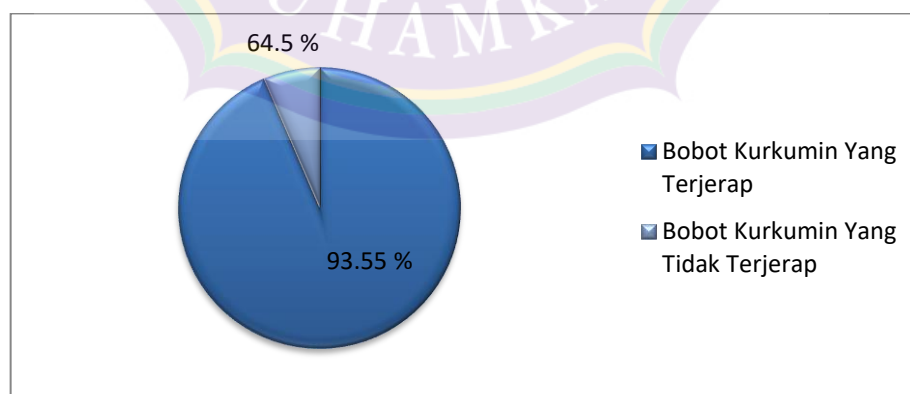
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pembuatan *Transethosome* Kurkumin

*Transetosome* kurkumin dibuat dengan menggunakan metode dingin. Metode ini dipilih karena mudah dan telah banyak digunakan. Pertama kurkumin dilarutkan dengan etanol di dalam cawan supaya larut sempurna sebagai M1. Lesitin ditambahkan tween 60, dan span 60 sebagai M2. Lesitin berfungsi sebagai fosfolipid, sedangkan tween 60 dan span 60 berfungsi sebagai surfaktan nanionik. Surfaktan nanionik lebih baik dibanding surfaktan anionik. Surfaktan nanionik tidak bermuatan negatif, dan tersebar luas dalam penggunaan, karena dapat menyeimbangkan kerja molekul hidrofil dan lipofil. Sedangkan surfaktan anionik bermuatan negatif, dapat mengiritasi, dan menimbulkan rasa yang tidak menyenangkan (Tungadi, 2014), kemudian di homogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1400 rpm selama 60 menit. Ditetaskan *aquadest* sedikit demi sedikit yang berfungsi sebagai pelarut hingga terbentuk suspensi vesikel *transethosome* kurkumin. Secara organoleptis *transethosome* berbentuk suspensi, dengan bau yang khas, warna oranye yang khas dari kurkumin.

### B. Evaluasi *Transethosome* Kurkumin

#### 1. Pengujian Efisiensi Penjerapan Kurkumin



**Gambar 12 Grafik Penjerapan Kurkumin**

Terdapat korelasi antara efisiensi penjerapan dengan pelepasan obat, efisiensi penjerapan yang tinggi akan meningkatkan pelepasan obat yang baik

(Sonaje *et al.* 2007). Kurkumin yang terjerap ditentukan dengan metode langsung yaitu mengukur jumlah kurkumin yang terjerap dalam fase lemak. Berdasarkan perhitungan yang didapat, kurkumin yang terenkapsulasi pada formula *transethosome* kurkumin sebanyak 93,55 %. Hal ini disebabkan oleh kurkumin dalam fase lemak larut sempurna sehingga sebagian kurkumin terjerap. Menurut Parhi dan Suresh (2010), efisiensi penjerapan dipengaruhi oleh kelarutan senyawa bioaktif di dalam lemak cair. Apabila tidak larut sempurna dalam lemak cair, maka sebagian senyawa bioaktif akan terlepas dari matriks lemak dan terlarut dalam media pendispersi yang distabilkan oleh pengemulsi.

## **2. Pengukuran PSA (*Particle Size Analysis*)**

Pengukuran distribusi ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan potensial zeta dilakukan menggunakan alat *Particel Size Analyzer* (PSA). Alat ini bekerja dengan menembakkan cahaya pada partikel. Suatu partikel dalam sistem dispersi memiliki suatu gerakan acak yang disebut gerak Brown. Intensitas pergerakan partikel yang ditembak oleh cahaya tersebut akan menghasilkan suatu hamburan, dan diinterpretasikan sebagai ukuran partikel (Malvern, 2011).

Nilai zeta potensial menunjukkan muatan partikel (Mujamilah dan Sulungbudi, 2013). Muatan partikel yang berdekatan menyebabkan partikel mengalami kecenderungan agregasi maupun tolak menolak (Vaughn dan Williams, 2007). Menurut Murdock 2008, nilai zeta potensial dari sediaan yang stabil adalah lebih dari +30 mV atau kurang dari -30 mV. Nilai zeta potensial yang baik menunjukkan kekuatan partikel saling tolak menolak semakin kuat, sehingga menghasilkan sediaan yang stabil. Sedangkan nilai zeta potensial yang tidak baik menunjukkan kekuatan partikel saling tolak menolak semakin lemah, sehingga partikel mengalami kecenderungan agregasi dan menyebabkan sediaan yang kurang stabil (Prasetiowati *et al.*, 2018).



**Tabel 3 Hasil Pengukuran PSA**

Formula	Nilai Zeta Potensial		Ukuran Partikel		Indeks Polidispersi	
	Awal (mV)	Akhir (mV)	Awal (nm)	Akhir (nm)	Awal	Akhir
1	-20,33	-34,75	325,1	429,4	0,571	0,571
2	-24,33	-34,75	312,8	429,4	0,571	0,571
3	-20,12	-28,70	371,2	389,0	0,571	0,571
4	-17,95	-26,53	327,6	399,3	0,571	0,571

Hasil yang didapatkan pada pengamatan ini, nilai polidispersi sebesar 0,571 atau diatas 0,3. Hasil nilai polidispersi ini dikatakan besar dan teragregasi, dan ukuran partikel tidak dapat digunakan. Hasil nilai zeta potensial mengalami kenaikan atau perubahan fluktuatif setelah melalui uji stabilitas selama 8 minggu. Fluktuatif adalah kondisi atau keadaan yang tidak stabil, yang menunjukkan gejala tidak tetap, sehingga sediaan dikatakan tidak stabil. Sediaan yang tidak stabil menunjukkan terdapat agregasi molekul dalam sediaan yang dihasilkan (Nanocomposix, 2012).

### **C. Pembuatan Gel *Transethosome* Kurkumin**

Pembuatan gel transethosome kurkumin dibuat dalam bentuk replikasi. Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu eksperimen, dengan kondisi eksperimen yang sama. Replikasi berguna meminimalkan kesalahan eksperimen, replikasi juga bertujuan mempertinggi ketepatan eksperimen. Semakin banyak replikasi dilakukan, semakin tinggi ketepatan eksperimen (Melisa, 2013). Pembuatan gel *transethosome* kurkumin menggunakan *Carbomer 934* sebagai *gelling agent*. *Carbomer 934* memiliki kelebihan di antaranya stabil pada temperatur tinggi, berwarna bening serta pengental yang baik, dan efisien pada konsentrasi rendah dibandingkan dengan pengental alam maupun semi sintetik (Ben dkk. 2013). *Carbomer* didispersikan di dalam *aquadest* selama 24 jam yang berfungsi untuk memaksimalkan hidrasi dan mencapai viskositas, serta kejernihan yang maksimum. Sediaan gel mudah ditumbuhi bakteri atau mikroba karena mengandung 85-95% air, oleh karena itu perlu ditambahkan bahan pengawet pada formula. Metil paraben (nipagin) merupakan bahan pengawet yang lebih baik dibandingkan dengan propil paraben (nipasol) karena kelarutannya yang lebih baik dalam air. Kelarutan metil paraben

dalam air yaitu 1:400 jika dibandingkan dengan propil paraben yaitu 1:2500. Metil paraben dan propil paraben juga berfungsi sebagai antimikroba dan stabil pada sediaan air dengan pH sekitar 3-7. Konsentrasi metil paraben yang digunakan sebagai antimikroba pada sediaan topikal yaitu 0,2-0,3% (Rowe *et al*, 2009). TEA ditambahkan ke dalam carbopol yang telah didispersikan di dalam air dengan tujuan untuk menetralsasi pH carbopol. Sebelum ditambahkan TEA, carbopol yang telah didispersikan di dalam air berada dalam bentuk tidak terionkan dengan pH 3. Ketika dinetralsasi, pH carbopol mengalami peningkatan menjadi pH 6, dan pada kondisi tersebut carbopol menjadi lebih kental. Hal ini disebabkan pada saat penambahan TEA, gugus karboksil dari carbopol akan berubah menjadi COO<sup>-</sup>. Adanya gaya tolak menolak elektrostatis antara gugus karboksil yang telah berubah menjadi COO<sup>-</sup> mengakibatkan carbopol mengembang dan menjadi lebih rigid (Barry, 1983) Pada gel transetosome kurkumin, kurkumin yang dimasukkan sebanyak 5% sebagai bahan zat aktif.

#### D. Evaluasi Sediaan Gel *Transethosome* Kurkumin

##### 1) Pengamatan Organoleptis Sediaan

Hasil pengamatan organoleptis sediaan dapat dilihat pada tabel dan gambar tersebut.

**Tabel 4 Hasil Pengamatan Organoleptis**

Pengamatan	Formula I	Formula II	Formula III	Formula IV
Warna	Berwarna kuning khas kurkumin	Berwarna kuning khas kurkumin	Berwarna kuning khas kurkumin	Berwarna kuning khas kurkumin
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
Bentuk	Semipadat	Semipadat	Semipadat	Semipadat

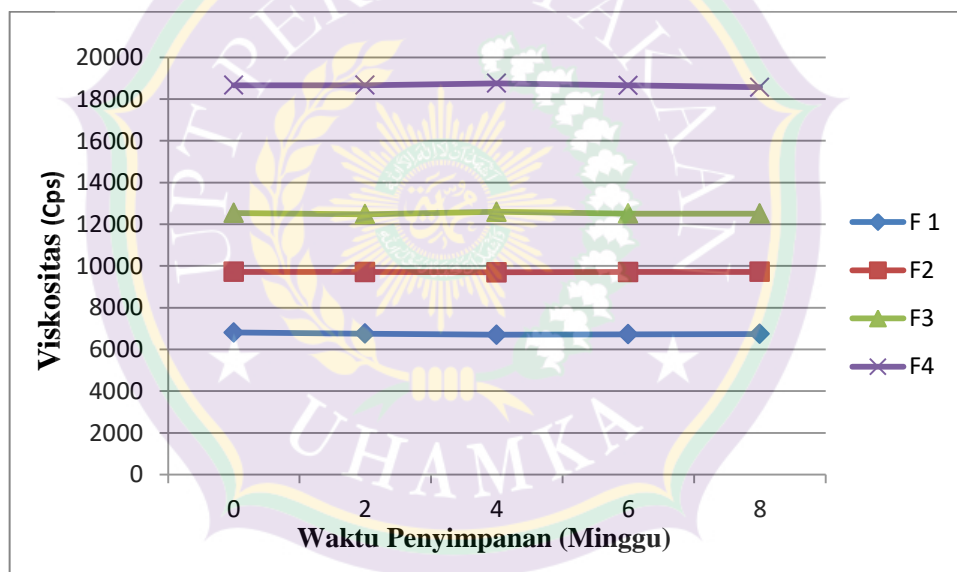


**Gambar 13 Penampilan Formula Gel 1, 2, 3, dan 4**

Pemeriksaan organoleptis dilakukan dengan cara pengamatan langsung bentuk, bau, dan warna. Berdasarkan hasil pengamatan organoleptis yang dilakukan selama 8 minggu terhadap sediaan gel, diketahui bahwa sediaan gel dengan konsentrasi *carbomer* 0,5% ; 0,75% ; 1% ; dan 1,25% tidak mengalami perubahan secara organoleptis, di mana warna yang dihasilkan dari keempat formula berwarna oranye, jernih, dan tidak berbau. Bentuk sediaan gel dengan basis *carbomer* 0,5% dan 0,75% agak encer, 1% agak kental, dan 1% kental. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi konsentrasi *carbomer*, maka semakin kental basis gel yang diperoleh. Sehingga dalam pengamatan secara organoleptis basis yang baik adalah konsentrasi *carbomer* 1,25%.

## E. Uji Viskositas dan Sifat Alir

### 1. Viskositas



Gambar 14 Grafik Viskositas terhadap Waktu

Hasil uji viskositas menunjukkan perbedaan di setiap formulanya, semakin meningkat konsentrasi *carbomer* yang digunakan maka akan semakin tinggi viskositas sediaan gel. Viskositas adalah tahanan dari suatu cairan untuk mengalir, semakin tinggi viskositas maka akan semakin besar tahanannya (Martin, dkk. 1993). Pengujian viskositas gel *transethosome* kurkumin menggunakan alat Viskometer *Brookfield* tipe RV-DVE dengan menggunakan *spindle* nomor 5 dan diamati pada minggu ke 0, 2, 4, 6 dan 8. Hasil nilai viskositas keempat formula

berada pada rentang 6701- 18757 mPas. Terjadi penurunan viskositas berdasarkan literatur yang menyebutkan bahwa *carbomer* 934 memiliki viskositas 40.000-60.000 mPas. Penurunan viskositas dapat disebabkan oleh adanya penurunan pH sediaan, karena viskositas gel *carbomer* sangat dipengaruhi oleh pH. *Carbomer* memiliki viskositas yang sesuai jika berada pada pH 6-11 (Rowe *et al.* 2009).

Hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi  $> 0,05$  dengan taraf kepercayaan 95%, sehingga data terdistribusi normal. Hasil uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi  $> 0,05$  sehingga data homogen. Kemudian dilanjutkan dengan menggunakan ANOVA dua arah. Hasil pengujian ANOVA nilai signifikansi waktu terhadap viskositas  $> 0,05$  yang artinya tidak ada perbedaan bermakna antara waktu terhadap viskositas, atau nilai viskositas tidak dipengaruhi waktu. Hasil pengujian konsentrasi pada formula terhadap viskositas diperoleh nilai signifikansi  $< 0,05$  yang artinya terdapat perbedaan bermakna antara konsentrasi *carbomer* 934 pada formula terhadap viskositas karena semakin tinggi konsentrasi *carbomer* 934, maka semakin besar nilai viskositas sediaan. Pada pengujian menggunakan uji Tukey HSD menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang terjadi pada setiap minggu waktu penyimpanan, namun memberikan perbedaan viskositas yang signifikan antara formula satu dengan formula lainnya.

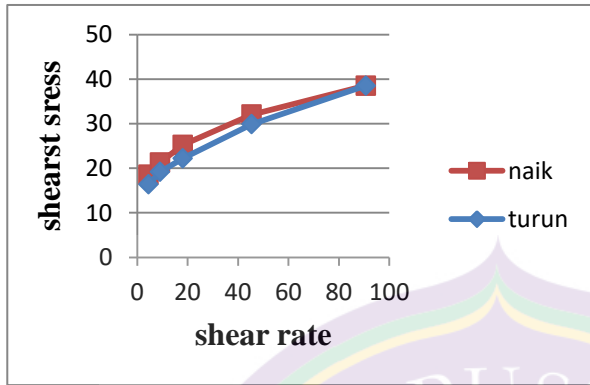
## **2. Sifat Alir**

Sifat alir atau rheologi erat kaitannya dengan viskositas. Viskositas merupakan suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir. Semakin tinggi viskositas, semakin besar tahanannya untuk mengalir. Rheologi adalah ilmu yang mempelajari tentang aliran cairan dan deformasi. Ilmu ini digunakan oleh ahli fisiologi untuk menentukan sirkulasi darah, dan untuk para dokter dipakai untuk menentukan aliran larutan injeksi, sedangkan untuk ahli farmasi digunakan untuk menentukan aliran suatu sediaan misalnya emulsi, suspensi, dan salep (Kosman, 2005). Rheologi juga meliputi pencampuran aliran dari bahan penuangan, pengeluaran tube, atau pelewatan dari jarum suntik. Rheologi dari suatu zat tertentu dapat mempengaruhi penerimaan obat bagi pasien, stabilitas fisik obat, bahkan ketersediaan hayati dalam tubuh. Sehingga viskositas lebih terbukti dapat mempengaruhi laju absorpsi obat dalam tubuh. Penggolongan

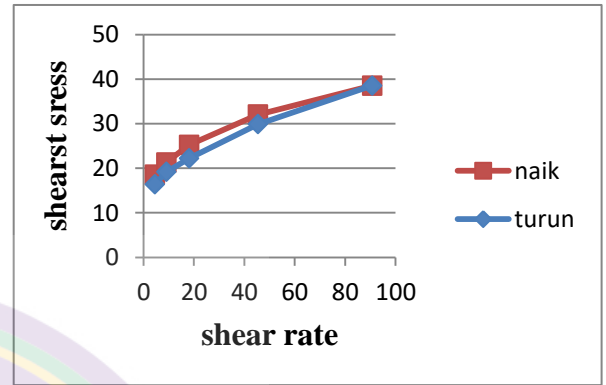
bahan menurut tipe aliran dan deformasi ada dua yaitu sistem newton dan non-newton (Martin, 1993).

