



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI KOPROSES KARAGENAN  
(KAPPA DAN IOTA) DENGAN PREGELATINISASI PATI  
SINGKONG PROPIONAT SEBAGAI EKSIPIEN  
SEDIAAN LEPAS TERKENDALI**

**SKRIPSI**

**EKA NOVITA CHRISTIANTI BANGUN**

**0806364523**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI SARJANA EKSTENSI FARMASI  
DEPOK  
JANUARI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI KOPROSES KARAGENAN  
(KAPPA DAN IOTA) DENGAN PREGELATINISASI PATI  
SINGKONG PROPIONAT SEBAGAI EKSIPIEN  
SEDIAAN LEPAS TERKENDALI**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Farmasi**

**EKA NOVITA CHRISTIANTI BANGUN**

**0806364523**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI SARJANA EKSTENSI FARMASI**

**DEPOK**

**JANUARI 2011**

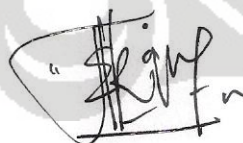
## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua  
sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya  
nyatakan dengan benar

Nama : Eka Novita Christianti Bangun

NPM : 0806364523

Tanda Tangan :



Tanggal : 3 Januari 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Eka Novita Christianti Bangun  
NPM : 0806364523  
Program Studi : S1 Farmasi  
Judul Skripsi : Preparasi dan Karakterisasi Koproces Karagenan (Kappa dan Iota) dengan Pregelatinisasi Pati Singkong Propionat sebagai Eksipien Sediaan lepas Terkendali

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan telah diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I	: Prof. Dr. Effionora Anwar, MS.	(.....)
Pembimbing II	: Dr. Arry Yanuar, MS, Ph.D	(.....)
Penguji I	: Dr. Silvia Surini, M.Pharm.Sc	(.....)
Penguji II	: Dr. Berna Elya, MS	(.....)
Penguji III	: Dra. Sabarijah WE	(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 3 Januari 2011

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa mencurahkan kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mengikuti ujian Sarjana Farmasi di Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Effionora Anwar, MS selaku pembimbing pertama skripsi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran, dan nasehat dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini serta atas diperkenankannya penulis melakukan penelitian ini.
2. Bapak Dr. Arry Yanuar, MS selaku pembimbing kedua skripsi yang juga telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran, dan nasehat dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Retnosari Andrajati, MS, Ph. D selaku pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dari awal perkuliahan hingga penelitian ini.
4. Ibu Dr. Yahdiana Harahap, MS selaku ketua Departemen Farmasi FMIPA UI yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk melaksanakan penelitian ini.
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan di Departemen Farmasi FMIPA UI yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di Departemen Farmasi FMIPA UI.
6. Seluruh keluarga, Mama, Papa, Nenes, Cici dan Ludyang yang selalu memberikan doa, kasih sayang, motivasi, nasehat, dan dukungan materi.
7. Sahabat-sahabatku yang selalu setia mendengarkan keluh kesahku dan selalu memberikan perhatian, semangat, dukungan, dan doa.
8. Seluruh teman-teman Farmasi UI yang telah membantu penulis dalam berbagai hal terutama selama masa penelitian dan penyusunan tugas akhir.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan YME yang akan membalas semua kebaikan segala pihak yang telah membantu. Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada skripsi ini, namun penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Penulis  
Januari 2011





**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Eka Novita Christianti Bangun  
NPM : 0806364523  
Program Studi : Farmasi  
Departemen : Farmasi  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi


demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Preparasi dan Karakterisasi Koproses Karagenan (Kappa dan Iota) dengan Pregelatinisasi Pati Singkong Propionat sebagai Eksipien Sediaan Lepas Terkendali

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 3 Januari 2011  
Yang menyatakan



( Eka Novita Christianti Bangun )

## ABSTRAK

Nama : Eka Novita Christianti Bangun  
Program Studi : S1 Farmasi  
Judul : Preparasi dan Karakterisasi Koproses Karagenan (Kappa dan Iota) dengan Pregelatinisasi Pati Singkong Propionat sebagai Eksipien Sediaan Lepas Terkendali.

Pregelatinisasi pati singkong propionat (PPSP) adalah hasil modifikasi fisika dan kimia pati singkong, yang diperoleh dengan mereaksikan pregelatinisasi pati singkong (PPS) dengan asam propionat 10 %. PPSP sebagai eksipien sediaan farmasi masih punya keterbatasan, khususnya dalam sediaan lepas terkendali karena sifat fungsionalnya yang tidak memenuhi persyaratan. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah melakukan koproses PPSP dengan karagenan kappa dan iota agar dapat memperbaiki kekuatan gel PPSP sehingga dapat digunakan sebagai eksipien sediaan lepas terkendali. Karagenan kappa dan iota merupakan jenis karagenan yang memiliki kekuatan gel yang tinggi. Koproses PPSP dengan karagenan kappa dan iota (1:1) dibuat pada perbandingan 1:1, 2:1, dan 3:1. Berdasarkan evaluasi yang dilakukan pada eksipien koproses, ternyata yang memenuhi persyaratan sebagai eksipien sediaan lepas terkendali adalah PPSP : [karagenan kappa:karagenan iota = 1:1] (3:1)

Kata Kunci :  
PPSP, karagenan kappa, karagenan iota, koproses  
xiv + 77 halaman; 13 gambar; 14 tabel; 27 lampiran  
Daftar acuan : 37 (1988-2010)



## ABSTRACT

Name : Eka Novita Christianti Bangun  
Field Study : Pharmacy  
Title : Preparation and Characterization of Coprocessed Carrageenan (Kappa and iota) with Cassava Starch Pregelatinized Propionate as excipient for Controlled Release Dosage Forms.

Pregelatinized cassava starch propionate (PPSP) is a result of physical and chemical modification of cassava starch, which is obtained by reacting pregelatinized cassava starch (PPS) with 10% propionic acid. PPSP as a pharmaceutical excipient still have limitations, particularly utilized in controlled release dosage form because of their functional properties which could not be used in controlled release dosage form. Therefore the aim of this research is to coprocess PPSP with kappa and iota carrageenan in order to improve gel strength of PPSP so it can be used as a controlled release dosage form excipients. Kappa carrageenan and iota carrageenan are the types that have a high gel strength. Coprocess PPSP with kappa and iota carrageenan (1:1) was made on the comparison of 1:1, 2:1, and 3:1. Based on the evaluation conducted on coprocess excipient, PPSP: [carrageenan kappa: iota carrageenan = 1:1] (3:1) was qualified as a controlled release dosage excipient.

Keywords:

PPSP, kappa carrageenan, iota carrageenan, coprocessed  
xiv + 77 pages; 13 figures; 14 tables; 27 appendixes  
Bibliography : 37 (1988-2010)

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>3</b>
2.1 Koproses .....	3
2.2 Pati singkong .....	3
2.3 Pregelatinisasi pati singkong .....	5
2.4 Pregelatinisasi pati singkong propionat .....	7
2.5 Karagenan .....	9
2.5.1 Karagenan kappa .....	9
2.5.2 Karagenan iota .....	10
2.5.4 Karagenan lamda .....	10
2.6 Sediaan Lepas Terkendali .....	12
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>14</b>
3.1 Lokasi dan waktu penelitian .....	14
3.2 Alat.....	14
3.3 Bahan .....	14
3.4 Cara kerja .....	14
3.4.1 Pembuatan pragelatinisasi pati singkong (PPS) .....	14
3.4.2 Pembuatan pragelatinisasi pati singkong propionat (PPSP) .	15
3.4.3 Pembuatan koproses PPSP – karagenan kappa dan iota .....	15
3.4.4 Karakterisasi eksipien PPSP, karagenan, dan koproses PPSP – karagenan .....	16
3.4.4.1 Karakteristik fisikokimia .....	16
3.4.4.2 Karakteristik fungsional .....	19
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>23</b>
4. 1 Pembuatan pregelatinisasi pati singkong (PPS) parsial .....	23
4.2 Pembuatan pregelatinisasi pati singkong propionat (PPSP) .....	23

4.3 Pembuatan eksipien koproses PPSP dengan karagenan kappa dan iota .....	25
4.4 Karakterisasi eksipien PPSP, karagenan, dan koproses PPSP- karagenan .....	27
4.4.1 Karakterisasi fisikokimia .....	27
4.4.2 Karakterisasi fungsional .....	37
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran.....	45
<b>DAFTAR ACUAN .....</b>	<b>46</b>

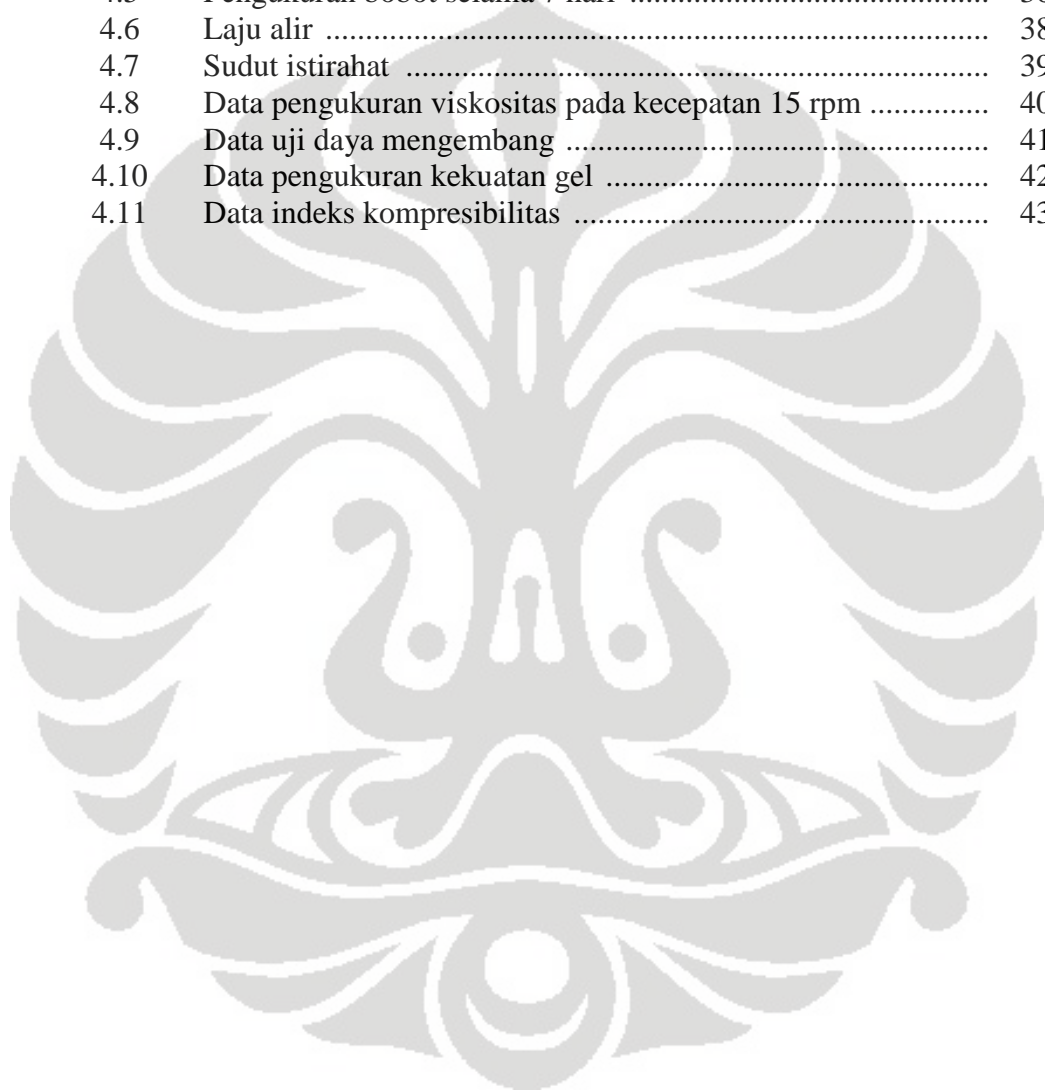


## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Struktur molekul amilosa dan amilopektin .....	4
2.2	Reaksi esterifikasi antara pati dengan asam propionat menghasilkan PPSP.....	8
2.3	Struktur kimia karagenan kappa .....	10
2.4	Struktur kimia karagenan iota .....	10
2.5	Struktur kimia karagenan lamda .....	11
4.1	Spektrum Inframerah (a) PPS dan (b) PPSP .....	25
4.2	Spektrum Inframerah (a) karagenan kappa dan (b) karagenan iota .....	27
4.3	Spektrum Inframerah (a) koproses A, (b) koproses B, (c) koproses C, (d) koproses D, dan (e) koproses E .....	28
4.4	Distribusi ukuran partikel .....	31
4.5	Bentuk partikel dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi dengan perbesaran 400X .....	34
4.6	Mikrograf SEM dengan perbesaran 1000X .....	35
4.7	Kurva sifat alir pada konsentrasi 1,5 % .....	40
4.8	Kurva daya mengembang .....	41

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
3.1	Perbandingan PPSP, kappa, dan Iota .....	15
3.2	Indeks sudut istirahat .....	20
3.3	Indeks kompresibilitas dan daya alir .....	22
4.1	Pengukuran pH .....	29
4.2	Pengukuran kadar air .....	30
4.3	Densitas bulk .....	32
4.4	Densitas mampat .....	33
4.5	Pengukuran bobot selama 7 hari .....	36
4.6	Laju alir .....	38
4.7	Sudut istirahat .....	39
4.8	Data pengukuran viskositas pada kecepatan 15 rpm .....	40
4.9	Data uji daya mengembang .....	41
4.10	Data pengukuran kekuatan gel .....	42
4.11	Data indeks kompresibilitas .....	43





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Gambar serbuk bahan yang digunakan .....	50
2	Gambar bentuk partikel pati singkong dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi .....	51
3	Gambar bentuk PPSP dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi .....	52
4	Gambar bentuk koproses E dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi .....	53
5	Mikrograf PPSP dengan perbesaran (a) 200X, (b) 1000X, (c) 2000X dan (d) 3000X .....	54
6	Mikrograf Kappa : Iota (1:1) dengan perbesaran (a) 200X, (b) 1000X, (c) 2000X dan (d) 3000X .....	55
7	Mikrograf koproses E dengan perbesaran (a) 200X, (b) 500X (c) 1000X, (d) 2000X dan (e) 3000X .....	56
8	Gambar kurva sifat alir pada konsentrasi 1,5 % .....	57
9	Data pengukuran derajat substitusi .....	59
10	Data pengukuran viskositas PPSP 1,5 % .....	60
11	Data pengukuran viskositas karagenan kappa 1,5 % pada suhu 75°C .....	61
12	Data pengukuran viskositas karagenan iota 1,5 % pada suhu 75°C .....	62
13	Data pengukuran viskositas kappa : iota (1:1) 1,5 % pada suhu 75°C .....	63
14	Data pengukuran viskositas koproses A 1,5 % pada suhu 75°C .....	64
15	Data pengukuran viskositas koproses B 1,5 % pada suhu 75°C .....	65
16	Data pengukuran viskositas koproses C 1,5 % pada suhu 75°C .....	66
17	Data pengukuran viskositas koproses D 1,5 % pada suhu 75°C .....	67
18	Data pengukuran viskositas koproses E 1,5 % pada suhu 75°C .....	68
19	Data pengukuran distribusi ukuran partikel pada kecepatan 15 rpm selama 20 menit .....	69
20	Data pengukuran densitas bulk .....	70
21	Data pengukuran densitas mampat .....	71
22	Data pengukuran laju alir .....	72
23	Data pengukuran sudut istirahat .....	73
24	Data pengukuran kekuatan gel .....	74
25	Data pengukuran indeks kompresibilitas .....	75
26	Sertifikat analisis karagenan kappa .....	76
27	Sertifikat analisis karagenan iota .....	77

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Lahan di Indonesia merupakan tempat yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan pati singkong. Pati singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan eksipien sediaan farmasi, namun masih memiliki keterbatasan dalam hal nilai kompresibilitas dan laju alir yang buruk, serta sifat pati yang tidak mempunyai kemampuan untuk membentuk gel dalam air dingin. Hal tersebut menyebabkan pati tidak dapat digunakan sebagai eksipien sediaan lepas terkendali, sehingga dibutuhkan suatu modifikasi fisika dan kimia pati untuk memperbaiki karakteristiknya, seperti modifikasi pati menjadi pregelatinisasi pati singkong (PPS) dan pregelatinisasi pati singkong propionat (PPSP).

PPSP dapat dimanfaatkan sebagai pengikat pada proses pembuatan tablet secara cetak langsung dan granulasi basah (Juang, 2007), sebagai penyalut lapis tipis pada tablet (Sugiyanti, 2007) dan sebagai penghancur (Anggraeni, 2008). Namun PPSP belum dapat digunakan sebagai eksipien dalam sediaan lepas terkendali karena sifat fungsionalnya yang tidak memenuhi persyaratan, khususnya karena kekuatan gelnya yang rendah. Oleh sebab itu, PPSP tidak dapat dimanfaatkan sebagai pembentuk matriks tunggal dalam sediaan tablet lepas terkendali (Mayvita, 2009). Akan tetapi kombinasi PPSP dan HPMC dapat menghambat pelepasan obat dibanding penggunaan PPSP secara tunggal (Rezki, 2008). Sedangkan kombinasi PPSP dengan etil selulosa (80:20) diteliti dapat menahan pelepasan zat aktif dari granul pada mukosa lambung selama maksimal 2 jam dan dalam usus minimal 12 jam (Dewirani, 2008).

Berdasarkan permasalahan tersebut dalam penelitian ini dilakukan koproses untuk meningkatkan sifat fungsional PPSP, yaitu dengan mengkombinasi PPSP dengan karagenan kappa dan iota. Koproses memiliki beberapa keuntungan, yaitu efisiensi kerja, eksipien baru dengan karakteristik yang diinginkan, dan mengembangkan formula yang sulit diproduksi (Nachaegari, 2004). Karagenan kappa dan iota berasal dari rumput laut jenis *Euchema cottonii*

dan *Euchema spinosum* yang hidup dan berkembang di hampir seluruh perairan Indonesia. Karagenan dapat digunakan sebagai eksipien dalam sediaan farmasi. Kappa dan iota merupakan jenis karagenan yang dapat membentuk gel yang kuat. Suryaningrum (1988) menyatakan bahwa karagenan dapat membentuk gel secara reversibel, artinya dapat membentuk gel pada saat pendinginan dan kembali cair pada saat dipanaskan. Pembentukan gel terjadi saat rantai dari satu karagenan bertemu dengan rantai lain yang sama untuk membentuk *double heliks*, kemudian *double heliks* ini akan saling bergabung membentuk jaringan tiga dimensi.

Oleh sebab itu karagenan dapat dimanfaatkan sebagai matriks untuk tablet lepas tertahan (*sustained release*) (Wade, 2006). Ghaly (2006), melaporkan bahwa karagenan dapat digunakan sebagai pembentuk layer bioadhesif, bila dikombinasi dengan eudragit. Kombinasi ini dapat meningkatkan karakteristik masing-masing polimer sehingga dapat dimanfaatkan dalam sediaan bioadhesif. Menurut Guisley, *et al.* (1980) kombinasi kappa dan iota (1:1) dapat meningkatkan elastisitas gel. Campuran karagenan kappa dan iota tersebut penting untuk mendapatkan kekuatan gel yang baik.

Diharapkan dari koproses antara PPSP dengan karagenan kappa dan iota ini, dapat meningkatkan sifat fungsional secara sinergis dan menutupi sifat yang tidak diinginkan dari masing-masing eksipien. Karagenan memperbaiki kekuatan gel PPSP sehingga eksipien koproses ini dapat digunakan untuk eksipien sediaan lepas terkendali.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Membuat dan mengkarakterisasi eksipien koproses pregelatinisasi pati singkong propionat (PPSP) dengan karagenan kappa dan iota sebagai eksipien sediaan lepas terkendali.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 KOPROSES

Koproses merupakan suatu konsep baru dari dua atau lebih eksipien yang berinteraksi pada tingkat subpartikel. Tujuan koproses adalah meningkatkan fungsionalitas secara sinergis dan menutupi sifat yang tidak diinginkan dari masing-masing eksipien. Eksipien yang mengalami koproses dibuat dengan menggabungkan satu eksipien ke dalam struktur partikel eksipien lain menggunakan proses tertentu seperti pengeringan bersama (*co-drying*). Produk koproses yang mengandung dua polimer yang berbeda sifat fungsional, setelah terjadi proses pengeringan, menghasilkan karakteristik baru yang berbeda dari polimer asalnya, seperti meningkatkan viskositas atau meningkatkan kekuatan gel, tetapi tidak terjadi reaksi secara kimiawi (Nachaegari, 2004).

Eksipien yang telah mengalami koproses memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan campuran fisik komponen atau masing-masing komponen. Koproses juga menawarkan beberapa keuntungan, yaitu efisiensi kerja, menghasilkan eksipien baru dengan karakteristik yang diinginkan, dan membantu pengembangan formula yang sulit diproduksi (Nachaegari, 2004).

Tahapan-tahapan yang terdapat dalam proses pembuatan eksipien koproses terdiri dari: 1) mengidentifikasi eksipien yang akan dimodifikasi secara koproses, yaitu dengan mempelajari karakteristik dan fungsi yang diinginkan; 2) menentukan jumlah atau macam eksipien yang akan dikombinasikan; 3) memperkirakan ukuran partikel yang dibutuhkan untuk koproses, karena hal tersebut sangat penting ketika salah satu komponen bahan di proses pada fase terdispersi; 4) memilih proses pengeringan yang sesuai, seperti *spray drying* atau *flash drying*; dan 5) mengoptimalkan proses. (Nachaegari, 2004)

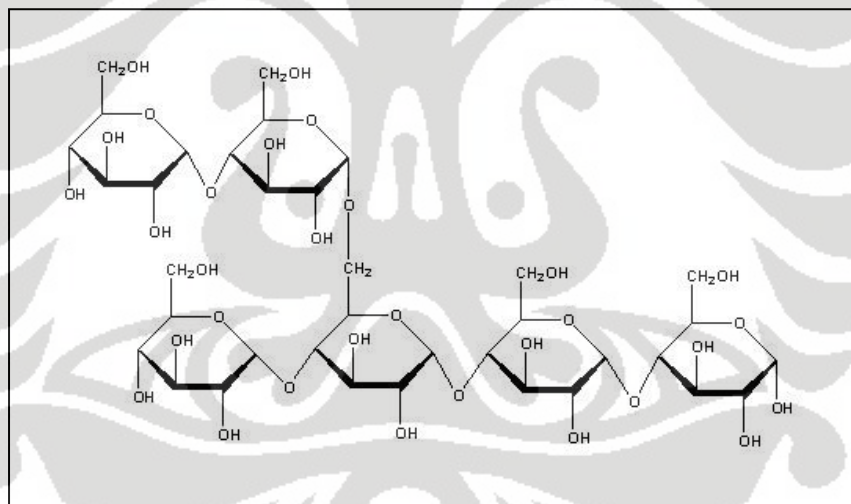
### 2.2 PATI SINGKONG

Pati singkong berasal dari umbi akar *Manihot utilissima* Pohl (Familia *Euphorbiaceae*) yang diperoleh melalui proses pengupasan kulit, pencucian, pamarutan, pemerasan atau ekstraksi dan pengeringan.