**Minggu ke 0**

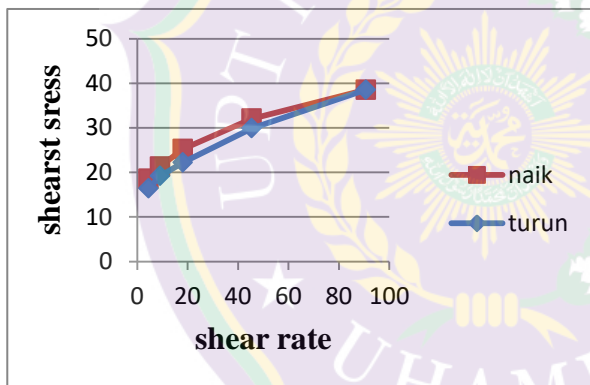
Formula 1



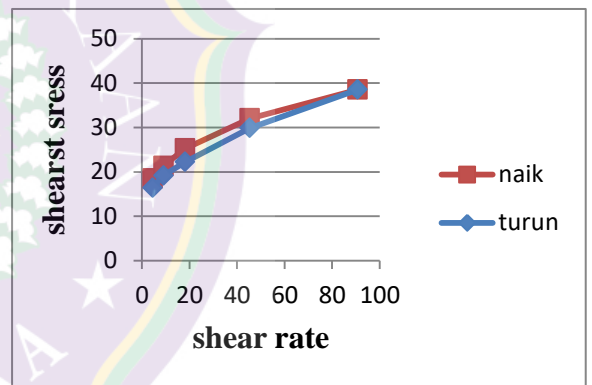
Formula 2



Formula 3

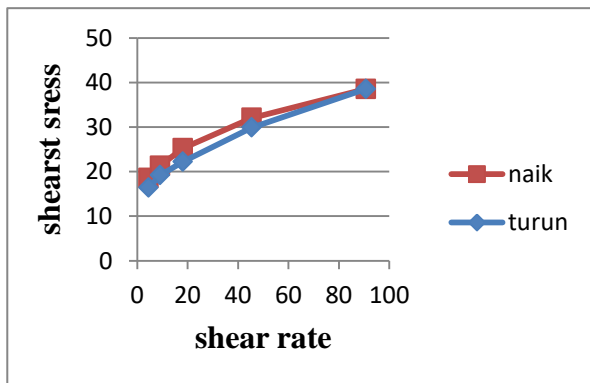


Formula 4

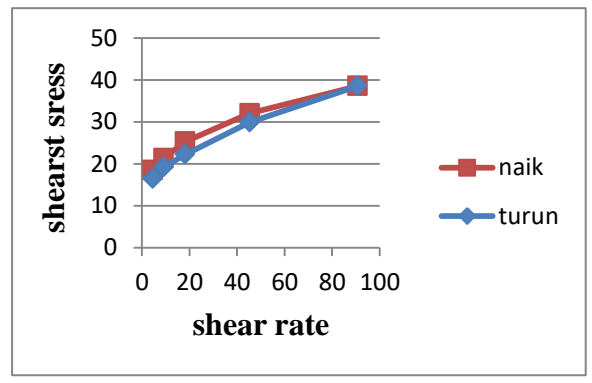


**Minggu ke 2**

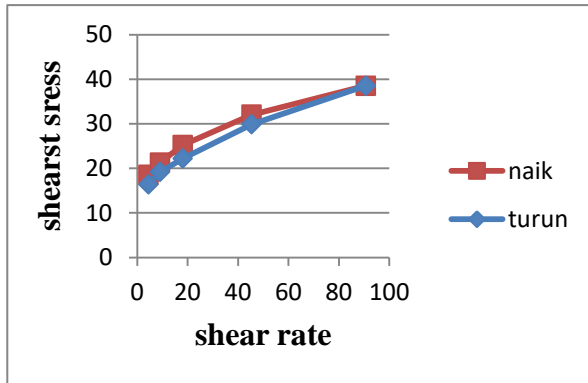
Formula 1



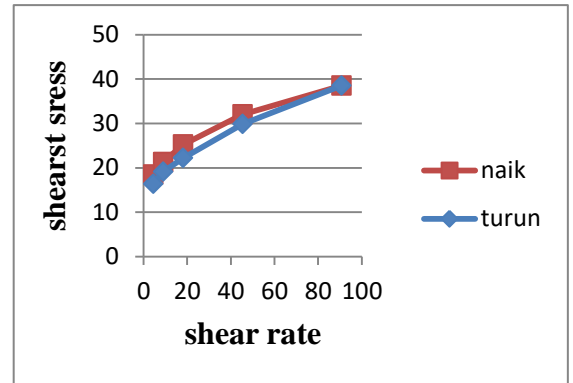
Formula 2



Formula 3

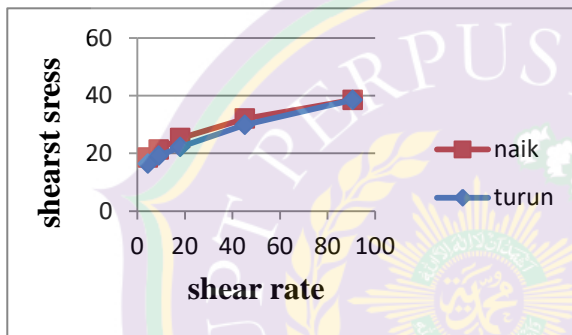


Formula 4

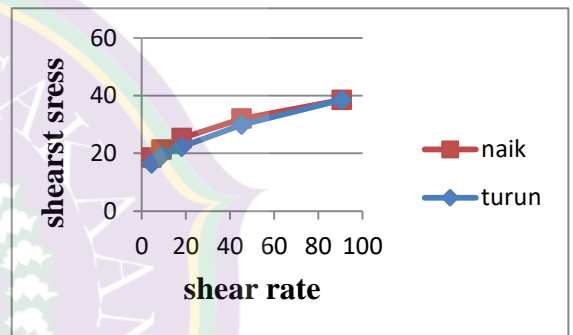


Minggu ke 4

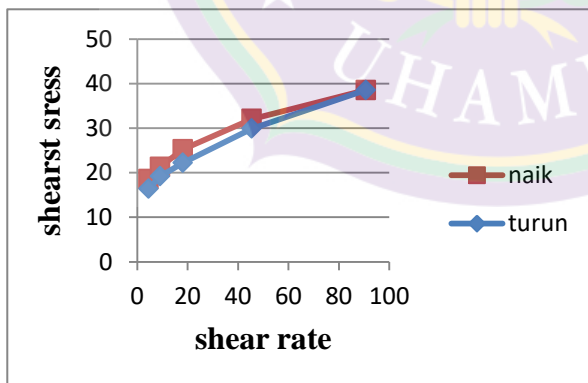
Formula 1



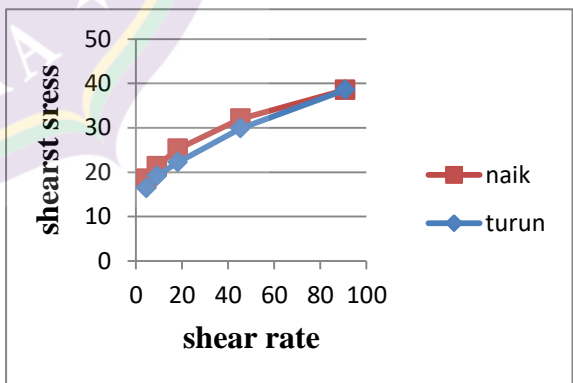
Formula 2



Formula 3

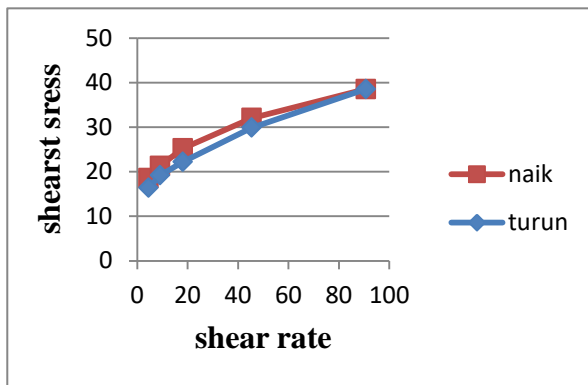


Formula 4

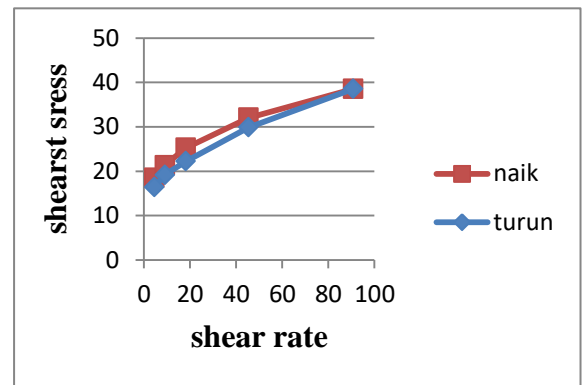


## Minggu ke 6

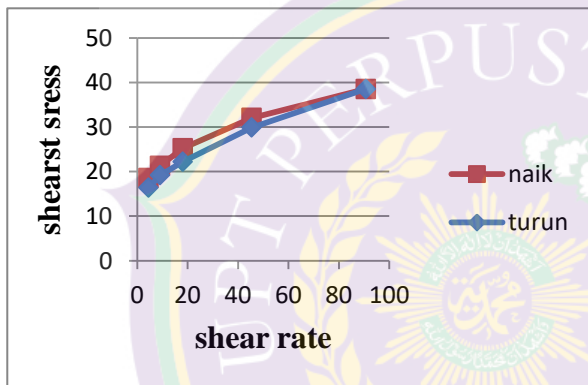
### Formula 1



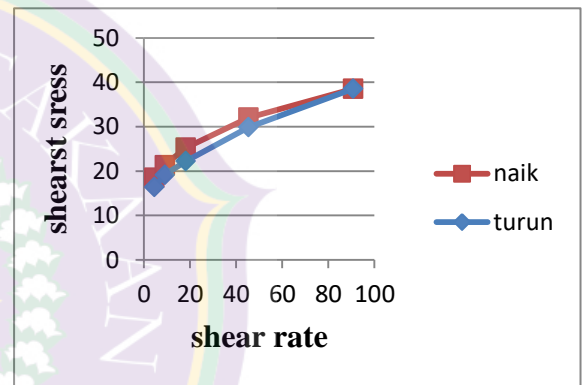
### Formula 2



### Formula 3

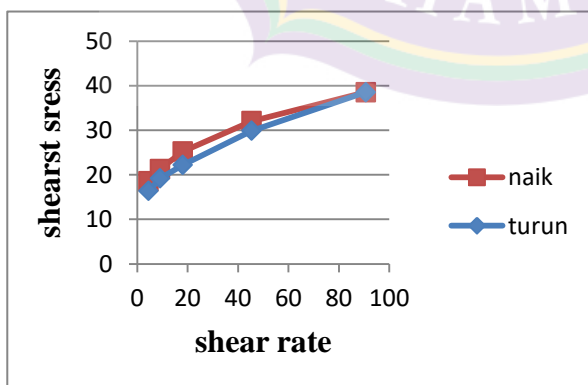


### Formula 4

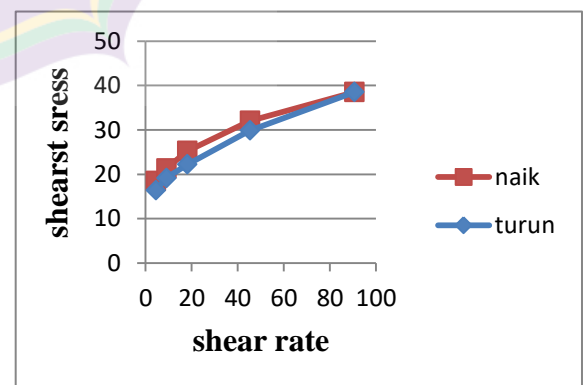


## Minggu ke 8

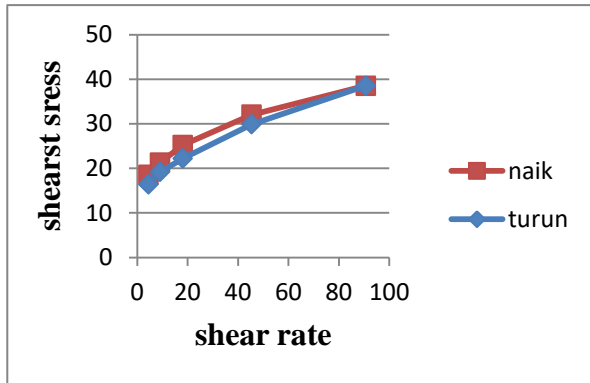
### Formula 1



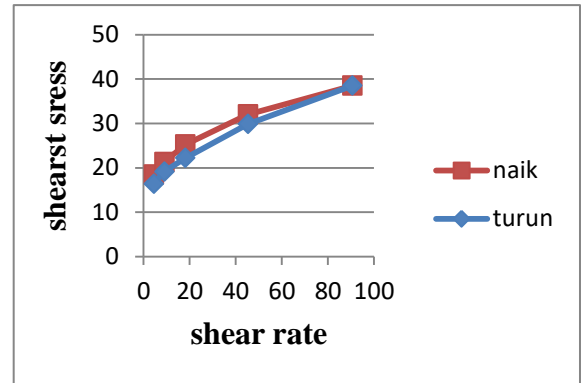
### Formula 2



Formula 3

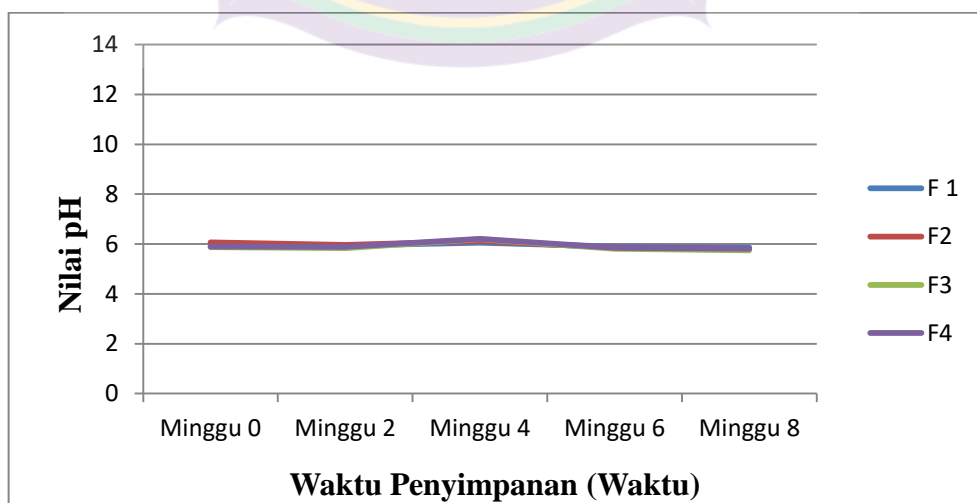


Formula 4



Hasil rheogram menunjukkan sifat aliran semua gel memiliki sifat alir pseudoplastis tiksotropik. Disebut aliran pseudoplastis tiksotropik karena kurva aliran ini melalui titik (0,0), berlawanan dengan aliran plastis sehingga aliran pseudoplastis tidak memiliki *yield value*. Viskositas zat pseudoplastis berkurang dengan meningkatnya *rate of shear*. Sistem pseudoplastis disebut pula disebut pula sebagai sistem geser encer karena dengan menaiknya tekanan geser viskositas menjadi turun (Budiman, 2012). Sifat alir gel disebut tiksotropik karena kurva aliran menurun di sebelah kiri kurva menaik di sebelah kanan, karena perubahan struktur yang tidak kembali ke keadaan semula dengan segera, apabila tekanan dikurangi. Kurva aliran ini bergantung pada *rate of shear* yang meningkat dan berkurang serta lamanya zat mengalami *rate of shear*.

#### F. Uji pH



Gambar 15 Grafik pH terhadap Waktu



Dari hasil yang didapat pH tersebut masih mendekati dalam rentang pH kulit yaitu sekitar 4,5 – 6,5. Kulit pada umumnya memiliki pH yang bersifat asam. Kulit memiliki mantel asam untuk menjaga ketahanan kulit dari penetrasi mikroorganisme yang berbahaya. Pengaplikasian gel harus sesuai dengan rentang pH kulit untuk mencegah iritasi pada kulit (Ali & Yosipovitch, 2013). Selama masa penyimpanan 8 minggu mengalami penurunan pH, tetapi masih dalam kadar pH kulit normal. Perubahan pH dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan seperti cahaya, suhu, dan kelembapan udara (Munifah dkk. 2018).

Hasil uji normalitas diperoleh nilai signifikansi  $> 0,05$  dengan taraf kepercayaan 95%, sehingga data terdistribusi normal. Hasil uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi  $> 0,05$  sehingga data homogen. Sedangkan hasil uji analisa varian pH dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan dari pH terhadap formula dan waktu penyimpanannya. Diperoleh hasil sig terhadap formula adalah  $0,874 > 0,005$  yang berarti tidak ada perbedaan bermakna antara formula dengan pH, kemudian hasil sig terhadap waktu adalah  $0,000 < 0,005$  yang berarti dapat perbedaan bermakna antara waktu dengan pH. Pengujian pH selama 8 minggu, terjadi penurunan dan kenaikan pH sediaan. Didapatkan kesimpulan bahwa minggu ke-8 terdapat perbedaan bermakna terhadap minggu ke-2 dan minggu ke-0.

#### **G. Uji Homogenitas**

Pada hasil uji homogenitas yang dilihat secara visual dari gel *transethosome* kurkumin yaitu homogen untuk semua formula, dihasilkan warna merata serta tidak ditemukan adanya partikel-partikel kasar maupun halus yang tidak menyatu di dalam gel, sehingga gel yang dihasilkan memiliki homogenitas yang baik. Sediaan yang homogen akan memberikan takaran yang sama pada aplikasi penggunaannya. Adanya variasi konsentrasi *carbomer 934* sebagai *gelling agent* tidak mempengaruhi homogenitas keempat formula tersebut selama 8 minggu pengujian. Hasil pemeriksaan homogenitas gel dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 5 Hasil Uji Homogenitas Sediaan Gel *Transethosome* Kurkumin**

Formula	Replika	Waktu Penyimpanan (Minggu)				
		0	2	4	6	8
1	I	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	II	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	III	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
2	I	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	II	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	III	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
3	I	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	II	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	III	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
4	I	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	II	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho
	III	Ho	Ho	Ho	Ho	Ho

Keterangan : Ho : Homogen dan tidak mengalami perubahan  
 THo : Tidak Homogen

## H. Uji Pemisahan

### 1. Uji *Freeze Thaw*

Metode *freeze thaw* merupakan salah satu pengujian terhadap stabilitas fisik suatu sediaan. Tujuan dilakukan pengujian ini untuk melihat adanya pemisahan fase akibat pengaruh dari suhu yang ekstrim. Metode ini menggunakan dua suhu yang ekstrim, di mana pertama sediaan diletakkan pada lemari pendingin dengan suhu 4°C selama 48 jam dan kemudian dipindahkan ke dalam oven pada suhu 45°C selama 48 jam. Metode ini diamati selama 6 siklus (24 hari) untuk mengetahui sediaan gel *transethosome* kurkumin mengalami pemisahan fase atau tidak. Hasil pengamatan yang telah dilakukan pada keempat formula ini yaitu tidak terjadi pemisahan fase pada gel dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6 Hasil Pengamatan Uji *Freeze Thaw* Selama 6 Siklus**

Formula	Siklus					
	1	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-

Keterangan : (+) Terjadi pemisahan (-) Tidak terjadi pemisahan

## 2. Uji Sentrifugasi

Pengujian ini merupakan pemisahan fase dengan menggunakan alat *sentrifugator* dengan kecepatan 3750 rpm selama 5 jam. Karena penggunaan alat yang terbatas, maka tidak diperbolehkan jika alat dioperasikan selama 5 jam. Alat yang digunakan mengikuti ketentuan literatur yaitu dengan kecepatan 3750 rpm selama 1 jam, kemudian diistirahatkan selama 15 menit. Lalu bisa digunakan lagi dan kemudian diistirahatkan lagi sampai waktu penggunaan yaitu 5 jam. Pengujian sentrifugasi dengan kecepatan 3750 selama 5 jam setara dengan efek gravitasi selama satu tahun (Lachman, 1994). Penggunaan alat yang tidak sesuai, hanya dapat membandingkan antarformula yang paling stabil. Hasil pengamatan pada keempat formula tidak terlihat adanya pemisahan fase.



## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa *transethosome* kurkumin menggunakan basis *carbomer 934* stabil dalam masa penyimpanan. Tidak mengalami pemisahan atau perubahan fisik pada sediaan gel *traensethosome* kurkumin selama masa penyimpanan 8 minggu.