Pati singkong merupakan polisakarida berbentuk butir tunggal, agak bulat atau bersegi banyak. Hilus ditengah berupa titik, garis lurus atau bercabang tiga. Lamela tidak jelas, konsentris. Butir majemuk sedikit, terdiri dari 2 atau 3 butir tunggal yang tidak sama bentuknya. Pemerian berupa serbuk halus putih. Praktis tidak larut dalam air dingin dan etanol. Komponen utamanya ialah pati 73,3–84,9% (amilosa 14% dan amilopektin 86%), lemak 0,7%, protein 0,2%, abu 0,2% dan fosfor (Farmakope Indonesia edisi IV).

Pati merupakan cadangan karbohidrat dalam bentuk granul pada tanaman yang diisolasi dari umbi tumbuhan dan endosperma biji-bijian. Granul pati terbagi atas 2 struktur polimer glukosa, yaitu amilosa (normalnya 20-30%) dan amilopektin (normalnya 70-80%), lipid, protein, dan ion mineral. Amilosa dan amilopektin mengandung polimer dari unit  $\alpha$ -D-glukosa. Dalam amilosa diikat  $-(1\rightarrow4)-$ , dengan cincin atom oksigen disisi yang sama. Pada amilopektin, satu residu pada tiap 20 atau lebih diikat  $-(1\rightarrow6)-$  dari titik awal cabang.



Gambar 2.1. Struktur molekul amilosa dan amilopektin (Wade, 2006)

Pati dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pati murni (*native starch*) dan pati yang telah dimodifikasi (*modified starch*). Pati murni diproduksi melalui proses pemisahan secara alamiah tanpa penambahan zat ataupun bahan kimiawi lain. Penggunaan pati murni terbatas dalam industri farmasi, yaitu sebagai bahan pengisi tablet bagi bahan obat yang mempunyai daya alir baik atau sebagai musilago, bahan pengikat dalam pembuatan tablet cara granulasi basah. Hal ini



dikarenakan karakteristiknya yang tidak mendukung, misalnya daya alir yang kurang baik dan tidak punya sifat pengikat (Yulita, 2009).

Modifikasi pati dilakukan untuk mengatasi satu atau lebih kekurangan pada pati, sehingga dapat diaplikasikan untuk berbagai macam industri dengan mengubah struktur pati secara fisika, kimia, maupun enzimatis. Modifikasi kimia meliputi esterifikasi, eterifikasi, hidrolisis, ikatan silang, dan oksidasi. Modifikasi fisika meliputi prigelatinisasi dan pengeringan kembali pati. Sedangkan modifikasi enzimatis dilakukan dengan bantuan enzim, misalnya dengan enzim  $\alpha$ -amilase. (Wurzburg, 1989).

### 2.3 PREGELATINISASI PATI SINGKONG

Prigelatinisasi pati adalah pati yang telah mengalami proses gelatinasi dan pengeringan secara cepat. Proses ini melibatkan air dan pemanasan sehingga mengakibatkan pecahnya sebagian atau seluruh granula pati dan bersifat ireversibel.

Berdasarkan metode pembuatan dan rusaknya granula pati, pati terprigelatinisasi terbagi dua golongan yaitu prigelatinisasi sempurna dan prigelatinisasi parsial. Pada pati prigelatinisasi sempurna sifat *birefringence* benar-benar hilang. Hal ini bisa diamati dengan menggunakan mikroskop terpolarisasi, dimana tidak ada satu pun granula yang masih berbentuk kristal. Sedangkan pada pati prigelatinisasi parsial, masih ada granula yang memiliki sifat *birefringence*, sehingga terlihat kristal yang berwarna (Wade, 2006). Prigelatinisasi pati parsial bekerja sebagai pengikat dan penghancur. Prigelatinisasi pati sempurna tidak memiliki kemampuan sebagai penghancur, hanya berfungsi sebagai pengikat. Namun prigelatinisasi pati, baik sempurna maupun parsial, memiliki daya alir yang baik dan kompresibel sehingga dapat digunakan sebagai bahan penolong dalam pembentukan cetak langsung (Paziri, 2008; Yulita, 2009).

Prigelatinisasi pati sempurna diperoleh dengan memanaskan pati pada suhu 68-92°C dan mengandung air tidak kurang dari 42% berat kering pati sampai terbentuk massa jernih yang kemudian dikeringkan. Bila pati dimasukkan ke dalam air dingin, granula pati akan menyerap air dan membengkak. Penambahan

air ini dapat merusak kristalinitas dan keteraturan bentuk amilosa, namun setelah mengembang granula pati dapat kembali ke kondisi semula. Peningkatan volume granula pati terjadi di dalam air pada suhu  $55^{\circ}\text{C} - 65^{\circ}\text{C}$ . Granula pati akan mengembang luar biasa sampai strukturnya pecah dan tidak dapat kembali lagi pada kondisi semula. Pada saat granula mulai berinteraksi dengan molekul air serta dengan adanya peningkatan suhu, terjadilah pemutusan sebagian besar ikatan molekuler yang ditandai dengan pengembangan granula. Amilosa mulai berdifusi keluar dari granula sehingga yang tertinggal hanyalah molekul amilopektin. Kondisi ini tidak bertahan lama karena dinding granula akan segera pecah sehingga menghasilkan massa seperti gel (Wurzburg, 1989). Perubahan tersebut dinamakan gelatinisasi. Suhu pada saat granula pati mengembang dan pecah disebut suhu gelatinisasi, berkisar antara  $45^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ , tergantung dari asal usul masing-masing pati. Hal ini dapat dilakukan dengan penambahan air panas (Food Chemical Codex, 2004).

Pregelatinisasi pati parsial diperoleh dengan mendispersikan pati singkong dalam air membentuk suatu suspensi, yang mengandung 35% pati singkong (b/v). Kemudian suspensi pati singkong dikeringkan dengan alat *double drum drier* yang telah diatur suhunya yaitu  $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Lapisan atau serpihan-serpihan tipis yang diperoleh ditampung lalu dihaluskan dengan *disc mill* yang didalamnya terdapat pengayak dengan ukuran 80 mesh (Anwar, 2006). Dalam pregelatinisasi pati parsial masih terdapat beberapa granula pati, namun hanya sedikit. Pengamatan granula pati ini dapat dilihat dengan bantuan mikroskop cahaya terpolarisasi.

Pati yang telah mengalami gelatinisasi dapat dikeringkan, tetapi molekul-molekulnya tidak dapat kembali lagi ke sifat-sifat semula. Setelah dikeringkan, bahan tersebut masih mampu menyerap air dalam jumlah yang cukup besar (Yulita, 2009).

Ada tiga metode pengeringan pada pembuatan pregelatinisasi pati, yaitu menggunakan *spray dried*, *roll dried*, dan *drum dried* (Paziri, 2008). Dengan *spray dried* akan dihasilkan pregelatinisasi pati berbentuk sferis, biasanya terdapat sel udara ditengah. Cara pembuatannya mula-mula pati dimasak dalam air kemudian pasta panas disemprotkan kedalam ruang pengering (*chamber*). Dengan

*roll dried* dihasilkan partikel yang tampak transparan, tipis, platelet yang tidak teratur, sebagian mirip pecahan kaca. Produk ini dimasak secara simultan dan dikeringkan diatas *roll* panas. Sedangkan dengan *ektruded or drum dried* dihasilkan partikel yang lebih tebal dan tidak beraturan dibandingkan hasil dari *roll-dried*. Suspensi pati dituangkan pada celah diantara drum dan kedua drum tersebut akan mengeringkan serpihan-serpihan. Massa yang sudah dikeringkan kemudian digiling dan diayak untuk menghasilkan ukuran partikel yang diinginkan.

#### 2.4 PREGELATINISASI PATI SINGKONG PROPIONAT

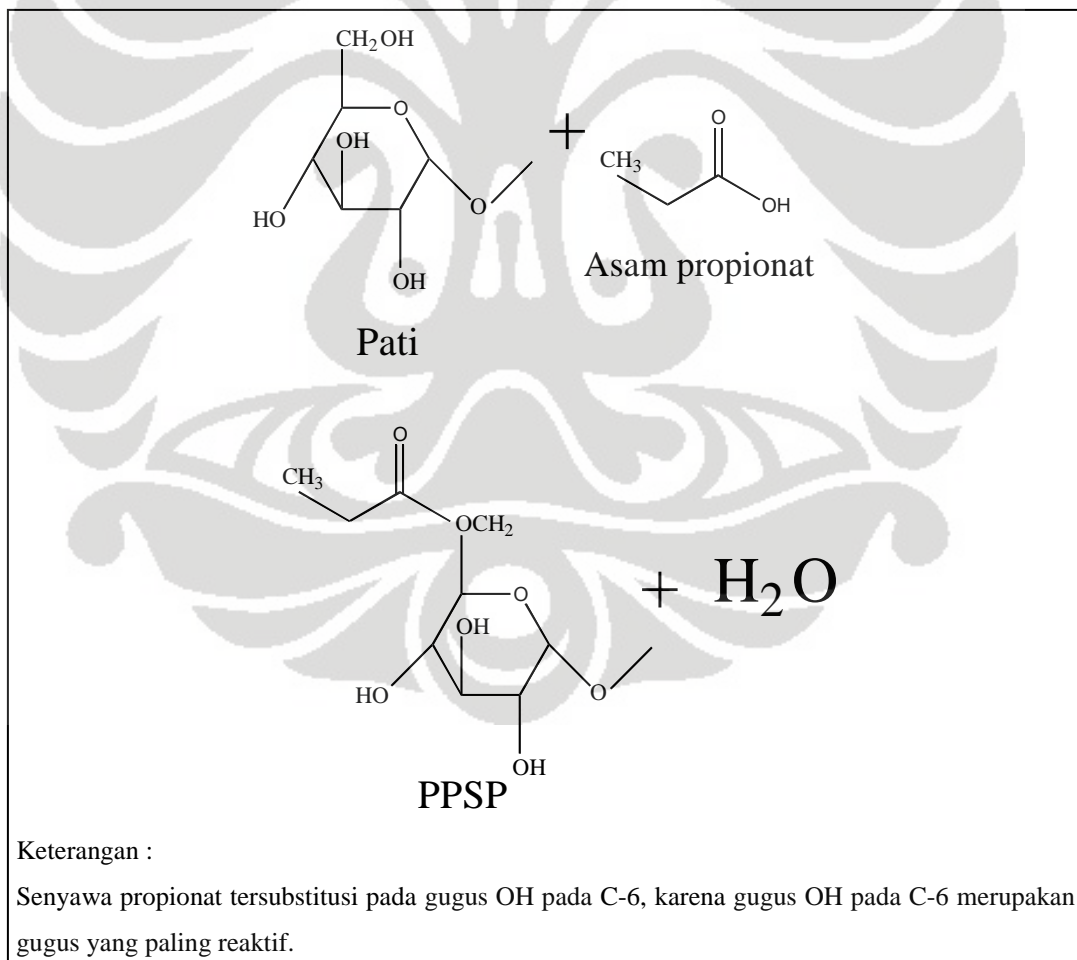
Esterifikasi merupakan proses modifikasi pati dengan cara mereaksikan pati dengan asam karboksilat atau turunannya. Ester-ester pati dengan derajat substitusi tinggi merupakan hasil yang diharapkan, karena kelarutannya yang tinggi dan lebih baik dalam beberapa pelarut serta sifat termoplastisnya dibandingkan dengan pati yang tidak teresterifikasi (Wurzburg, 1989).

Proses reaksi esterifikasi ada yang langsung menggunakan turunan dari asam karboksilat, contohnya asam stearat, asam suksinat, asam asetat, asam formiat, asam maleat, dan asam ftalat. Namun ada juga yang secara tidak langsung menggunakan turunan dari asam karboksilat, misalnya dengan menggunakan anhidrida atau asil hidrida.

Pemilihan metode tersebut disesuaikan dengan sifat pati termodifikasi yang diinginkan. Bila digunakan metode *nonaqueous* (anhidrat), maka merupakan reaksi antara : asam karboksilat anhidrat dalam piridin, DMSO (dimetilsulfoksida) dengan anhidrida, asilasi dengan asam karboksilat rantai panjang dan campuran asam karboksilat-alkali *aqueous*. Sementara itu bila digunakan media *aqueous* akan menghasilkan pati termodifikasi dengan nilai derajat substitusi yang lebih rendah. Penelitian ini sudah pernah dilakukan oleh Paziri (2007). Beliau mereaksikan anhidrida propionat dengan pati dalam NaOH dengan menjaga kondisi pH 8-9 dan suhu diturunkan sampai dibawah 15°C. Setelah proses esterifikasi selesai, suspensi pati tersebut dinetralkan dengan HCl kemudian dicuci dengan aquadest. Pada pencucian tahap akhir ini harus dilakukan dengan cermat

agar kadar Na dan Cl dapat diminimalisasi. Adanya Na dan Cl dapat mengganggu dalam proses karakterisasi.

Pada penelitian kali ini, pembentukan pragelatinisasi pati singkong propionat (PPSP) dilakukan dengan mereaksikan pregelatinisasi pati singkong dengan asam propionat. Reaksi esterifikasi dilakukan dengan mensubstitusi gugus karboksilat (asam propionat) pada molekul anhidroglukosa pada pati, dengan menggunakan media aqueous. Gugus hidroksil (OH) pati akan tersubstitusi oleh asam karboksilat. Gugus OH yang dapat disubstitusi pada PPS adalah gugus OH dari glukosa pada ujung rantai pereduksi baik dari amilosa maupun amilopektin. Gugus OH pada C-6 merupakan gugus OH yang paling reaktif, selanjutnya adalah C-2 dan C-3. Karena digunakan media semi-air (*semi aqueous*), maka ada kemungkinan pada hasil proses esterifikasi akan menghasilkan derajat substitusi yang rendah (<0,5). (Hustiany, 2006)



Gambar 2.2. Reaksi esterifikasi antara pati dengan asam propionat menghasilkan PPSP



## 2.5 KARAGENAN

Karagenan merupakan getah rumput laut yang didapat dari hasil ekstraksi rumput laut merah (*Rhodophyceae*) yang menggunakan air panas atau larutan alkali pada temperatur tinggi. Kemudian diendapkan melalui alkohol atau KOH. Alkohol yang digunakan yaitu metanol, etanol, atau isopropanol. Karagenan terdapat dalam dinding sel rumput laut atau matriks intraselulernya. Karagenan merupakan bagian penyusun yang besar dari berat kering rumput laut dibandingkan dengan komponen yang lain. Jumlah dan posisi sulfat membedakan macam-macam polisakarida *Rhodophyceae*. Polisakarida tersebut harus mengandung 20 % sulfat berdasarkan berat kering untuk diklasifikasikan sebagai karagenan.

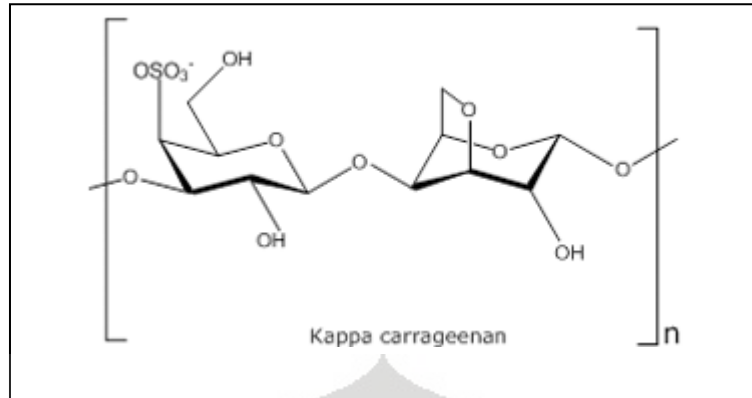
Karagenan tidak memiliki nilai gizi, tapi bisa digunakan sebagai bahan pengental, pembuatan gel, penstabil, pengikat bahan (*film former*) dan pencegah terjadinya pelepasan air (*syneresis inhibitor*). (Wade, 2006; Glicksman, 1983)

Karagenan adalah suatu bentuk polisakarida linear dengan berat molekul di atas 100 kDa (WHO 1999). Karagenan tersusun dari perulangan unit-unit galaktosa dan 3,6-anhidro galaktosa (3,6-AG). Keduanya, baik yang berikatan dengan sulfat atau tidak, dihubungkan dengan ikatan glikosidik  $\alpha$ -1,3 dan  $\beta$ -1,4 secara bergantian. Jenis – jenis karagenan antara lain adalah karagena kappa, iota, dan lamda.

### 2.5.1 Karagenan kappa

Karagenan kappa dihasilkan dari rumput laut jenis *Eucheuma cottonii*. Persentase kandungan ester sulfatnya 25-30 %. Karagenan kappa tersusun dari  $\alpha$ (1,3)-D-galaktosa-4-sulfat dan  $\beta$ (1,4)-3,6-anhidro-D-galaktosa. Karagenan kappa juga mengandung D-galaktosa-6-sulfat ester dan 3,6-anhidro-D-galaktosa-2-sulfat ester. Adanya gugusan 6-sulfat, dapat menurunkan daya gelasi dari karagenan, tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya transeleminasi gugusan 6-sulfat, yang menghasilkan 3,6-anhidro-D-galaktosa.

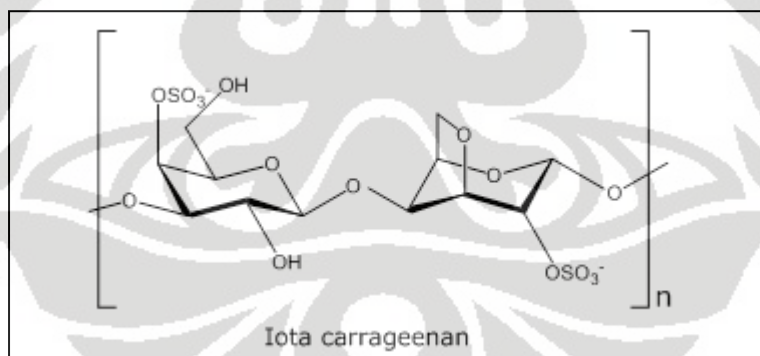




Gambar 2.3 Struktur kimia karagenan kappa (Wade, 2006)

### 2.5.2 Karagenan Iota

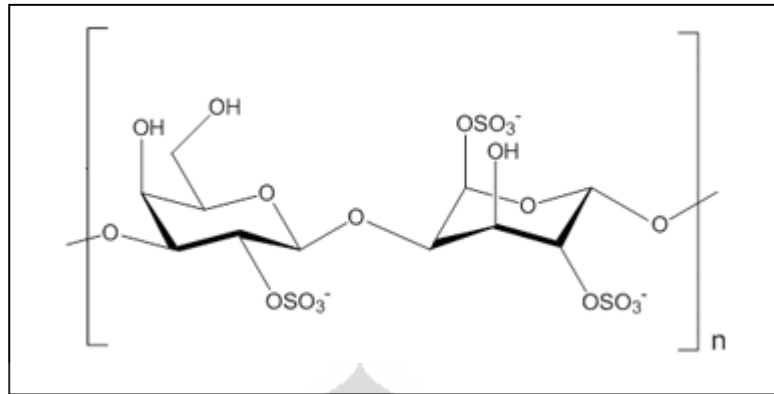
Karagenan iota dihasilkan dari *Eucheuma spinosum*. Persentase kandungan ester sulfatnya 28-35 %. Karagenan iota ditandai dengan adanya 4-sulfat ester pada setiap residu D-glukosa dan gugusan 2-sulfat ester pada setiap gugusan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Gugusan 2-sulfat ester tidak dapat dihilangkan oleh proses pemberian alkali seperti kappa karagenan. Karagenan iota sering mengandung beberapa gugusan 6-sulfat ester yang menyebabkan kurangnya keseragaman molekul yang dapat dihilangkan dengan pemberian alkali



Gambar 2.4 Struktur kimia karagenan iota (Wade, 2006)

### 2.5.3 Karagenan Lamda

Karagenan lamda dihasilkan dari *Chondrus crispus*. Persentase kandungan ester sulfatnya 32-39 %. Karagenan lamda berbeda dengan kappa dan iota karagenan, karena memiliki residu disulfat  $\alpha$  (1-4) D-galaktosa, sedangkan kappa dan iota karagenan selalu memiliki gugus 4-sulfat ester.



Gambar 2.5 Struktur kimia karagenan lamda (Wade, 2006)

Karagenan kappa dan iota merupakan jenis karagenan yang dapat membentuk gel. Pembentukan gel terjadi saat rantai dari satu karagenan bertemu dengan rantai lain yang sama untuk membentuk *double heliks*, kemudian *double heliks* ini akan saling bergabung membentuk jaringan tiga dimensi. Sedangkan untuk karagenan lamda tidak membentuk gel.

Pembentukan gel adalah suatu fenomena penggabungan atau pengikatan silang dari rantai-rantai polimer sehingga terbentuk suatu jala tiga dimensi yang bersambungan. Selanjutnya jala ini menangkap atau mengimobilisasi air didalamnya dan membentuk struktur yang kuat dan kaku. Sifat pembentukan gel ini beragam dari satu jenis hidrokoloid ke jenis lain, tergantung pada jenisnya. Gel mempunyai sifat seperti padatan, khususnya sifat elastik dan kekakuan.