#### B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, yaitu uji *in vitro* sediaan gel *transethosome* kurkumin terhadap mencit.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S.M., & Yosipovitch, G. 2013. From Basic Science to Basic Skin Care, *Acta Derm Venereol*, 93: 261-267.
- Ascenso A, Raposo S, Batista C, Cardoso P, Mendes T, Praca FG, Bentley MV, Simoes S. 2015. Development, Characterization, and Skin Delivery Studies of Related Ultradeformable Vesicles: Transfersomes, Ethosomes, and Transethosomes. *International Journal Nanomedicine*. **10**.
- Bambang C, Muhammad DKH, dan Leenawaty L. 2011. Pengaruh Proses Pengeringan Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* R.) Terhadap Kandungan dan Komposisi Kurkuminoid. *Skripsi*. Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.
- Ben ES, Muslim ST, Chazraj C, dan Tomi Y. 2013. *Optimasi Nanoemulsi Minyak Kelapa Sawit (Palm Oil) Menggunakan Sukrosa Monoester, Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Terkini Sain Farmasi dan Klinik III*. Padang: Universitas Andalas.
- Barry, W., 1983, *Dermatological Formulations, Percutaneous Absorbtion*, 300-304, Marcel Dekker Inc, New York.
- Campbell RN, Frederick Westhorpe. Richard J. Reece. 2011. Isolation of compensatory inhibitor domain mutants to novel activation domain variants using the split-ubiquitin screen. *Research Article Yeast* 28: 569-578.
- Direktorat Jenderal Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan RL. 2014. *Farmakope Indonesia*. Edisi V. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Hlm. 42.
- Ditjen POM. 1985. *Formularium Kosmetika Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Hal. 83-86, 195-197.
- Garg A, Aggarwal D, Garg S, dan Singia AK. 2012. *Spreading of Semisolid Formulations : An Update. Pharmaceutical Technology*. Hlm. 84-105.
- Ibrahim A. dan Sasidhar, B. (2016). Bank Customers' Perception Of Service Quality And Customer Satisfaction In Saudi Arabia. *European Journal of Business and Social Sciences*, Vol. 4, No. 11, pp. 130-141.
- Kuncari ES, Iskandarsyah, dan Praptiwi. 2014. Evaluasi, Uji Stabilitas Fisik dan Sinerisis Sediaan Gel yang Mengandung Minoksidil, Apigenin dan Perasan Herba Seledri (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Kesehatan*. **24**(4)
- Lachman L, Herbert AL, dan Joseph LK. 2008. *Teori dan Praktek Industri Farmasi Edisi III*. Jakarta: Universitas Indonesia. Hlm. 1119-1120.

- Madan J, dan Singh R. 2010. Formulation and Evaluation of Aloe Vera Topical Gels. *International Journal of Pharmaceutical Sciences*. (2): 551-515.
- Martin, A., Swarbick, J., dan A. Cammarata. 1993. Farmasi Fisik 2. Edisi III. Jakarta: UI Press. Pp. 940-1010, 1162, 1163, 1170.
- Malvern. 2011. Dynamic Light Scattering Common Terms Defined, MRK. 1764-01.
- Menon R, Fortunato SJ, Milne GL, Lina Brou L, Carnevale C, Sanchez SC. 2011. *Amniotic Fluid Eicosanoids in Preterm and Term Births: Effects of Risk Factors for Spontaneous Preterm Labor*. *National Institutes of Health*. (118)1: 121- 134.
- Melisa. 2013. Formulasi Sediaan Gel Hand Sanitizer Dengan Bahan Aktif Triklosan 0,5% Dan 1%. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*.
- Mirhansyah A, Vebry A, Arsyik I. 2015. Formulasi dan Optimasi Basis Gel HPMC (*Hidroxy Propyl Methyl Cellulose*) dengan Berbagai Versi Konsentrasi. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*. 3(2).
- Muffidah. 2015. Analisa Kadar Curcuminoid pada Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica*) dengan menggunakan Spektrofotometer Visible. *Jurnal*
- Mujamilah, M., dan Sulungbudi, G.T., 2013. Karakteristik Dinamik Sistem Koloid Magnetik Berbasis Nanopartikel Oksida Fe-Chitosan. *Jurnal Kimia*
- Munifah Wahyudin, Ajeng Kurniati, Gusti Ayu Putu. 2018. Pengaruh Konsentrasi Carbopol Terhadap Stabilitas Fisik Sediaan Masker Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.). *Jurnal*.
- Murdock, R.C., Braydich-Stole, L., Schrand, A.M., Schlager, J.J., Hussain, S.M. 2008. Characterization of Nanoparticle Dispersion in Solution Prior to In Vitro Exposure using Dynamic Light Scattering Tehnique. *Toxicol, Sci*, 101 : 239-253.
- NanoComposix. 2012. Zeta Potential Analysis Of Nanoparticles Vol 1.1. San Diego: NanoComposix
- Niyaz B, Kalyani P, dan Divakar G. 2011. Formulation and Evaluation of Gel Containing Fluconazole-Antifungal Agent. *International Journal Of Drug Development & Research*. (3):109-128.
- Nuraini A, Erny S, Iskandarsyah I. 2017. In Vitro Penetration Testes of Transethosome Gel Preparation Containing Capsaisin. *Interntional Journal of Applied Pharmaceutics*. 9(1).

- Parhi R, Suresh P. 2010. Production of Solid Lipid Nanoparticles-Drug Loading and Release Mechanism. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 2:211-227.
- Patel, R.P., Patel, D. J., Patel, J. K. & Pandya, V. M., 2009, Formulation, Characterization, and Optimization of Fast-Dissolve Tablets Containing Celecoxib Solid Dispersion, *Dissolution Technology*, 22-27.
- Pathan IB, dan Setty CM. 2009. Chemical Penetration Enhancers for Transdermal Drug Delivery Systems. *Tropical journal of Pharmaceutical Research*. **8**(2): 173-179.
- Perdanakusuma DS. 2007. Anatomi Fisiologi Kulit dan Penyembuhan Luka. *Jurnal*.
- Prasetiowati Lana Andi, Agung Tri Prasetya, dan Sri Wardani. 2018. Sintesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi L.*) sebagai Antibakteri. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7 (2).
- Rowe RCP, Sheskey J, dan Marian EQ. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients Sixth Edition*. London: The Pharmaceutical Press. Hlm. 110-113, 283, 470, 549-551, 679-680, 783.
- S.B.Gondkar, N.R.Patil, R.B. Saudagar. 2017. Formulation Development and Characterization of Drug Loaded Transethosomes for Transdermal delivery. *International Journal of Chemtech Research*. 10(6): 534-544.
- Scott D, dan Bennion MS. 2011. *Structure and Function of the Skin*. In: *Fitzpatrick, E., Morelli, J. G., editors. Dermatology Secret Plus. Fourth Edition*. Philadelphia: Elsevier Mosby. p. 6-13.
- Septiani SN, Wathoni dan Mita SR. 2011. Formulasi Sediaan Masker Gel Antioksidan dari Ekstrak Etanol Biji Melinjo (*Gnetum gnemon Linn.*). *Jurnal*.
- Singhvi G, dan Singh M. 2011. In-Vitro Drug Release Characterization Models. *International Journal of Pharmaceutical Studies and Research* . **2**.
- Sonaje K, Italia JL, Sharma G, Bhardwaj V, Tikoo K, Kumar MN. 2007. Development of biodegradable nanoparticles for oral delivery of ellagic acid and evaluation of their antioxidant efficacy against cyclosporine A-induced nephrotoxicity in rats. *Pharm Res*. 24:899-908
- Sugiyati R. 2015. Formulasi dan uji penetrasi in vitro sediaan gel transersom mengandung kofein dengan efek lipolisis dalam penanganan antiselulit. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. **13**(2)

Tungadi, R. 2014. Teknologi Sediaan Liquida dan Semisolid. Jakarta: CV. Sagung Seto

Ulaen SP, Banne Y, dan Suatan R A. 2013. Pembuatan Salep Anti Jerawat dari Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb.*). *JIF (Jurnal Ilmiah Farmasi)*. **3**(2).

Williams, R.O. dan J.M. Vaughn. 2007. Nanoparticle Engineering. *Journal Swarbrick Pharmaceutical Technology*. **2**





## Lampiran 1. Perhitungan Efisiensi Penjerapan Kurkumin

### 1. Kurkumin Bebas

$$\text{Abs} = 0,342$$

$$y = b x \pm a$$

$$x = 1,2619 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pengenceran (FP)} &= 1,5 \text{ ml} \times \frac{50 \text{ ml}}{1,3 \text{ ml}} \times 50 \text{ ml} / 1 \text{ ml} \\ &= 2884,6 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot kurkumin bebas} &= 1,2619 \text{ ppm} \times 2884,6 \text{ ml} \\ &= 3640,07 \mu\text{g} = 3,6261 \text{ mg} \end{aligned}$$

### 2. Kurkumin yang Terjerap

$$\text{Abs} = 0,750$$

$$y = b x \pm a$$

$$x = 2,816 \text{ ppm}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor Pengenceran (FP)} &= 1,5 \text{ ml} \times \frac{50 \text{ ml}}{0,2 \text{ ml}} \times 50 \text{ ml} / 1 \text{ ml} \\ &= 18750 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot kurkumin terjerap} &= 2,816 \text{ ppm} \times 18750 \text{ ml} \\ &= 52800 \mu\text{g} = 52,8 \text{ mg} \end{aligned}$$

### 3. % Efisiensi Penjerapan

$$\text{Bobot kurkumin total} = 52,8 \text{ mg} + 3,6261 \text{ mg} = 56,4261 \text{ mg}$$

$$\% \text{ Efisiensi Penjerapan} = \frac{52,80 \text{ mg}}{56,44 \text{ mg}} \times 100\% = 93,55 \%$$

## Lampiran 2. Data Pengujian pH

Minggu Ke-	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
0	5,98	6,08	5,84	5,94
	5,99	6,06	5,89	5,92
	6,00	6,05	5,89	5,86
$\bar{x}$	5,99	6,06	5,87	5,90
SD	0,01	0,0152	0,0288	0,0416
2	5,94	5,96	5,81	5,87
	5,96	5,97	5,80	5,88
	5,92	5,97	5,89	5,91
$\bar{x}$	5,94	5,96	5,83	5,88
SD	0,02	0,0057	0,0493	0,0417
4	6,02	6,09	6,14	6,23
	6,07	6,17	6,26	6,20
	6,08	6,12	6,20	6,21
$\bar{x}$	6,05	6,12	6,20	6,21
SD	0,0321	0,0404	0,06	0,0152
6	5,95	5,82	5,82	5,86
	5,88	5,87	5,82	5,86
	5,87	5,89	5,80	5,84
$\bar{x}$	5,90	5,86	5,81	5,85
SD	0,0435	0,0360	0,0115	0,0115
8	5,89	5,81	5,76	5,83
	5,86	5,79	5,79	5,80
	5,85	5,83	5,72	5,82
$\bar{x}$	5,86	5,81	5,75	5,81
SD	0,0208	0,02	0,0351	0,0152

**Lampiran 3. Data Pengujian Viskositas (mPas)**

Formula	Replika	Minggu Ke-				
		0	2	4	6	8
1	I	6692	6732	6693	6686	6701
	II	7045	6815	6711	6807	6818
	III	6692	6717	6700	6697	6707
	$\bar{x}$	6809	6754	6701	6730	6742
	SD	203,8046	52,7857	9,0737	66,903	65,8862
2	I	9680	9673	9647	9697	9674
	II	9795	9767	9780	9780	9772
	III	9691	9696	9666	9663	9712
	$\bar{x}$	9722	9712	9697	9713	9719
	SD	63,4586	49	71,9300	60,1858	49,4000
3	I	12429	12457	12541	12456	12400
	II	12739	12431	12732	12560	12759
	III	12460	12563	12522	12509	12384
	$\bar{x}$	12542	12483	12598	12508	12514
	SD	170,7346	69,9237	116,1478	52,0032	212,0385
4	I	18583	18648	18671	18644	18606
	II	18779	18736	19012	18736	18773
	III	18623	18614	18588	18584	18323
	$\bar{x}$	18661	18666	18757	18654	18567
	SD	103,5631	62,9600	224,7020	76,5593	227,478

#### Lampiran 4. Data Pengujian Sifat Alir

MINGGU KE-0

FORMULA 1

Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.5	14000	18.37	1.264	4.53
10	1.000	20.4	8160	21.42	1.330	9.07
20	1.301	24.1	4840	25.30	1.403	18.14
50	1.699	30.4	2432	31.92	1.504	45.35
100	2.000	36.7	1468	38.53	1.585	90.70
50	1.699	30.3	2429	31.81	1.502	45.35
20	1.301	24.2	4860	25.41	1.405	18.14
10	1.000	20.3	8120	21.31	1.328	9.07
5	0.699	17.4	13920	18.27	1.261	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.9	14320	18.80	1.274	4.53
10	1.000	20.0	8000	21.00	1.322	9.07
20	1.301	24.1	4826	25.30	1.403	18.14
50	1.699	30.5	2442	32.02	1.505	45.35
100	2.000	36.7	4412	28.53	1.585	90.70
50	1.699	30.4	2429	31.92	1.504	45.35
20	1.301	23.9	4780	25.10	1.400	18.14
10	1.000	19.9	7960	20.90	1.320	9.07
5	0.699	17.8	14240	18.70	1.271	4.53

B = 0.2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.5	14000	18.38	1.264	4.53
10	1.000	20.5	8200	21.52	1.332	9.07
20	1.301	24.0	4800	25.20	1.401	18.14
50	1.699	30.6	2453	32.13	1.507	45.35
100	2.000	36.7	1466	38.53	1.585	90.70
50	1.699	30.4	2432	31.91	1.504	45.35
20	1.301	24.0	4812	25.20	1.401	18.14
10	1.000	20.3	8146	21.31	1.328	9.07
5	0.699	17.4	13920	18.27	1.261	4.53

B = 0.2 / 0.907

MINGGU KE-0  
 FORMULA II  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.53
10	1.000	28.7	11480	30.13	1.479	9.07
20	1.301	35.5	7013	36.75	1.565	18.14
50	1.699	45.3	3629	47.56	1.677	45.35
100	2.000	56.7	2270	59.53	1.775	90.70
50	1.699	45.3	3626	47.56	1.677	45.35
20	1.301	35.1	7026	36.85	1.566	18.14
10	1.000	28.6	11440	30.03	1.478	9.07
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.53