Karagenan kappa dan iota merupakan fraksi yang mampu membentuk gel dalam air dan bersifat *reversible* yaitu meleleh jika dipanaskan dan membentuk gel kembali jika didinginkan. Proses pemanasan dengan suhu yang lebih tinggi dari suhu pembentukan gel akan mengakibatkan polimer karagenan dalam larutan menjadi *random coil* (acak). Bila suhu diturunkan, maka polimer akan membentuk struktur *double helix* (pilinan ganda) dan apabila penurunan suhu terus dilanjutkan polimer-polimer ini akan terikat silang secara kuat dan dengan makin bertambahnya bentuk heliks akan terbentuk agregat yang bertanggung-jawab terhadap terbentuknya gel yang kuat (Glicksman 1983). Jika diteruskan, ada kemungkinan proses pembentukan agregat terus terjadi dan gel akan mengerut sambil melepaskan air. Proses terakhir ini disebut sineresis.

Kemampuan pembentukan gel pada karagenan kappa dan iota terjadi pada saat larutan panas yang dibiarkan menjadi dingin karena mengandung gugus 3,6-anhidrogalaktosa. Adanya perbedaan jumlah, tipe dan posisi gugus sulfat akan mempengaruhi proses pembentukan gel. Potensi membentuk gel dan viskositas larutan karagenan akan menurun dengan menurunnya pH, karena ion H<sup>+</sup> membantu proses hidrolisis ikatan glikosidik pada molekul karagenan.

## 2.6 SEDIAAN LEPAS TERKENDALI

Sediaan lepas terkendali didefinisikan sebagai jenis sediaan yang menghantarkan obat pada kecepatan yang dikontrol oleh sifat pembawanya melampaui kontrol dari kondisi lingkungan seperti pH saluran cerna ataupun waktu tinggal obat melalui saluran tersebut. Agar sediaan lepas terkendali berhasil mencapai tujuannya, obat harus dapat terlepas pada kecepatan yang telah ditentukan, larut dalam saluran cerna, memiliki waktu tinggal yang cukup pada saluran cerna, dan diabsorpsi pada kecepatan yang dapat menghindari obat termetabolisme dan akhirnya mengalami eliminasi. Pada penggunaan oral, kerja obat dicapai dengan mempengaruhi kecepatan obat dilepaskan atau memperlambat waktu tinggalnya dalam saluran cerna (Ansel, 1999).

Sistem penghantaran obat dengan lepas terkendali memiliki macam-macam mekanisme pelepasan yaitu:

1. Sistem pelepasan obat yang dikendalikan secara difusi

Pada mekanisme ini, obat dapat berdifusi keluar melalui sistem matriks dan *reservoir* (Hillery, 1989). Pada sistem *reservoir*, inti obat dienkapsulasi dalam membran polimer, sehingga difusi obat melalui membran dapat dikendalikan kecepatannya. Mekanisme pelepasan obat yang terjadi berawal dari terlarutnya obat di dalam membran dan diikuti oleh difusi dan terlepasnya obat dari permukaan pada sisi lain dari membran (Peppas, 1993).

Pada sistem matriks, obat secara seragam terlarut dan terdispersi di dalam polimer. Pada sistem ini, pelepasan obat difasilitasi oleh disolusi yang bertahap dari matriks dan dikendalikan oleh kelarutan dan porositas matriks (Hillery, 1989). Sistem matriks dapat memberikan pelepasan obat yang tidak konstan, karena dengan meningkatnya jarak difusi menyebabkan molekul obat yang berada

di bagian tengah membutuhkan waktu yang lebih lama untuk berdifusi keluar dari matriks (Hillery, 1989).

2. Sistem pelepasan obat yang dikendalikan secara disolusi

Pelepasan obat pada sistem ini dikendalikan dengan mengatur kecepatan melarutnya polimer yang digunakan (Peppas, 1999). Sistem ini dapat digunakan untuk menahan pelepasan obat melalui cara yang berbeda-beda.

3. Sistem pelepasan obat yang dikendalikan melalui proses osmosis.

Osmosis didefinisikan sebagai proses berpindahnya air melalui membran semipermeabel ke dalam suatu larutan. Akibat perpindahan air, maka terjadi peningkatan tekanan di dalam larutan, tekanan yang dihasilkan dinamakan tekanan osmotik (Hillery, 1989). Pada sistem ini, membran semipermeabel digunakan untuk mengendalikan permeasi dari air, sehingga kecepatan air yang masuk akan mengendalikan kecepatan pelepasan obat.

4. Sistem pelepasan obat yang dikendalikan melalui proses *swelling*

Ketika suatu polimer kontak dengan air, maka terjadi penyerapan air yang menyebabkan polimer dapat mengembang, sehingga obat yang terdispersi di dalam polimer akan berdifusi keluar. Akibatnya, pelepasan obat bergantung pada dua proses kecepatan yang simultan yaitu antara proses berdifusinya air ke dalam polimer dan peregangan rantai polimer. Proses mengembang yang terjadi selanjutnya pada matriks menyebabkan obat berdifusi pada kecepatan yang lebih tinggi (Peppas, 1993).

5. Sistem pelepasan obat melalui proses erosi

Pada sistem ini, polimer pada matriks akan mengalami erosi atau pengikisan karena terbentuk ikatan labil akibat reaksi yang terjadi secara hidrolisis maupun enzimatis. Seiring dengan terkikisnya polimer, maka obat akan dilepaskan ke dalam medium di sekitarnya (Peppas, 1993).

6. Sistem pelepasan obat yang dikendalikan berdasarkan respon lingkungan

Mekanisme pelepasan obat yang terjadi didasarkan atas respon yang diberikan akibat terjadi perubahan pada lingkungan luar. Contohnya pelepasan obat dapat dikendalikan dengan adanya perubahan pada pH, kekuatan ionik yang berdampak pada mengembangnya suatu polimer, daya magnet, ultrasonik dan suhu sekitar (Hillery, 1989; Peppas, 1993).



## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasetika dan Laboratorium Formulasi Tablet Departemen Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, pada bulan Oktober hingga Desember 2010.

#### 3.2 ALAT

*Double drum drier* (R. Simon Dryers, Inggris), *disc mill*, *Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red* (Shimadzu), pH meter (Eutech Instrument pH 510), *moisture analyzer* AMB 50 (Adam, Amerika), ayakan (Retsch Technology, Jerman), *bulk-tapped density* (pharmeq 245-2E, Indonesia), mikroskop cahaya polarisasi BH-2 Tipe PM 10A05 (Olympus, USA), *Scanning Electron Microscopy* LEO 420i (Oxford, Inggris), flowmeter (Erweka GDT, Jerman), viskometer Brookfield (Brookfield Synchroelectric, USA), *texture analyzer* (Rheoner 3305, Jerman), *homogenizer*, timbangan analitik, oven, buret, magnetic stirrer, cawan petri, desikator, pot plastik dan alat-alat gelas.

#### 3.3 BAHAN

Pati singkong (PT. Sungai Budi, Lampung), karagenan kappa semirefined ICNU 306 (PT. Galic Artha Bahari, Bekasi), karagenan iota semirefined ID1006 (PT. Galic Artha Bahari, Bekasi), asam propionat (Merck, Indonesia), alkohol 95%, HCl (Merck, Jerman),  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ , indikator fenolftalein, NaOH, indikator metil merah, dapar fosfat, silika gel, aquadest.

#### 3.4 CARA KERJA

##### 3.4.1 Pembuatan pragelatinasi pati singkong (PPS)

Pati singkong didispersikan dalam air membentuk suspensi, mengandung 35% pati singkong. Kemudian suspensi pati singkong dikeringkan dengan alat



*double drum drier* yang telah diatur suhunya yaitu  $80^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Lapisan atau serpihan-serpihan tipis yang diperoleh ditampung lalu dihaluskan dengan *disc mill* yang didalamnya terdapat pengayak dengan ukuran 60 mesh. Hasilnya berupa serbuk pati terpregelatinisasi parsial. (Anwar, 2006)

### 3.4.2 Pembuatan pragelatinasi pati singkong propionat (PPSP)

10 ml asam propionat, ditambahkan alkohol 95% lalu dicukupkan hingga 100 ml dan diaduk dengan stirer. Ke dalam larutan tersebut dimasukkan  $\pm 100$  gram pati terpregelatinisasi parsial sedikit demi sedikit sambil terus diaduk dengan pengadukan selama 30 menit, lalu pati dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam. Pati selanjutnya dipanaskan dalam oven pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam, selanjutnya pati dicuci dengan alkohol 95% sebanyak 4 kali. Lalu pati dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam. Hasilnya diayak dengan ayakan mesh 45. (Varavinit, 2001; Panjaitan, 2007)

### 3.4.3 Pembuatan koproses PPSP - karagenan kappa dan iota

PPSP dan karagenan (karagenan kappa dan iota) masing-masing didispersikan dalam pelarut aquadest. Kemudian PPSP dan karagenan dicampur dengan perbandingan tertentu. Lalu dilakukan pengadukan dengan menggunakan *homogenizer* 1000rpm sekitar 30 menit dan dilakukan pengeringan dengan alat *drum drier*. Lapisan atau serpihan yang diperoleh dihaluskan dengan *disc mill* yang didalamnya terdapat pengayak dengan ukuran 60 mesh.

Tabel 3.1. Perbandingan PPSP, kappa, dan Iota

Sampel	A	B	C	D	E
PPSP	1	1	1	3	2
kappa	1				
iota		1			
Kappa-iota (1:1)			1	2	3

### 3.4.4 Karakterisasi eksipien PPSP, karagenan, dan koproses PPSP-karagenan

#### 3.4.4.1 Karakterisasi fisikokimia

- FTIR (Fourier Transformation Inframerah )

Sampel dicampurkan dengan kristal KBr, yang sebelumnya sudah dikeringkan, dengan perbandingan sampel dan KBr adalah 1:50. Campuran ini dimasukkan dalam suatu wadah berbentuk cakram untuk membentuk pelet. Pelet ini dimasukkan kedalam *Fourier Transformation Infra Red* (FTIR) untuk dibaca. Pemeriksaan dilakukan pada bilangan gelombang 500 sampai 4000  $\text{cm}^{-1}$ . Pemeriksaan sampel dengan *Fourier Transformation Infra Red* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan gugus fungsi pada koproses PPSP-Karagenan. Seharusnya koproses PPSP-Karagenan tidak mengalami perubahan gugus fungsional (tetap memiliki gugus fungsi yang sama dengan kedua induknya). (Piyakulawat, 2007)

- Penentuan Derajat Substitusi

PPSP dan sampel hasil koproses diambil sebanyak 500 gram. Ke dalam bahan tersebut ditambahkan 5 ml NaOH 0,25 M. Campuran ini diaduk dengan stirrer selama 30 menit. Kelebihan NaOH dititrasi dengan 0,1 M HCl sampai netral, yang sebelumnya telah ditambahkan indikator pp 1 % sebanyak 3 tetes. Titik akhirnya terjadi perubahan warna dari merah muda menjadi tidak berwarna. (Hustiany, 2006)

Perhitungan derajat substitusi (DS) adalah :

$$DS = 162 M (B-S) / 1000 W$$

Dimana :

DS = jumlah gugus hidroksil yang terasilasi

162 = berat molekul anhidroglukosa

- M = molaritas HCl (mol/liter)  
 B = volume HCL 0,1 M pada blanko (ml)  
 S = volume HCL 0,1 M pada sampel (ml)  
 W = berat sampel (gram)

- Pengukuran pH

Kalibrasi pH meter dengan larutan dapar pH 3 dan pH 7. Timbang sampel kurang lebih satu gram, larutkan dalam 20 ml aquadest. Kemudian dicukupkan dengan aquadest hingga 100 ml dan dihomogenkan. Biarkan sampel selama 1 jam sampai sampel mengendap. Ukur pH supernatan sampel.

- Kadar Air

Alat yang digunakan yaitu *moisture analyzer*, dipanaskan terlebih dahulu selama kurang lebih 10 menit. Letakkan kurang lebih dua gram serbuk sampel ke atas wadah alumunium secara merata dan temperatur diatur pada suhu 105°C lalu alat *moisture analyzer*. Catat nilai yang terbaca pada *moisture analyzer*.

- Distribusi Ukuran Partikel

Penentuan distribusi ukuran partikel dilakukan dengan metoda mikromeritik (ayakan). Pengayak yang sudah ditimbang disusun mulai dari atas, yaitu ayakan dengan mesh terkecil (35 mesh) hingga yang terbesar (120 mesh). Sejumlah 50 gram sampel dimasukkan pada pengayak dengan mesh terkecil kemudian alat dinyalakan selama 20 menit dengan kecepatan 15 rpm. Masing-masing pengayak berisi serbuk yang ditimbang. Setelah itu dicari persentase berat serbuk dan dibuat kurva distribusi ukuran partikelnya.

$$\% \text{ Berat serbuk} = \frac{(b - a) \times 100 \%}{\text{Berat sampel}}$$

Dimana : a : berat pengayak kosong  
b : berat pengayak yang berisi serbuk

- Densitas Bulk

Sampel ditimbang kurang lebih 10 gram, kemudian masukkan kedalam gelas ukur 100 ml dan ratakan bagian atasnya lalu catat volume yang tetap. Densitas mampat dinyatakan dalam  $\text{g/cm}^3$ .

- Densitas Mampat

Sampel ditimbang kurang lebih 10 gram, dimasukkan kedalam gelas ukur 100 ml dan diukur volumenya. Kemudian gelas diketuk-ketuk sebanyak 300 ketukan. Tentukan densitas mampat yang dinyatakan dalam  $\text{g/cm}^3$ .

- Sifat *Birefringence*

Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dilarutkan dalam 15 ml air. Kemudian suspensi dikocok dengan vortex untuk melarutkan sampel. Selanjutnya dengan menggunakan batang ose, suspensi diteteskan di atas gelas objek dan ditutup dengan gelas penutup. Preparat dilihat dibawah mikroskop polarisasi pada perbesaran 200 dan 400 kali. Uji ini bertujuan untuk melihat sifat mikroskopik granula pati. (Hustiany, 2006)

- Bentuk dan Morfologi Partikel (uji SEM)

Serbuk sampel diperiksa menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Pelapisan menggunakan emas (Au) yang dilakukan dengan alat *Vacum Evaporator S 500 Coating Unit Tablet*. Bahan ditempelkan pada *holder* dengan memakai lem khusus (*dotite*) lalu dimasukkan dalam *Vacum evaporator*. Pada tingkat vakum tertentu emas dipijar hingga menguap, uap ini akan melapisi bahan yang ditempelkan pada *holder* berisi sampel yang dimasukkan kedalam alat SEM, lalu diperiksa. (Piyakulawat, 2007)

- Higroskopisitas

Sampel ditimbang sebanyak  $\pm$  satu gram. Sampel tersebut ditempatkan pada pot plastik dengan dua perlakuan, yaitu pot plastik dengan tutup tanpa silika gel dan pot plastik dengan tutup dan dengan silika gel. Masing-masing pot plastik ditempatkan dalam desikator pada suhu kamar  $25^{\circ}\text{C}$ . Setiap hari selama satu minggu amati perubahan fisik yang terjadi (meliputi warna dan bobot). (Septiani, 2010)

#### 3.4.4.2 Karakterisasi fungsional

- Laju Alir

Sejumlah sampel ditimbang ( $\pm 2$  gram) dimasukkan kedalam corong *flowmeter* dan diratakan tanpa menekan. Alat dijalankan dan waktu yang diperlukan oleh seluruh sampel untuk mengalir melalui corong dicatat. Laju aliran dinyatakan dalam g/detik. Laju alir dinyatakan baik jika mengalir tidak lebih dari 10 detik.

- Sudut Istirahat

Sejumlah sampel di tuang perlahan-lahan sampai ke ujung corong. Biarkan mengalir dan ukur sudut istirahatnya dengan menggunakan persamaan :

$$\tan \alpha = \frac{H}{R}$$

Dimana :

$\alpha$  = sudut istirahat

H = tinggi maksimum kerucut

R = jari – jari serbuk

Kategori sudut istirahat dapat dilihat pada Tabel 3.2



Tabel 3.2. Indeks sudut istirahat

Sudut diam	Kategori
$\leq 30$	Dapat mengalir bebas
$\geq 40$	Daya mengalir kurang baik

- Viskositas

Sampel didispersikan dalam dalam air dengan konsentrasi 1,5 % (b/v) hingga membentuk suspensi. Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan alat viskometer *Brookfield*. Sediaan suspensi dimasukkan kedalam gelas piala 600 ml kemudian celupkan spindel viskometer hingga mencapai garis tanda yang ada pada spindel. Kemudian nyalakan alat hingga spindel berputar. Spindel diatur kecepatannya mulai dari 2 rpm, 4 rpm, 10 rpm, dan 20 rpm, kemudian kembali ke 10 rpm, 4 rpm, dan 2 rpm. Hasil pembacaan skala dicatat untuk menghitung viskositas dan membuat kurva sifat aliran.

- *Swelling Ratio* (SR)

Serbuk sampel dicetak menjadi tablet dengan berat, bentuk, dan kekerasan yang sama. Masing – masing tablet ditimbang awalnya ( $W_0$ ), lalu dimasukkan ke dalam cawan petri berisi 5 ml HCl, aquadest dan dapar fosfat yang pH masing-masing diatur sebesar pH 1,2; pH 6,0; dan pH 7,4. Selama 8 jam dilakukan pengamatan daya mengembang terhadap sampel. Pada jam ke-0 sampai jam ke-2 sampel diamati dalam medium pH 1,2. Pada jam ke-3 sampai jam ke-4 sampel diamati dalam medium pH 6,0. Dan pada jam ke-5 sampai 8, sampel diamati pada pH 7,4. Pada interval tertentu, sampel diambil untuk ditimbang ( $W_t$ ). Daya mengembang (Q) dihitung dengan persamaan dibawah ini (Gupta, 2010).

$$Q = \frac{W_t - W_0}{W_0}$$

- Kekuatan Gel

Sampel didispersikan dalam air dengan suhu 37<sup>0</sup>C dengan konsentrasi tertentu hingga membentuk gel. Sediaan gel didiamkan selama satu malam pada lemari pendingin. Pemeriksaan dilakukan dengan menggunakan *texture analyzer*. Sediaan gel dimasukkan dalam wadah sampel kemudian alat penetrasi diturunkan sampai permukaan gel. Kekuatan gel diukur pada saat gel pecah.

- Indeks Kompresibilitas

Berat jenis bulk diukur dengan menimbang sejumlah massa sampel (m) sebanyak 20 gram dimasukkan kedalam gelas ukur 100 ml, lalu diukur volumenya (V<sub>1</sub>).

$$\text{Berat jenis bulk} = \frac{m}{V_1}$$

Berat jenis mampat diukur dengan melanjutkan sampel pada pengukuran berat jenis bulk, lalu gelas ukur yang berisi sampel tadi diketuk-ketukkan sebanyak 300 kali. Percobaan diulangi kembali dengan 300 ketukan kedua untuk memastikan sampelnya tidak mengalami penurunan volume, kemudian diukur volumenya (V<sub>2</sub>).

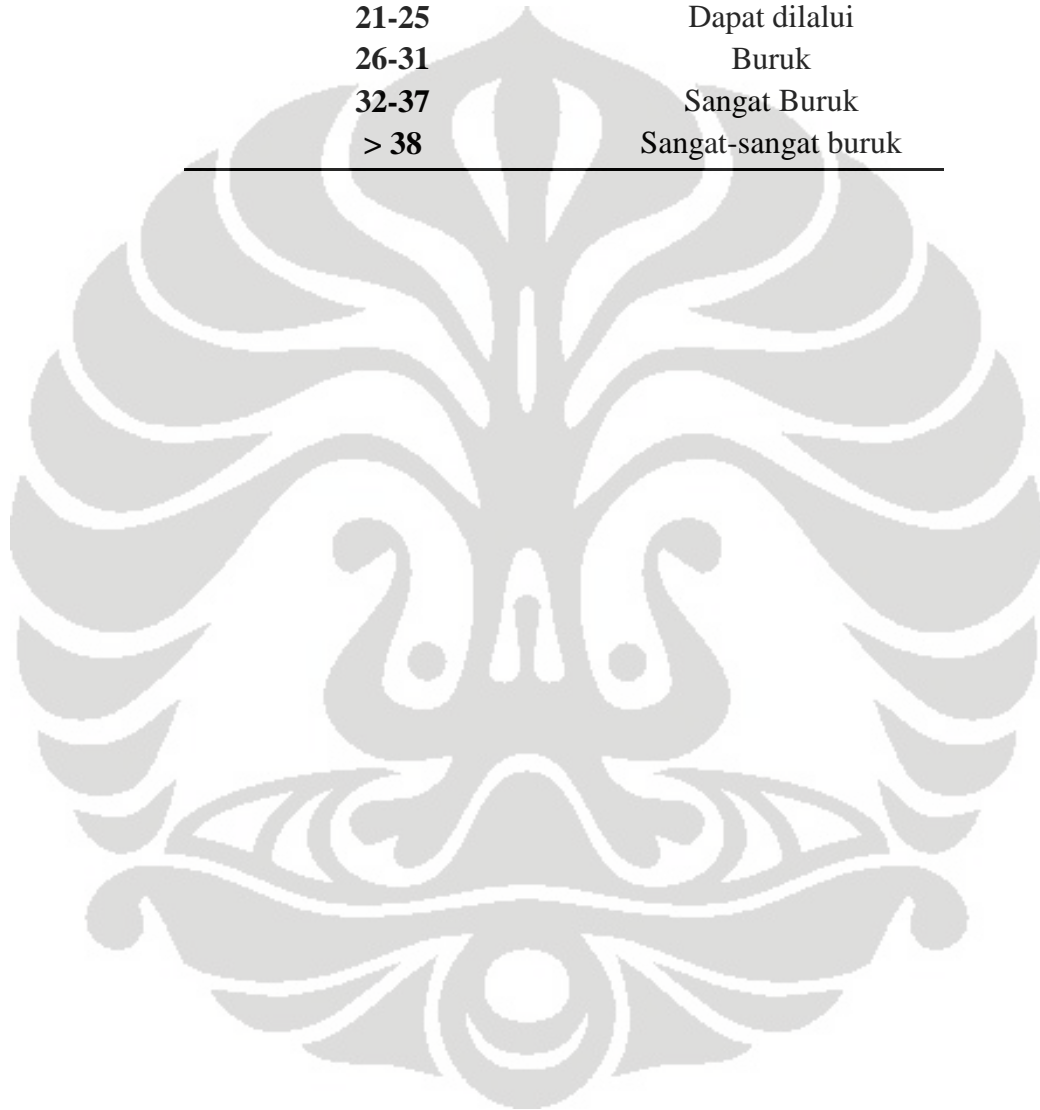
$$\text{Berat jenis mampat} = \frac{m}{V_2}$$

$$\text{Indeks kompresibilitas} = \frac{\text{BJ Mampat} - \text{BJ Bulk}}{\text{BJ Mampat}} \times 100 \%$$

Indeks kompresibilitas dan kategorinya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Indeks kompresibilitas dan daya alir

<b>Indeks Kompresibilitas</b>	<b>Kategori</b>
(%)	Daya Alir
< 10	Istimewa
11-15	Baik
16-20	Sedang
21-25	Dapat dilalui
26-31	Buruk
32-37	Sangat Buruk
> 38	Sangat-sangat buruk



## **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Pembuatan pregelatinisasi pati singkong (PPS) parsial**

PPS yang dihasilkan pada penelitian ini dikenal sebagai PPS parsial. PPS terbagi menjadi dua golongan, yaitu PPS parsial dan PPS sempurna. PPS parsial diperoleh dengan mendispersikan pati singkong dalam air membentuk suatu suspensi kemudian dikeringkan, sedangkan PPS sempurna diperoleh dengan memanaskan pati pada suhu 68-92°C kemudian dikeringkan. Dalam PPS parsial masih terdapat beberapa granula pati, namun hanya sedikit. Pengamatan granula pati ini dapat dilihat dengan bantuan mikroskop cahaya terpolarisasi. Sedangkan dalam PPS sempurna, semua granula pati sudah pecah karena adanya pemanasan pada suhu diatas gelatinisasi pati.