B = 0.2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.9	20720	27.20	1.434	4.53
10	1.000	28.9	11586	30.34	1.482	9.07
20	1.301	35.5	7106	37.27	1.571	18.14
50	1.699	45.7	3669	47.98	1.681	45.35
100	2.000	56.7	2294	59.53	1.774	90.70
50	1.699	45.5	3650	47.77	1.680	45.35
20	1.301	35.3	7066	37.06	1.568	18.14
10	1.000	28.2	11506	30.24	1.480	9.07
5	0.699	25.7	20560	26.98	1.431	4.53

B = 0.2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.53
10	1.000	28.8	11520	30.24	1.480	9.07
20	1.301	35.0	7013	36.75	1.565	18.14
50	1.699	45.2	3629	47.46	1.676	45.35
100	2.000	56.9	2286	59.74	1.776	90.70
50	1.699	45.2	3629	47.46	1.676	45.35
20	1.301	34.5	6986	36.22	1.560	18.14
10	1.000	28.6	11440	30.03	1.478	9.07
5	0.699	25.5	20400	26.77	1.426	4.53

B = 0.2 / 0.907

MINGGU KE-0  
 FORMULA III  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.5	26800	35.17	1.546	4.53
10	1.000	37.8	15146	39.70	1.600	9.07
20	1.301	43.4	8693	45.59	1.658	18.14
50	1.699	52.0	4165	54.60	1.737	45.35
100	2.000	60.1	2405	63.10	1.800	90.70
50	1.699	51.8	4149	54.40	1.753	45.35
20	1.301	43.3	8666	45.46	1.657	18.14
10	1.000	37.9	15173	39.80	1.600	9.07
5	0.699	33.3	26666	34.96	1.543	4.53

B = 0.2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	34.1	27426	35.80	1.553	4.53
10	1.000	38.1	15253	40.00	1.602	9.07
20	1.301	46.3	9266	48.61	1.686	18.14
50	1.699	53.2	4261	55.86	1.747	45.35
100	2.000	61.3	2498	64.36	1.808	90.70
50	1.699	53.0	4245	55.65	1.745	45.35
20	1.301	46.0	9206	48.30	1.683	18.14
10	1.000	38.0	1521	40.00	1.602	9.07
5	0.699	33.9	27286	35.60	1.551	4.53

B = 0.2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.6	26940	35.28	1.547	4.53
10	1.000	37.8	15146	39.70	1.600	9.07
20	1.301	43.5	8713	45.67	1.660	18.14
50	1.699	52.2	4181	54.81	1.740	45.35
100	2.000	60.4	2437	63.42	1.802	90.70
50	1.699	51.8	4144	54.39	1.735	45.35
20	1.301	43.4	8686	45.57	1.660	18.14
10	1.000	37.7	15093	39.60	1.600	9.07
5	0.699	33.5	26800	35.20	1.546	4.53

B = 0.2 / 0.907

MINGGU KE-0  
 FORMULA IV  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.7	39786.00	52.19	1.717	4.53
10	1.000	55.0	22413.00	57.75	1.761	9.07
20	1.301	66.1	13233.00	69.40	1.841	18.14
50	1.699	79.6	6373.00	83.58	1.922	45.35
100	2.000	97.5	3900.00	102.38	2.010	90.70
50	1.699	79.4	6354.00	83.37	1.921	45.35
20	1.301	66.1	13233.00	69.40	1.840	18.14
10	1.000	54.8	22333.00	57.54	1.760	9.07
5	0.699	49.5	39626.00	52.00	1.716	4.53

B = 0.2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	50.8	40640	53.34	1.727	4.53
10	1.000	56.9	22786	59.74	1.776	9.07
20	1.301	65.9	13193	69.20	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6356	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3898	102.27	2.00	90.70
50	1.699	79.5	63654	83.47	1.921	45.35
20	1.301	65.7	13153	69.00	1.838	18.14
10	1.000	56.8	22760	59.64	1.770	9.07
5	0.699	49.8	39866	52.30	1.718	4.53

B = 0.2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.7	39813	52.18	1.717	4.53
10	1.000	56.5	22626	59.32	1.773	9.07
20	1.301	65.8	13173	69.10	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6362	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3898	102.27	2.010	90.70
50	1.699	79.3	6346	83.26	1.920	45.35
20	1.301	64.9	13126	68.15	1.833	18.14
10	1.000	56.4	22586	59.22	1.772	9.07
5	0.699	49.6	39680	52.08	1.716	4.53

B = 0.2 / 0.907

MINGGU KE-2  
 FORMULA 1  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.5	14053	18.37	1.264	4.53
10	1.000	20.5	8226	21.52	1.333	9.07
20	1.301	24.3	4866	25.51	1.406	18.14
50	1.699	30.4	2432	31.92	1.504	45.35
100	2.000	36.9	1478	38.75	1.589	90.70
50	1.699	30.3	2429	31.81	1.502	45.35
20	1.301	42.1	4826	25.30	1.403	18.14
10	1.000	20.4	8173	21.42	1.330	9.07
5	0.699	17.6	14106	18.48	1.266	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.8	14240	18.70	1.271	4.54
10	1.000	20.8	8360	21.84	1.340	9.07
20	1.301	24.5	4880	25.72	1.410	18.14
50	1.699	30.5	2445	32.02	1.505	45.35
100	2.000	37.0	1482	38.85	1.590	90.70
50	1.699	30.4	2437	31.92	1.504	45.35
20	1.301	24.6	4886	25.83	1.412	18.14
10	1.000	20.6	8293	21.63	1.335	9.07
5	0.699	17.9	14320	18.80	1.275	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.6	14080	18.48	1.266	4.54
10	1.000	20.4	8186	21.42	1.330	9.07
20	1.301	24.3	4873	25.51	1.406	18.14
50	1.699	30.2	2418	31.71	1.501	45.35
100	2.000	36.8	1474	38.64	1.587	90.70
50	1.699	30.1	2409	31.60	1.500	45.35
20	1.301	24.2	4840	25.41	1.405	18.14
10	1.000	20.4	8173	21.42	1.330	9.07
5	0.699	17.5	14000	18.38	1.264	4.53

B = 0,2 / 0.907



MINGGU KE-2

FORMULA II

Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.54
10	1.000	28.7	11480	30.13	1.478	9.07
20	1.301	35.1	7033	36.85	1.566	18.14
50	1.699	45.4	3634	47.67	1.678	45.35
100	2.000	56.7	2273	59.53	1.774	90.70
50	1.699	45.4	3634	47.67	1.678	45.35
20	1.301	35.1	7033	36.85	1.566	18.14
10	1.000	28.6	11413	30.03	1.477	9.07
5	0.699	25.3	20240	26.56	1.424	4.53

$$B = 0,2 / 0.907$$

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.7	20560	26.98	1.431	4.54
10	1.000	28.9	11586	30.34	1.482	9.07
20	1.301	35.4	7093	37.17	1.570	18.14
50	1.699	45.6	3661	47.88	1.680	45.35
100	2.000	56.9	2294	59.74	1.776	90.70
50	1.699	45.5	3650	47.77	1.680	45.35
20	1.301	35.3	7066	37.06	1.568	18.14
10	1.000	28.8	11520	30.24	1.480	9.07
5	0.699	25.6	20480	26.88	1.430	4.53

$$B = 0,2 / 0.907$$

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.2	20400	26.46	1.422	4.54
10	1.000	28.7	11480	30.13	1.478	9.07
20	1.301	35.2	7040	36.96	1.567	18.14
50	1.699	45.2	3645	47.46	1.676	45.35
100	2.000	56.8	2289	59.64	1.775	90.70
50	1.699	45.3	3632	47.56	1.667	45.35
20	1.301	35.0	7006	36.75	1.565	18.14
10	1.000	28.6	11453	30.03	1.477	9.07
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.53

$$B = 0,2 / 0.907$$

MINGGU KE-2

FORMULA III

Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.6	26940	35.28	1.547	4.54
10	1.000	37.8	15133	39.69	1.560	9.07
20	1.301	43.5	8713	45.67	1.660	18.14
50	1.699	51.9	4154	54.50	1.736	45.35
100	2.000	60.2	2416	63.21	1.800	90.70
50	1.699	52.2	4178	54.81	1.738	45.35
20	1.301	43.4	8693	45.57	1.658	18.14
10	1.000	37.7	15093	39.60	1.597	9.07
5	0.699	33.5	26800	35.17	1.546	4.53

$$B = 0,2 / 0.907$$

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.6	26940	35.28	1.547	4.54
10	1.000	38.0	15200	40.00	1.602	9.07
20	1.301	43.4	8686	45.57	1.658	18.14
50	1.699	52.1	4170	54.70	1.737	45.35
100	2.000	60.3	2424	63.31	1.801	90.70
50	1.699	51.8	4146	54.40	1.735	45.35
20	1.301	43.3	8666	45.46	1.657	18.14
10	1.000	37.8	15133	40.00	1.602	9.07
5	0.699	33.8	26640	35.49	1.550	4.53

$$B = 0,2 / 0.907$$

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	34.0	27360	35.70	1.552	4.54
10	1.000	37.9	15160	39.80	1.599	9.07
20	1.301	43.5	8706	45.67	1.660	18.14
50	1.699	51.8	4149	54.40	1.735	45.35
100	2.000	60.3	2418	63.31	1.801	90.70
50	1.699	51.8	4147	54.40	1.735	45.35
20	1.301	43.3	8653	45.67	1.660	18.14
10	1.000	37.8	15120	39.70	1.598	9.07
5	0.699	33.9	27320	35.60	1.551	4.53

$$B = 0,2 / 0.907$$

MINGGU KE-2

FORMULA IV

Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.7	39786	52.18	1.717	4.54
10	1.000	56.9	22760	59.74	1.776	9.07
20	1.301	65.8	13166	69.09	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6362	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3898	102.27	2.009	90.70
50	1.699	79.5	6354	83.47	1.921	45.35
20	1.301	65.7	13153	68.98	1.838	18.14
10	1.000	56.8	22733	59.64	1.775	9.07
5	0.699	49.5	39626	57.97	1.715	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	50.7	40613	53.23	1.726	4.54
10	1.000	56.5	22623	59.32	1.773	9.07
20	1.301	65.7	13146	68.98	1.838	18.14
50	1.699	79.6	6360	83.58	1.922	45.35
100	2.000	97.4	3895	102.27	2.009	90.70
50	1.699	79.4	6354	83.37	1.921	45.35
20	1.301	65.7	13153	68.98	1.838	18.14
10	1.000	56.4	22573	59.22	1.772	9.07
5	0.699	49.9	39920	52.40	1.719	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.8	39840	52.29	1.718	4.54
10	1.000	56.5	22600	59.32	1.773	9.07
20	1.301	66.1	13233	69.40	1.841	18.14
50	1.699	79.3	6373	83.26	1.920	45.35
100	2.000	93.5	3900	98.17	1.991	90.70
50	1.699	79.4	6354	83.37	1.921	45.35
20	1.301	66.1	13233	69.40	1.841	18.14
10	1.000	55.0	22400	57.75	1.761	9.07
5	0.699	49.5	39600	52.00	1.716	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-4  
 FORMULA 1  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.4	13920	18.27	1.261	4.53
10	1.000	20.4	8146	21.37	1.330	9.07
20	1.301	24.3	4853	25.51	1.406	18.14
50	1.699	30.5	2442	32.02	1.505	45.35
100	2.000	36.7	1468	38.53	1.585	90.70
50	1.699	30.4	2432	31.92	1.504	45.35
20	1.301	24.3	4846	25.51	1.406	18.14
10	1.000	20.3	8133	21.37	1.330	9.07
5	0.699	17.5	14000	18.37	1.264	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.8	14240	18.70	1.271	4.53
10	1.000	19.9	7986	20.90	1.320	9.07
20	1.301	24.2	4853	25.41	1.405	18.14
50	1.699	30.5	2442	32.02	1.505	45.35
100	2.000	36.6	1470	38.43	1.584	90.70
50	1.699	30.3	2429	31.81	1.502	45.35
20	1.301	23.9	4780	25.10	1.400	18.14
10	1.000	19.9	7960	20.90	1.320	9.07
5	0.699	17.8	14240	18.70	1.271	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.5	14000	18.37	1.264	4.53
10	1.000	20.4	8160	21.42	1.330	9.07
20	1.301	24.1	4833	25.30	1.403	18.14
50	1.699	30.3	2429	31.81	1.502	45.35
100	2.000	36.7	1470	38.53	1,585	90.70
50	1.699	30.3	2424	31.81	1.502	45.35
20	1.301	24.0	4813	25.20	1.401	18.14
10	1.000	20.4	8173	21.42	1.330	9.07
5	0.699	17.5	14000	18.37	1.264	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-4

FORMULA II

Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.3	20240	26.56	1.424	4.53
10	1.000	28.6	11440	30.03	1.477	9.07
20	1.301	35.1	7026	36.85	1.566	18.14
50	1.699	45.4	3642	47.67	1.678	45.35
100	2.000	56.7	2270	59.53	1.774	90.70
50	1.699	45.4	3634	47.67	1.678	45.35
20	1.301	35.0	7013	36.75	1.565	18.14
10	1.000	28.5	11400	29.90	1.475	9.07
5	0.699	25.2	20160	26.46	1.422	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.8	20640	27.09	1.432	4.53
10	1.000	28.9	11586	30.34	1.482	9.07
20	1.301	35.2	7053	36.96	1.567	18.14
50	1.699	45.6	3661	47.88	1.680	45.35
100	2.000	56.9	2294	59.74	1.776	90.70
50	1.699	45.6	3658	47.88	1.680	45.35
20	1.301	35.0	7013	36.75	1.565	18.14
10	1.000	28.9	11560	30.34	1.482	9.07
5	0.699	25.7	20560	27,00	1.431	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.53
10	1.000	28.6	11440	30.03	1.477	9.07
20	1.301	35.1	7033	36.85	1.566	18.14
50	1.699	45.6	3658	47.88	1.680	45.35
100	2.000	56.7	2273	59.53	1.774	90.70
50	1.699	45.5	3658	47.77	1.680	45.35
20	1.301	34.9	6986	36.64	1.563	18.14
10	1.000	28.5	11400	29.92	1.475	9.07
5	0.699	25.3	20240	26.56	1.424	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-4

FORMULA III

Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.6	26940	35.28	1.555	4.53
10	1.000	38.5	15400	40.42	1.612	9.07
20	1.301	43.7	8753	45.88	1.664	18.14
50	1.699	52.4	4197	55.02	1.745	45.35
100	2.000	61.4	2506	64.47	1.809	90.70
50	1.699	52.3	4184	55.65	1.745	45.35
20	1.301	43.5	8706	46.20	1.664	18.14
10	1.000	38.4	1538	40.95	1.612	9.07
5	0.699	33.5	26800	35.38	1.548	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	34.2	27660	35.91	1.555	4.53
10	1.000	39.0	15613	40.95	1.612	9.07
20	1.301	44.0	8813	46.20	1.664	18.14
50	1.699	53.0	4242	55.65	1.745	45.35
100	2.000	61.4	2504	64.47	1.809	90.70
50	1.699	53.0	4242	55.65	1.745	45.35
20	1.301	44.0	8813	46.20	1.664	18.14
10	1.000	39.0	15626	40.95	1.612	9.07
5	0.699	33.7	27080	35.38	1.548	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.5	26800	35.17	1.546	4.53
10	1.000	38.5	15426	40.42	1.606	9.07
20	1.301	43.8	8760	45.99	1.662	18.14
50	1.699	52.4	4194	55.02	1.740	45.35
100	2.000	60.4	2437	63.42	1.802	90.70
50	1.699	52.3	4186	54.91	1.739	45.35
20	1.301	43.5	8706	45.67	1.660	18.14
10	1.000	38.1	15253	40.00	1.602	9.07
5	0.699	33.6	26880	35.28	1.547	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-4  
FORMULA IV  
Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.8	39840	52.30	1.719	4.53
10	1.000	56.5	22600	59.32	1.776	9.07
20	1.301	65.8	13166	69.09	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6365	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3897	102.27	2.009	90.70
50	1.699	79.4	6354	83.37	1.920	45.35
20	1.301	65.6	13133	68.88	1.838	18.14
10	1.000	56.5	22600	59.32	1.772	9.07
5	0.699	49.7	39760	52.18	1.718	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.9	39920	52.39	1.719	4.53
10	1.000	56.9	22786	59.74	1.776	9.07
20	1.301	66.0	13200	69.30	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6346	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3898	102.27	2.009	90.70
50	1.699	79.3	6346	83.26	1.920	45.35
20	1.301	65.6	13126	68.88	1.838	18.14
10	1.000	56.4	22560	59.22	1.772	9.07
5	0.699	49.8	39840	52.30	1.718	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.7	39760	52.180	1.717	4.53
10	1.000	55.1	22440	57.850	1.762	9.07
20	1.301	66.1	13226	69.400	1.841	18.14
50	1.699	79.6	6373	83.580	1.922	45.35
100	2.000	97.5	3900	102.370	2.010	90.70
50	1.699	79.5	6354	83.470	1.921	45.35
20	1.301	66.1	13233	69.400	1.841	18.14
10	1.000	54.8	22333	57.540	1.760	9.07
5	0.699	49.6	39680	52.080	1.716	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-6  
 FORMULA 1  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.4	13973	18.27	1.261	4.53
10	1.000	20.3	8133	21.31	1.328	9.07
20	1.301	24.1	4833	25.3	1.403	18.14
50	1.699	20.4	2434	31.92	1.504	45.35
100	2.000	36.7	1469	38.53	1.585	90.70
50	1.699	30.3	2426	31.81	1.502	45.35
20	1.301	24.2	4846	25.41	1.405	18.14
10	1.000	20.4	8146	21.42	1.330	9.07
5	0.699	17.4	13920	18.27	1.261	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.9	14320	18.80	1.274	4.53
10	1.000	20.7	8333	21.73	1.337	9.07
20	1.301	24.4	4893	25.62	1.408	18.14
50	1.699	30.4	2437	31.92	1.504	45.35
100	2.000	37.1	1485	3.960	1.590	90.70
50	1.699	30.3	2426	31.81	1.502	45.35
20	1.301	24.3	4873	25.51	1.406	18.14
10	1.000	20.6	8260	21.63	1.335	9.07
5	0.699	17.8	14240	18.69	1.27	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.5	14000	1.264	1.264	4.53
10	1.000	20.4	8173	1.330	1.330	9.07
20	1.301	24.3	4873	1.406	1.406	18.14
50	1.699	30.2	2418	1.501	1.501	45.35
100	2.000	36.8	1474	1.587	1.587	90.70
50	1.699	30.1	2408	1.499	1.499	45.35
20	1.301	24.2	4840	1.405	1.405	18.14
10	1.000	20.4	8173	1.330	1.330	9.07
5	0.699	17.4	13920	1.261	1.261	4.53

B = 0,2 / 0.907



MINGGU KE-6  
 FORMULA II  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.5	20400	26.77	1.427	4.53
10	1.000	28.7	11493	30.13	1.478	9.07
20	1.301	35.2	7040	36.96	1.567	18.14
50	1.699	45.4	3645	47.67	1.678	45.35
100	2.000	56.8	2289	59.64	1.776	90.70
50	1.699	45.3	3632	47.56	1.677	45.35
20	1.301	35.0	7006	36.75	1.565	18.14
10	1.000	28.6	11453	30.03	1.477	9.07
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.70	20560	26.98	1.431	4.53
10	1.000	29.00	11600	30.45	1.483	9.07
20	1.301	35.40	7093	37.17	1.570	18.14
50	1.699	45.70	3669	47.98	1.681	45.35
100	2.000	56.90	2294	59.74	1.776	90.70
50	1.699	45.50	3650	47.77	1.679	45.35
20	1.301	35.30	7066	37.06	1.568	18.14
10	1.000	28.80	11520	30.24	1.480	9.07
5	0.699	25.70	20560	26.98	1.431	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.4	10320	26.67	1.426	4.53
10	1.000	28.6	11440	30.03	1.477	9.07
20	1.301	35.1	7033	36.85	1.566	18.14
50	1.699	45.6	3658	47.88	1.680	45.35
100	2.000	56.7	2273	59.53	1.774	90.70
50	1.699	45.5	3650	47.77	1.680	45.35
20	1.301	34.9	6986	36.64	1.563	18.14
10	1.000	28.5	11413	29.92	1.475	9.07
5	0.699	25.3	20240	26.56	1.424	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-6  
 FORMULA III  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.6	26940	35.28	1.547	4.53
10	1.000	37.8	15110	39.69	1.598	9.07
20	1.301	43.5	8713	45.67	1.659	18.14
50	1.699	52.2	4181	54.81	1.738	45.35
100	2.000	60.4	2437	63.42	1.802	90.70
50	1.699	51.8	4144	54.39	1.735	45.35
20	1.301	43.4	8686	45.57	1.658	18.14
10	1.000	37.7	15093	59.58	1.597	9.07
5	0.699	33.5	26800	35.17	1.546	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	34.0	27360	35.70	1.552	4.53
10	1.000	37.9	15160	39.80	1.56	9.07
20	1.301	43.5	8706	45.67	1.659	18.14
50	1.699	51.8	4149	54.39	1.735	45.35
100	2.000	60.3	2418	63.31	1.801	90.70
50	1.699	57.8	4146	54.39	1.735	45.35
20	1.301	43.3	8653	45.46	1.657	18.14
10	1.000	37.8	15120	39.69	1.598	9.07
5	0.699	33.9	27320	35.59	1.551	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	% TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.6	26940	35.28	1.547	4.53
10	1.000	37.8	15120	29.69	1.598	9.07
20	1.301	43.6	8720	45.78	1.660	18.14
50	1.699	52.2	4176	54.81	1.738	45.35
100	2.000	60.8	2465	1.737	1.805	90.70
50	1.699	52.1	4173	54.70	1.737	45.35
20	1.301	43.5	8706	45.67	1.659	18.14
10	1.000	37.8	15120	39.69	1.698	9.07
5	0.699	33.5	26800	35.17	1.546	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-6  
 FORMULA IV  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.7	39760	52.18	1.717	4.53
10	1.000	56.9	22760	59.74	1.776	9.07
20	1.301	65.8	13166	69.09	1.839	18.14
50	1.699	79.4	6354	83.37	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3898	102.27	2.009	90.70
50	1.699	79.4	6354	83.37	1.921	45.35
20	1.301	65.7	13153	68.98	1.838	18.14
10	1.000	56.8	22733	59.64	1.775	9.07
5	0.699	49.5	39626	51.97	1.715	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.9	39920	52.40	1.719	4.53
10	1.000	57.2	22880	60.06	1.778	9.07
20	1.301	66.2	13266	69.51	1.842	18.14
50	1.699	80.0	6402	84.00	1.924	45.35
100	2.000	97.5	3901	102.37	2.010	90.70
50	1.699	79.7	6381	83.68	1.922	45.35
20	1.301	66.0	13213	69.30	1.840	18.14
10	1.000	57.0	22826	59.85	1.777	9.07
5	0.699	49.8	39840	52.29	1.718	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.5	39600	51.97	1.715	4.53
10	1.000	56.5	22600	59.32	1.773	9.07
20	1.301	63.49	13166	69.09	1.839	18.14
50	1.699	79.3	6349	83.26	1.920	45.35
100	2.000	97.3	3894	102.16	2.009	90.70
50	1.699	79.2	6341	83.16	1.919	45.35
20	1.301	65.7	13146	68.98	1.838	18.14
10	1.000	56.4	22560	59.22	1.772	9.07
5	0.699	49.5	39600	51.97	1.715	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-8  
 FORMULA I  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.5	14000	18.37	1.264	4.53
10	1.000	20.4	8160	21.42	1.330	9.07
20	1.301	24.3	4873	25.51	1.406	18.14
50	1.699	30.2	2421	31.71	1.501	45.35
100	2.000	36.9	1478	38.75	1.588	90.70
50	1.699	30.1	2413	31.60	1.499	45.35
20	1.301	24.2	4846	25.41	1.405	18.14
10	1.000	20.5	8200	21.52	1.332	9.07
5	0.699	17.4	13920	18.27	1.261	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.9	14320	18.80	1.274	4.53
10	1.000	20.8	8360	21.84	1.339	9.07
20	1.301	24.4	4886	25.62	1.408	18.14
50	1.699	30.5	2442	32.02	1.505	45.35
100	2.000	37.0	1482	38.85	1.589	90.70
50	1.699	30.4	2432	31.92	1.504	45.35
20	1.301	24.4	4886	25.62	1.408	18.14
10	1.000	20.7	8320	21.73	1.337	9.07
5	0.699	17.8	14240	18.69	1.271	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	17.5	14000	18.37	1.264	4.53
10	1.000	20.5	8200	21.52	1.332	9.07
20	1.301	24.3	4866	25.51	1.406	18.14
50	1.699	30.2	2418	31.71	1.501	45.35
100	2.000	36.8	1473	38.64	1.587	90.70
50	1.699	30.0	2405	31.50	1.498	45.35
20	1.301	24.2	4846	25.41	1.405	18.14
10	1.000	20.4	8160	21.42	1.330	9.07
5	0.699	17.5	14000	18.37	1.264	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-8  
 FORMULA II  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.4	20320	26.67	1.426	4.53
10	1.000	28.7	11480	30.13	1.478	9.07
20	1.301	35.1	7030	36.85	1.566	18.14
50	1.699	45.4	3634	47.67	1.678	45.35
100	2.000	56.7	2270	59.53	1.774	90.70
50	1.699	45.4	3637	47.67	1.678	45.35
20	1.301	35.0	7013	36.75	1.565	18.14
10	1.000	28.6	11440	30.03	1.477	9.07
5	0.699	25.3	20240	26.56	1.424	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.7	20560	26.98	1.431	4.53
10	1.000	29.0	11600	30.45	1,483	9.07
20	1.301	35.4	7086	37.17	1.570	18.14
50	1.699	45.6	3661	47.88	1.680	45.35
100	2.000	56.9	2297	59.74	1.776	90.70
50	1.699	45.6	3658	47.88	1.680	45.35
20	1.301	35.2	7053	36.96	1.567	18.14
10	1.000	28.9	11560	30.34	1.482	9.07
5	0.699	25.6	20480	26.88	1.429	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	25.5	20400	26.77	1.427	4.53
10	1.000	28.7	11560	30.13	1.478	9.07
20	1.301	35.1	7033	26.85	1.428	18.14
50	1.699	45.4	3634	47.67	1.678	45.35
100	2.000	56.6	2265	59.43	1.774	90.70
50	1.699	45.3	3629	47.56	1.677	45.35
20	1.301	35.0	7006	36.75	1.565	18.14
10	1.000	28.7	11480	30.13	1.478	9.07
5	0.699	25.5	20400	26.77	1.427	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-8  
 FORMULA III  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.5	26800	35.17	1.546	4.53
10	1.000	37.8	15120	39.69	1.598	9.07
20	1.301	43.3	8666	45.46	1.657	18.14
50	1.699	52.0	4162	54.60	1.737	45.35
100	2.000	60.0	2408	63.00	1.799	90.70
50	1.699	51.8	4154	54.39	1.735	45.35
20	1.301	43.1	8633	45.25	1.655	18.14
10	1.000	37.8	15133	39.69	1.598	9.07
5	0.699	33.3	26520	34.96	1.543	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.9	27360	33.59	1.526	4.53
10	1.000	38.1	15266	40.00	1.602	9.07
20	1.301	46.4	9293	48.72	1.687	18.14
50	1.699	53.8	4309	56.49	1.751	45.35
100	2.000	61.3	2501	64.36	1.808	90.70
50	1.699	53.6	4290	56.28	1.750	45.35
20	1.301	46.1	9233	48.40	1.684	18.14
10	1.000	38.0	15226	39.90	1.600	9.07
5	0.699	33.9	27360	35.59	1.551	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	33.4	26600	35.07	1.544	4.53
10	1.000	37.7	15106	39.58	1.597	9.07
20	1.301	43.4	8686	45.57	1.658	18.14
50	1.699	51.9	4154	54.49	1.736	45.35
100	2.000	60.4	2437	63.42	1.802	90.70
50	1.699	51.8	4146	54.39	1.735	45.35
20	1.301	43.4	8686	45.57	1.658	18.14
10	1.000	37.6	15066	39.48	1.596	9.07
5	0.699	33.3	26520	34.96	1.542	4.53