Rendemen pregel pati yang dihasilkan sebesar 84,90 % dari berat kering pati. Pengurangan massa ini terjadi pada saat proses pengeringan dengan *drum drier*, banyak lapisan tipis pati yang melekat pada drum sehingga menyebabkan penggumpalan disekitar pisau pemotong. Gumpalan ini setelah kering menjadi keras dan sulit digiling menjadi serbuk, serta adanya serpihan yang tidak tertampung dan jatuh. Pengurangan massa juga bisa disebabkan karena penggilingan dan pengayakan, massa serbuk masih tertinggal dalam alat *disc mill* dan ayakan mesh 60.

### **4.2 Pembuatan pregelatinisasi pati singkong propionat (PPSP)**

PPSP dibuat dengan metode esterifikasi menggunakan asam propionat dengan medium alkohol 95%. Berdasarkan penelitian sebelumnya bahwa kondisi optimum untuk membuat PPSP adalah dengan menggunakan asam propionat 10% dalam medium alkohol 70% (Panjaitan, 2007). Penggunaan alkohol 95% pada penelitian ini adalah untuk meminimalisir adanya air dan mempercepat proses pengeringan, sebab dengan adanya air dalam jumlah besar dapat menghalangi proses esterifikasi dan menyebabkan gugus alkohol pada pati terhidrolisis.

Asam propionat ditambahkan ke dalam alkohol 95% dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Kemudian perlahan-lahan dimasukkan PPS dan

pengadukan dilanjutkan selama 30 menit. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan interaksi antara asam propionat dengan pregelatinisasi pati. Pengadukan yang kurang dari 30 menit dapat mengakibatkan pencampuran propionat yang tidak merata sehingga tidak semua gugus propionat tersubstitusi pada pati. Akibatnya banyak propionat yang terbuang pada saat proses pencucian sehingga hasil derajat substitusi propionat yang dihasilkan tidak maksimal.

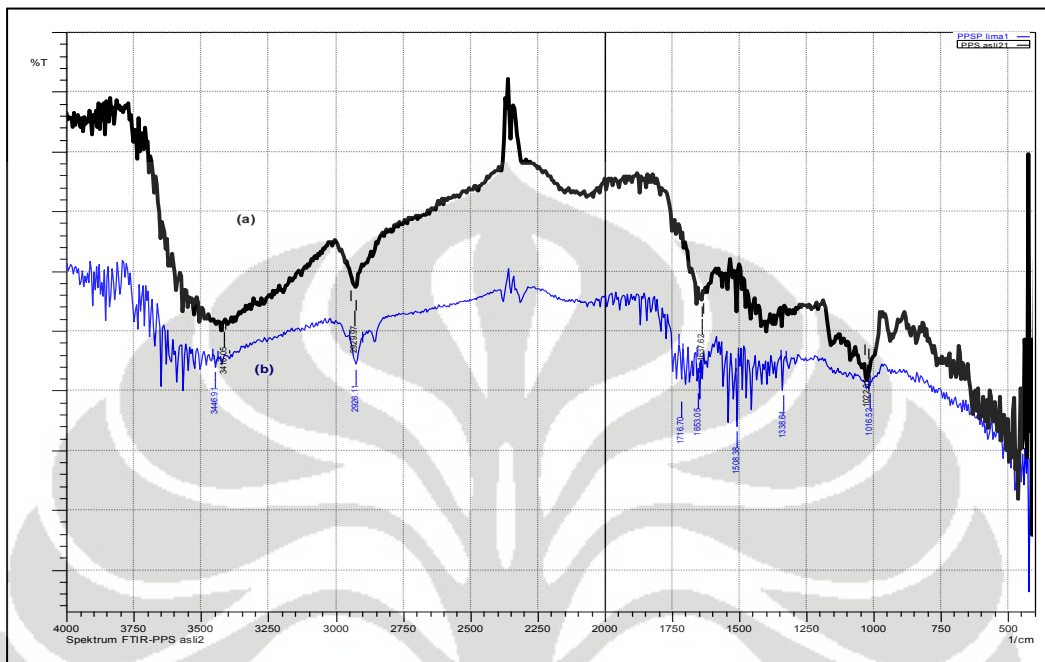
Setelah itu campuran tadi dimasukkan dalam oven  $60^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam yang bertujuan sebagai reaksi pemanasan awal untuk menguapkan etanol. Selesai pemanasan, suhu dinaikkan menjadi  $80^{\circ}\text{C}$  selama 5 jam. Pada tahap inilah reaksi berlangsung, gugus hidroksil pati akan tersubstitusi oleh gugus karboksilat dari asam propionat sehingga membentuk senyawa ester. Proses berikutnya adalah pencucian pati hasil esterifikasi. Pati dikeluarkan dari oven lalu dicuci dengan alkohol 95 % sebanyak 4 kali. Tujuan pencucian ini untuk melarutkan sisa asam propionat yang tidak ikut bereaksi dengan gugus hidroksil pati. Tahap selanjutnya yaitu pengeringan kembali dalam oven bersuhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam, yang bertujuan untuk menguapkan alkohol sisa pencucian. Selesai dikeringkan, diperoleh serbuk berupa granul berwarna putih gading yang dinamakan pragelatinisasi pati singkong propionat (PPSP). Serbuk granul ini kemudian digerus untuk mendapatkan granul yang halus dan diayak dengan menggunakan ayakan mesh 45.

Rendemen PPSP yang dihasilkan sebesar 90%. Kehilangan massa diperkirakan terjadi pada saat proses pemindahan massa dari beaker glass ke oven, karena serbuk massa yang tertinggal dan menempel pada beaker glass. Serbuk PPSP memiliki warna sedikit lebih tua dibanding PPS. Peningkatan intensitas warna serbuk dikarenakan pati mengalami reaksi *browning* non-enzimatis yang melibatkan panas dalam waktu yang lama sehingga warna serbuk PPSP menjadi kecoklatan.

Untuk mengetahui terbentuknya senyawa ester, PPSP dianalisis menggunakan FTIR. Pada spektrum PPSP terlihat adanya peak baru pada bilangan gelombang  $1716\text{ cm}^{-1}$ , yaitu pada gugus C-O ester, sedangkan spektrum PPS atau pati singkong tidak ditemukan peak  $1716\text{ cm}^{-1}$  tersebut, sehingga dapat



dikatakan bahwa proses pencampuran propionat berhasil. Spektrum inframerah PPSP dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Spektrum Inframerah (a) PPS dan (b) PPSP

Pada spektrum inframerah PPS, terdapat peak yang lebar pada bilangan gelombang  $3000\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ , yang menunjukkan terdapatnya gugus  $\text{-OH}$  (hidroksil) dalam jumlah banyak pada pati singkong. Setelah direaksikan dengan asam propionat, peak pada bilangan gelombang ini mulai menyempit. Hal itu menunjukkan adanya gugus  $\text{-OH}$  pada pati yang telah tergantikan oleh gugus propionat. Dalam spektrum inframerah PPSP, terlihat peak-peak lain yang muncul, yang diduga adalah pengotor yang disebabkan pembuatan PPSP yang kurang baik, seperti pencucian yang kurang sempurna, sehingga masih terdapat sisa-sisa propionat yang tidak terasilasi.

#### 4.3 Pembuatan eksipien koproses PPSP dengan karagenan kappa dan iota

PPSP yang diperoleh kemudian dikoproses dengan karagenan. Karagenan yang digunakan adalah karagenan semirefined tipe kappa dan iota (1:1). Koproses diawali dengan pendispersian masing-masing eksipien dalam medium aquadest.

Kemudian PPSP dan karagenan dicampur dengan bantuan homogenizer. Dalam koproses ini ada 3 perbandingan, yakni C, D, dan E. Dimana koproses C adalah PPSP : [kappa:iota = 1:1] (1:1), koproses D adalah PPSP : [kappa:iota = 1:1] (2:1), dan koproses E adalah PPSP : [kappa:iota = 1:1] (3:1). Disamping itu juga dilakukan campuran PPSP dengan kappa (1:1) dan PPSP dengan iota (1:1).

PPSP dan karagenan, baik kappa maupun iota, akan membentuk massa kental seperti gel bila didispersikan dalam air. Massa kental tersebut dilewatkan dalam *double drum drier*. Proses pengeringan dengan *double drum drier* sama seperti proses pengeringan pada PPS. Suhu diatur  $80^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$  untuk membantu proses penguapan air, sehingga eksipien koproses menjadi cepat kering. Massa kental tersebut akan menempel pada logam drum dan mongering dengan cepat membentuk lapisan seperti lapisan film. Lapisan tersebut akan dilalui oleh pisau pemotong yang akan mengerok lapisan tersebut membentuk serpihan tipis yang ringan. Serpihan yang dihasilkan akan jatuh dalam wadah penampung. Setelah itu serpihan digiling dengan alat *disc mill* dan diayak dengan menggunakan ayakan mesh 60. Serbuk yang didapat memiliki keberagaman warna dari kuning muda hingga putih gading. Warna kuning muda diperoleh pada koproses A, B, dan C. Pada koproses E menghasilkan serbuk yang berwarna putih gading, mendekati warna PPSP.

Rendemen koproses yang didapat berkisar antara 73,73% - 94,70%. Pengurangan massa terjadi pada saat proses homogenisasi, pengeringan, penggilingan dan pengayakan. Pada saat pencampuran PPSP dengan karagenan dalam homogenizer, banyak massa kental yang melekat pada masing-masing wadah ketika massa kental dipindahkan dari wadah ke dalam wadah homogenizer. Kemudian saat pengeringan pada *double drum drier*, banyak massa yang menggumpal disudut-sudut pisau pengerok, sehingga lapisan tipis yang dihasilkan menjadi menumpuk-numpuk dan susah untuk dihaluskan akhirnya terbuang begitu saja. Pada saat penggilingan, ada beberapa eksipien yang tertinggal dalam alat, begitu pula pada saat pengayakan. Beberapa hal itulah yang diduga sebagai penyebab berkurangnya massa eksipien koproses.