B = 0,2 / 0.907

MINGGU KE-8  
 FORMULA IV  
 Replika 1

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.5	39653	52.08	1.716	4.53
10	1.000	56.5	22613	59.32	1.773	9.07
20	1.301	65.8	13173	69.10	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6362	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3897	102.27	2.010	90.70
50	1.699	79.3	6346	83.26	1.920	45.35
20	1.301	65.6	13126	68.88	1.838	18.14
10	1.000	56.4	22586	59.22	1.772	9.07
5	0.699	49.6	39706	52.08	1.716	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 2

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	50.7	40613	53.23	1.726	4.53
10	1.000	56.9	22786	59.74	1.776	9.07
20	1.301	65.9	13193	69.20	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6356	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3898	102.27	2.00	90.70
50	1.699	79.5	63654	83.47	1.921	45.35
20	1.301	65.7	13153	69.00	1.838	18.14
10	1.000	56.8	22760	59.64	1.770	9.07
5	0.699	49.8	39866	52.30	1.718	4.53

B = 0,2 / 0.907

Replika 3

RPM	LOG RPM	TORQUE	VISKOSITAS	SHEARSTRESS	LOG SHEARSTRESS	SHEARATE
5	0.699	49.7	39813	52.18	1.717	4.53
10	1.000	56.5	22626	59.32	1.773	9.07
20	1.301	65.8	13173	69.10	1.840	18.14
50	1.699	79.5	6362	83.47	1.921	45.35
100	2.000	97.4	3898	102.27	2.010	90.70
50	1.699	79.3	6346	83.26	1.920	45.35
20	1.301	64.9	13126	68.15	1.833	18.14
10	1.000	56.4	22586	59.22	1.772	9.07
5	0.699	49.6	39680	52.08	1.716	4.53

B = 0,2 / 0.907

### Lampiran 8. Data Pengujian Ukuran Partikel dan Potensial Zeta

Awal

Formula	Zeta Potensial (mV)	Diameter (nm)	PD Index
I	-20,33	325,1	0,571
II	-24,35	312,8	0,571
III	-20,12	371,2	0,571
IV	-17,95	327,6	0,571

Akhir

Formula	Zeta Potensial (mV)	Diameter (nm)	PD Index
I	-34,75	429,4	0,571
II	-34,75	429,4	0,571
III	-28,70	389,0	0,571
IV	-26,53	399,3	0,571



## Lampiran 9. Hasil Analisis Data Statistik pH

### 1. Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

Tujuan : Untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak

Hipotesa :  $H_0$  = Data terdistribusi normal

$H_a$  = Data tidak terdistribusi normal

Ketentuan : Sig > 0,05 maka  $H_0$  diterima

Sig < 0,05 maka  $H_0$  diterima

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		FORMULA	WAKTU	pH
N		20	20	20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2.50	3.0000	5.9330
	Std. Deviation	1.147	1.45095	.13235
Most Extreme Differences	Absolute	.169	.155	.198
	Positive	.169	.155	.198
	Negative	-.169	-.155	-.126
Kolmogorov-Smirnov Z		.754	.692	.887
Asymp. Sig. (2-tailed)		.621	.725	.410

Kesimpulan :

a. Formula : Nilai Sig. > 0,05 maka  $H_0$  diterima, artinya data terdistribusi normal.

b. Waktu: Nilai Sig. > 0,05 maka  $H_0$  diterima, artinya data terdistribusi normal.

c. pH : Nilai Sig. > 0,05 maka  $H_0$  diterima, artinya data terdistribusi normal

### 2. Uji Homogenitas

#### a. pH terhadap Formula

Tujuan : Untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak

Hipotesa :  $H_0$  = Data terdistribusi normal

$H_a$  = Data tidak terdistribusi normal

Ketentuan : Sig > 0,05 maka  $H_0$  diterima

Sig < 0,05 maka  $H_0$  diterima

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

F	df1	df2	Sig.
.594	3	16	.628

Kesimpulan :

Nilai Sig > 0,05 menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima, artinya bahwa data terdistribusi homogen.

## b. pH terhadap Waktu

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

F	df1	df2	Sig.
2.022	4	15	.143

Kesimpulan :

Nilai Sig > 0,05 menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima, artinya bahwa data terdistribusi homogen.

## 3. Uji ANOVA

Tujuan : Untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak

Hipotesa :  $H_0$  = Data terdistribusi normal

$H_a$  = Data tidak terdistribusi normal

Ketentuan : Sig > 0,05 maka  $H_0$  diterima

Sig < 0,05 maka  $H_0$  diterima

	Type III Sum of Square	Df	Mean Square	F	Sig.
Formula	.014	3	.005	.230	.874
Waktu	.273	4	.068	17.034	.000

Kesimpulan

- Hasil data signifikan > 0,05 dapat disimpulkan  $H_0$  diterima atau  $H_1$  ditolak. Artinya tidak ada perbedaan bermakna antara formula dengan nilai pH, atau formula tidak mempengaruhi pH
- Hasil data signifikan < 0,05 dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak atau  $H_1$  diterima. Artinya terdapat perbedaan bermakna antara waktu dengan pH, atau waktu sangat mempengaruhi nilai pH.

## 4. Uji Tukey HSD

### a. pH terhadap Waktu

Tujuan : Untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak

Hipotesa :  $H_0$  = Data terdistribusi normal

$H_a$  = Data tidak terdistribusi normal

Ketentuan : Sig > 0,05 maka  $H_0$  diterima

Sig < 0,05 maka  $H_0$  diterima

## Multiple Comparisons

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M-1	M-2	.0525	.04474	.766	-.0857	.1907
	M-3	-.1900*	.04474	.005	-.3282	-.0518
	M-4	.1000	.04474	.220	-.0382	.2382
	M-5	.1475*	.04474	.034	.0093	.2857
M-2	M-1	-.0525	.04474	.766	-.1907	.0857
	M-3	-.2425*	.04474	.001	-.3807	-.1043
	M-4	.0475	.04474	.823	-.0907	.1857
	M-5	.0950	.04474	.261	-.0432	.2332
M-3	M-1	.1900*	.04474	.005	.0518	.3282
	M-2	.2425*	.04474	.001	.1043	.3807
	M-4	.2900*	.04474	.000	.1518	.4282
	M-5	.3375*	.04474	.000	.1993	.4757
M-4	M-1	-.1000	.04474	.220	-.2382	.0382
	M-2	-.0475	.04474	.823	-.1857	.0907
	M-3	-.2900*	.04474	.000	-.4282	-.1518
	M-5	.0475	.04474	.823	-.0907	.1857
M-5	M-1	-.1475*	.04474	.034	-.2857	-.0093
	M-2	-.0950	.04474	.261	-.2332	.0432
	M-3	-.3375*	.04474	.000	-.4757	-.1993
	M-4	-.0475	.04474	.823	-.1857	.0907

Kesimpulan :

Terdapat perbedaan bermakna pada setiap minggu (Lihat tanda\*). Dapat diartikan bahwa waktu mempengaruhi pH.

**b. pH terhadap Formula**

**Multiple Comparisons**

Tukey HSD

(I) FORMULA	(J) FORMULA	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
F1	F2	-.0140	.08931	.999	-.2695	.2415
	F3	.0560	.08931	.922	-.1995	.3115
	F4	.0180	.08931	.997	-.2375	.2735
F2	F1	.0140	.08931	.999	-.2415	.2695
	F3	.0700	.08931	.861	-.1855	.3255
	F4	.0320	.08931	.984	-.2235	.2875
F3	F1	-.0560	.08931	.922	-.3115	.1995
	F2	-.0700	.08931	.861	-.3255	.1855
	F4	-.0380	.08931	.973	-.2935	.2175
F4	F1	-.0180	.08931	.997	-.2735	.2375
	F2	-.0320	.08931	.984	-.2875	.2235
	F3	.0380	.08931	.973	-.2175	.2935

Kesimpulan :

Tidak ada perbedaan bermakna di setiap formula.

## Lampiran 10. Hasil Analisis Data Statistik Viskositas

### 1. Uji Distribusi Normal Kolmogorov-Smirnov

Tujuan : Untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak

Hipotesa :  $H_0$  = Data terdistribusi normal

$H_a$  = Data tidak terdistribusi normal

Ketentuan : Sig > 0,05 maka  $H_0$  diterima

Sig < 0,05 maka  $H_0$  diterima

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		FORMULA	WAKTU	VISKOSITAS
N		20	20	20
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2.50	4.00	11912.45
	Std. Deviation	1.147	2.902	4514.559
	Absolute	.169	.155	.190
Most Extreme Differences	Positive	.169	.155	.190
	Negative	-.169	-.155	-.180
	Kolmogorov-Smirnov Z	.754	.692	.848
Asymp. Sig. (2-tailed)		.621	.725	.468

Kesimpulan :

a. Formula : Nilai Sig. > 0,05 maka  $H_0$  diterima, artinya data terdistribusi normal.

b. Waktu: Nilai Sig. > 0,05 maka  $H_0$  diterima, artinya data terdistribusi normal.

c. pH : Nilai Sig. > 0,05 maka  $H_0$  diterima, artinya data terdistribusi normal

### 2. Uji Homogenitas

Tujuan : Untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak

Hipotesa :  $H_0$  = Data terdistribusi normal

$H_a$  = Data tidak terdistribusi normal

Ketentuan : Sig > 0,05 maka  $H_0$  diterima

Sig < 0,05 maka  $H_0$  diterima

#### a. Viskositas terhadap Formula

##### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

F	df1	df2	Sig.
1.126	3	16	.368

Kesimpulan :

Nilai Sig > 0,05 menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima, artinya bahwa data terdistribusi homogen.

**b. Viskositas terhadap Waktu**

**Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>**

F	df1	df2	Sig.
.001	4	15	1.000

Kesimpulan : Nilai Sig > 0,05 menunjukkan bahwa H<sub>0</sub> diterima, artinya bahwa data terdistribusi homogen.

**3. Uji ANOVA**

	Type III Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
FORMULA	387211042.9	3	12907034.6	63475.919	.000
WAKTU	8144.700	4	2036.175	.000	1.000

Kesimpulan :

- Hasil data signifikan < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa viskositas terhadap formula tidak terdistribusi normal.
- Hasil data signifikan > 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa viskositas terhadap waktu terdistribusi normal.

**4. Uji Tukey HSD**

**a. Viskositas terhadap Formula**

**Multiple Comparisons**

Tukey HSD

(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
F1	F2	-2965.40*	28.519	.000	-3046.99	-2883.81
	F3	-5781.80*	28.519	.000	-5863.39	-5700.21
	F4	-11913.80*	28.519	.000	-11995.39	-11832.21
F2	F1	2965.40*	28.519	.000	2883.81	3046.99
	F3	-2816.40*	28.519	.000	-2897.99	-2734.81
	F4	-8948.40*	28.519	.000	-9029.99	-8866.81
F3	F1	5781.80*	28.519	.000	5700.21	5863.39
	F2	2816.40*	28.519	.000	2734.81	2897.99
	F4	-6132.00*	28.519	.000	-6213.59	-6050.41
F4	F1	11913.80*	28.519	.000	11832.21	11995.39
	F2	8948.40*	28.519	.000	8866.81	9029.99
	F3	6132.00*	28.519	.000	6050.41	6213.59

Kesimpulan :

Tanda bintang pada masing-masing konsentrasi pada formula, menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi pada formula memiliki nilai viskositas yang berbeda satu sama lain.

**b. Viskositas terhadap Waktu**

**Multiple Comparisons**

Dependent Variable: VISKOSITAS

Tukey HSD

(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
M-1	M-2	29.75	3592.749	1.000	-11064.39	11123.89
	M-3	-4.75	3592.749	1.000	-11098.89	11089.39
	M-4	32.25	3592.749	1.000	-11061.89	11126.39
	M-5	48.00	3592.749	1.000	-11046.14	11142.14
M-2	M-1	-29.75	3592.749	1.000	-11123.89	11064.39
	M-3	-34.50	3592.749	1.000	-11128.64	11059.64
	M-4	2.50	3592.749	1.000	-11091.64	11096.64
	M-5	18.25	3592.749	1.000	-11075.89	11112.39
M-3	M-1	4.75	3592.749	1.000	-11089.39	11098.89
	M-2	34.50	3592.749	1.000	-11059.64	11128.64
	M-3	37.00	3592.749	1.000	-11057.14	11131.14
	M-4	52.75	3592.749	1.000	-11041.39	11146.89
M-4	M-1	-32.25	3592.749	1.000	-11126.39	11061.89
	M-2	-2.50	3592.749	1.000	-11096.64	11091.64
	M-3	-37.00	3592.749	1.000	-11131.14	11057.14
	M-4	15.75	3592.749	1.000	-11078.39	11109.89
M-5	M-1	-48.00	3592.749	1.000	-11142.14	11046.14
	M-2	-18.25	3592.749	1.000	-11112.39	11075.89
	M-3	-52.75	3592.749	1.000	-11146.89	11041.39
	M-3	-15.75	3592.749	1.000	-11109.89	11078.39

Kesimpulan :

Hasil pengujian menunjukkan tidak ada perbedaan viskositas pada variabel waktu untuk masing-masing minggu.

## Lampiran 11. Hasil Analisis Data Statistik Zeta Potensial

### 1. Uji Distribusi Normal Kolmogorov-Smirnov

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		FORMULA	WAKTU	ZETA
N		8	8	8
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2.50	4.00	-26.04
	Std. Deviation	1.195	4.276	6.635
	Absolute	.162	.325	.180
Most Extreme Differences	Positive	.162	.325	.162
	Negative	-.162	-.325	-.180
Kolmogorov-Smirnov Z		.459	.920	.510
Asymp. Sig. (2-tailed)		.985	.366	.957

Kesimpulan : Hasil data signifikan  $> 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi normal.

### 2. Uji Homogenitas

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

F	df1	df2	Sig.
.	3	4	.

Kesimpulan : Hasil data signifikan  $< 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal.

### 3. Hasil Uji Kruskal – Walis Test

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	FORMULA	WAKTU
Chi-Square	5.250	7.000
Df	5	5
Asymp. Sig.	.386	.221

Kesimpulan : Tidak ada perbedaan bermakna zeta potensial dengan formula dan waktu.



## Lampiran 12. Hasil Analisis Data Statistik Ukuran Partikel

### 1. Uji Distribusi Normal Kolmogorov-Smirnov

#### One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		FORMULA	WAKTU	UKURAN
N		8	8	8
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2.50	4.00	372.75
	Std. Deviation	1.195	4.276	46.641
	Absolute	.162	.325	.212
Most Extreme Differences	Positive	.162	.325	.212
	Negative	-.162	-.325	-.136
	Kolmogorov-Smirnov Z	.459	.920	.599
Asymp. Sig. (2-tailed)		.985	.366	.866

Kesimpulan : Hasil data signifikan  $> 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa data terdistribusi normal.

### 2. Uji Homogenitas

#### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

F	df1	df2	Sig.
.	3	4	.

Kesimpulan : Hasil data signifikan  $< 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi normal.

### 3. Hasil Uji Kruskal – Wallis Test

#### Test Statistics<sup>a,b</sup>

	FORMULA	WAKTU
Chi-Square	6.650	7.000
Df	6	6
Asymp. Sig.	.354	.321

Kesimpulan : Tidak ada perbedaan bermakna ukuran partikel dengan formula dan waktu

Lampiran 13. *Certificate of Analysis Carbomer 934*

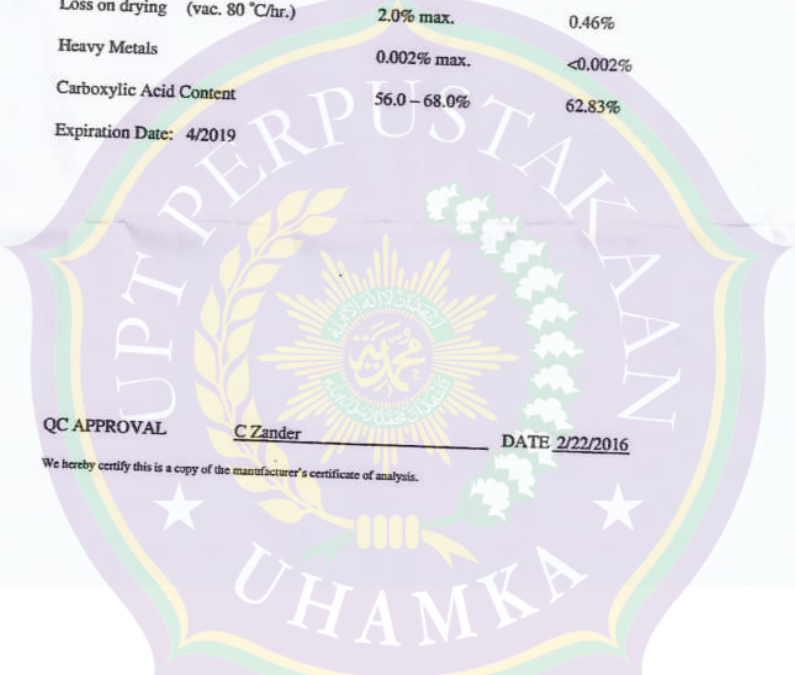
**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

Carbomer 934 NF Lot# 0210250

<u>ANALYTICAL SPECIFICATIONS</u>	<u>RESULTS</u>	<u>STANDARD VALUES</u>
Identification	to pass test	passes
Viscosity		
0.2%	19,000 – 35,000 cps	conforms
0.5%	40,000 – 60,000 cps	46,600 cps
1.0%	50,000 – 85,000 cps	conforms
Benzene	2000 ppm max.	542 ppm
Loss on drying (vac. 80 °C/hr.)	2.0% max.	0.46%
Heavy Metals	0.002% max.	<0.002%
Carboxylic Acid Content	56.0 – 68.0%	62.83%
Expiration Date: 4/2019		

QC APPROVAL C Zander DATE 2/22/2016

We hereby certify this is a copy of the manufacturer's certificate of analysis.



## Lampiran 14. Certificate of Analysis Span 60

**CRODA**  
Certificate prepared at  
Croda Singapore Pte Ltd  
30 Seraya Avenue  
Singapore 627884

**Certificate of Analysis** Repeat printout  
A quality management system registered to the international standard  
ISO 9001 was used to manufacture and test this material.

---

**Batch Details**  
Product Name: SPAN 60-PW-(SG) Date of test: 28.12.2017  
Product Code: SD83864/0020/8C02 Date of manufacture: 19.12.2017  
Batch No: 24182 Retest date: 18.12.2019

---

**Specification:** REV. 09 03.10.2017

---

**Quality Control Results**

Analytical Test Method No.	Characteristic	Specification Limit		Value	Unit	Status
		Lower	Upper			
AS039010	Addendum 00	PASS OR FAIL		Pass	-	P
	APPEARANCE @ 25°C (COLOUR)	BUFF YELLOW		Pass	-	P
AS039010	APPEARANCE @ 25°C (STATE)	SOLID		Pass	-	P
ES001010	ACID VALUE	0.0	10.0	6.5	mg KOH/g	P
AS006010	COLOUR (GARDNER)	0.0	7.0	4.5		P
ES010010	HYDROXYL VALUE	235.0	260.0	248.4	mg KOH/g	P
ES011010	IODINE VALUE	0.0	2.0	0.0	gI2/100g	P
ES014030	PEROXIDE VALUE (PH EUR)	0.0	5.0	0.1	meqO2/kg	P
FS012010	MELTING POINT	51.0	56.0	55.8	°C	P
ES018010	SAPONIFICATION VALUE	147.0	157.0	151.5	mg KOH/g	P
ES019010	SOAP CONTENT	0.0	2.0	0.2	%	P
FS022010	WATER CONTENT	0.00	1.50	1.01	%	P
LS023010	ARSENIC CONTENT	3.0PPM MAX		Pass	-	P
LS024010	HEAVY METAL (AS PB)	10 PPM MAX		Pass	-	P
FS004010	ASH CONTENT TOTAL (PHEUR)	0.5% MAX		Pass	-	P
FS004020	ASH CONTENT TOTAL (SULPHATED ASH)	0.5 MAX		Pass	-	P
ES042010	ASSAY (FATTY ACIDS)	86.0 - 76.0%		Pass	-	P

## Lampiran 14. Certificate of Analysis Span 60

**CRODA**

Certificate prepared at  
Croda Singapore Pte Ltd  
30 Seraya Avenue  
Singapore 627884

**Certificate of Analysis**

A quality management system registered to the international standard ISO 9001 was used to manufacture and test this material.

---

**Batch Details**

<b>Product Name:</b>	TWEEN 60-SS-(SG)	<b>Date of test:</b>	26.04.2017
<b>Product Code:</b>	SD82088/0200/BS03	<b>Date of manufacture:</b>	26.04.2017
<b>Batch No:</b>	24811	<b>Retest date:</b>	26.04.2019

---

**Specification:** REV. 04 03.01.2017

---

**Quality Control Results**


Analytical Test Method No.	Characteristic	Specification Limit		Value	Unit	Status
		Lower	Upper			
	Addendum 00	PASS OR FAIL		Pass	-	P
AS039010	APPEARANCE @ 25°C (COLOUR)	YELLOW		Pass	-	P
AS039010	APPEARANCE @ 25°C (TEXTURE)	SOFT		Pass	-	P
AS039010	APPEARANCE @ 25°C (STATE)	SOLID		Pass	-	P
ES001010	ACID VALUE	0.0	2.0	0.5	mg KOH/g	P
FS004020	ASH CONTENT TOTAL (SULPHATED ASH)	0.2% MAX		Pass	-	P
AS006010	COLOUR (GARDNER)	0.0	8.0	4.0		P
ES010010	HYDROXYL VALUE	81.0	96.0	83.6	mg KOH/g	P
ES011010	IODINE VALUE	0.0	5.0	0.3	gI2/100g	P
ES016010	REDUCING SUBSTANCES	0.00	2.00	0.80	ml	P
ES018010	SAPONIFICATION VALUE	45.0	55.0	49.7	mg KOH/g	P
FS022010	WATER CONTENT	0.00	3.00	2.42	%	P
LS007010	DIOXANE CONTENT	5.0 PPM MAX		Pass	-	P
LS007010	RESIDUAL ETHYLENE OXIDE	1.0 PPM MAX		Pass	-	P
LS023010	ARSENIC CONTENT	1.0 PPM MAX		Pass	-	P
LS024010	HEAVY METAL	10 PPM MAX		Pass	-	P

Lampiran 14. Certificate of Analysis Curcumin

西安小草植物科技有限责任公司  
XI'AN XIAOCAO BOTANICAL DEVELOPMENT CO.,LTD  
ADD: No.20, Fengtai South Road, Xi'an, Shaanxi Province, China ZIP CODE:710075  
TEL: +86-296269235-894 MOBILE: +86 1779142000 E-MAIL: xcaof@xiaocaokeji.com

**CERTIFICATE OF ANALYSIS**  
质检报告单

SAMPLE NAME: Curcumin  
品名: 姜黄素  
CAS NO.: 458-37-7  
STRUCTURE: 化学结构:



BATCH NO: 20180501  
批号:  
QUANTITY: 650kg  
重量:  
PRODUCTION DATE: 2018-5-13  
生产日期:

ITEMS 检测项目	SPECIFICATION 规格	RESULTS 实测
APPEARANCE 外观	orange -red or orange- yellow powder 橙红色或橙黄色粉末	orange - yellow powder 橙黄色粉末
MELTING POINT 熔点	174~179℃	176-178℃
ASSAY(HPLC) 含量(液相)	>98%	99.27%
LOSS ON DRYING 干燥失重	≤2%	0.25%

CONCLUSION: APPROVED  
结论: 合格