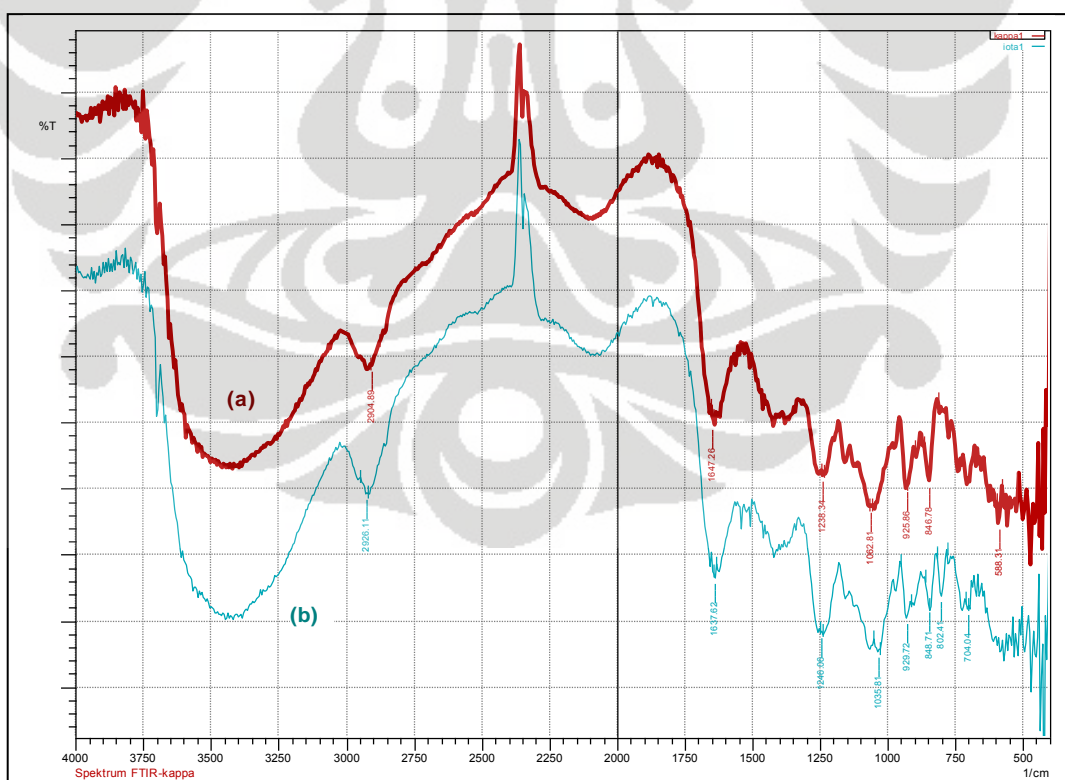
## 4.4 Karakterisasi eksipien PPSP, karagenan, dan koproses PPSP-karagenan

### 4.4.1 Karakterisasi fisikokimia

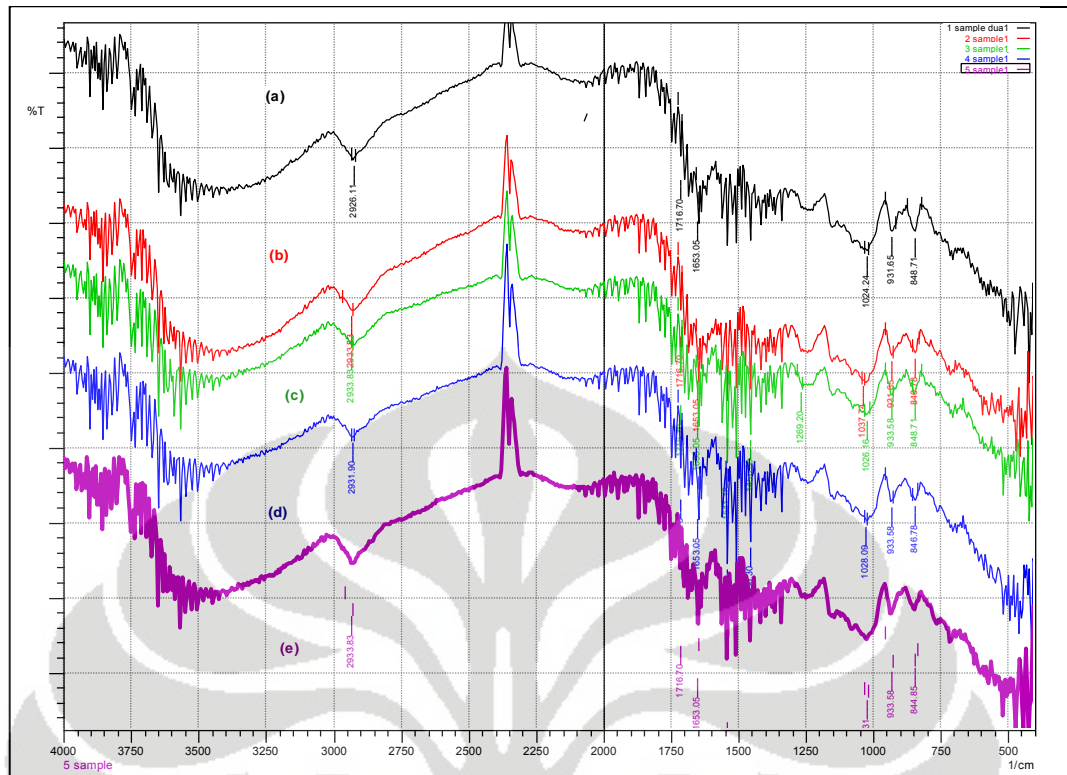
#### 4.4.1.1 FTIR (Fourier Transformation Inframerah )

Hasil modifikasi kimia antara pregel pati singkong dengan asam propionat menghasilkan PPSP, yaitu masuknya gugus propionat pada senyawa PPS. Terbentuknya ester propionat pada PPS dapat dilihat pada gambar spektrum inframerah PPSP, yang memberikan spektrum serapan pada bilangan gelombang  $1716\text{ cm}^{-1}$  (gambar dapat dilihat kembali pada Gambar 4.1). Bilangan gelombang ini tidak muncul pada spektrum inframerah PPS.

Setelah PPSP dikoproses dengan karagenan kappa dan iota, masing-masing sampel hasil koproses menunjukkan masih adanya peak dari PPSP dan peak dari karagenan kappa dan Iota. Hal ini menunjukkan bahwa hasil koproses tersebut tidak berinteraksi secara kimia. Gambar dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2 Spektrum Inframerah (a) karagenan kappa dan (b) karagenan iota



Gambar 4.3 Spektrum Inframerah (a) koproses A, (b) koproses B, (c) koproses C, (d) koproses D, dan (e) koproses E

#### 4.4.1.2 Penentuan Derajat Substitusi

Derajat substitusi adalah banyaknya jumlah gugus OH yang tersubstitusi oleh gugus karboksilat. Gugus hidroksil yang terdapat pada PPS dapat disubstitusi oleh gugus karboksilat dari asam propionat untuk merubah sifat dari PPS (modifikasi kimia). Gugus OH yang dapat disubstitusi pada PPS adalah gugus OH dari glukosa pada ujung rantai pereduksi baik dari amilosa maupun amilopektin. Gugus OH pada C-6 merupakan gugus OH yang paling reaktif, selanjutnya adalah C-2 dan C-3. (Wurzburg, 1989)

Derajat substitusi diukur dengan cara titrasi asam basa secara tidak langsung menggunakan HCl sebagai titran dan indikator fenolftalein sebagai penentu titik akhir titrasi. Nilai derajat substitusi yang didapat masih cukup rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan media yang digunakan adalah media semi *aqueous* dan yang digunakan adalah asam, bukan anhidrat sehingga derajat substitusi yang dihasilkan hanya sebesar 0,03.



Panjaitan (2007) melaporkan PPSP dengan metode yang sama menghasilkan nilai derajat substitusi sebesar 0,40. Sedangkan Anggraeni (2008) menghasilkan nilai derajat substitusi sebesar 0,09. Nilai derajat substitusi yang kecil pada penelitian ini diduga karena proses esterifikasi yang kurang sempurna. Hal ini bisa disebabkan oleh suhu oven yang kurang tinggi untuk terjadinya proses esterifikasi, atau waktu pemanasan yang kurang lama, sehingga banyak asam propionat yang tidak bereaksi, terbuang pada saat pencucian dengan alkohol. Meskipun demikian, dengan hasil derajat substitusi tersebut sudah mampu memberikan perubahan sifat-sifat fisika dan fungsional yang jauh lebih baik dibandingkan pati singkong

Modifikasi kimia menggunakan media semi *aqueous* bisa dikatakan sangat ekonomis dan aman untuk digunakan dalam pembuatan skala besar. Dibandingkan jika menggunakan media non *aqueous* (pelarut organik 100 %), hasil derajat substitusinya mungkin meningkat lebih tinggi tapi kurang ekonomis untuk produksi dalam skala besar. Selain itu penggunaan pelarut organik cukup berbahaya jika tidak ditangani secara hati-hati.

#### 4.4.1.3 Pengukuran pH

Tabel 4.1  
Pengukuran pH

Sampel	pH
PPSP	4,10
Kappa	9,27
Iota	9,35
A	9,26
B	9,18
C	9,11
D	9,06
E	8,95



Pengukuran pH dilakukan untuk mengukur derajat keasaman PPSP, karagenan kappa dan iota, serta sampel hasil koproses dalam air. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter. PPSP memiliki pH sebesar 4,10. Penelitian pendahulu menghasilkan PPSP dengan pH sebesar 4,65 (Panjaitan, 2007). Penurunan pH yang terjadi pada PPSP ini kemungkinan karena adanya sisa-sisa asam propionat yang tidak bereaksi sempurna, yang tidak hilang pada saat proses pencucian, sehingga sisa-sisa asam propionat ini mempengaruhi keasaman dari PPSP.

Karagenan kappa dan iota bersifat basa, sehingga mempengaruhi pH dari sampel koproses. Dari Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa kappa memiliki pH sebesar 9,27 dan iota sebesar 9,35. PH eksipien koproses yang dihasilkan masih direntang  $\text{pH} \pm 8 - 9$ . Hal ini menunjukkan bahwa karagenan cukup dominan dalam mempertahankan pHnya, tidak terpengaruh pada PPSP yang tingkat keasamannya cukup rendah. Karagenan adalah bahan yang stabil dalam basa. Pada  $\text{pH} < 3,5$  karagenan akan menjadi cepat terhidrolisis. Hidrolisis ini akan meningkat dengan adanya pertambahan suhu. Selain itu, pada  $\text{pH} < 4,3$  larutan karagenan akan menurun viskositasnya. (Glicksman, 1983)

#### 4.4.1.4 Kadar Air

Tabel 4.2  
Pengukuran kadar air

Sampel	Kadar Air
PPSP	9,83 %
Kappa	8,31 %
Iota	8,83 %
A	11,44 %
B	11,52 %
C	11,58 %
D	9,29 %
E	8,71 %

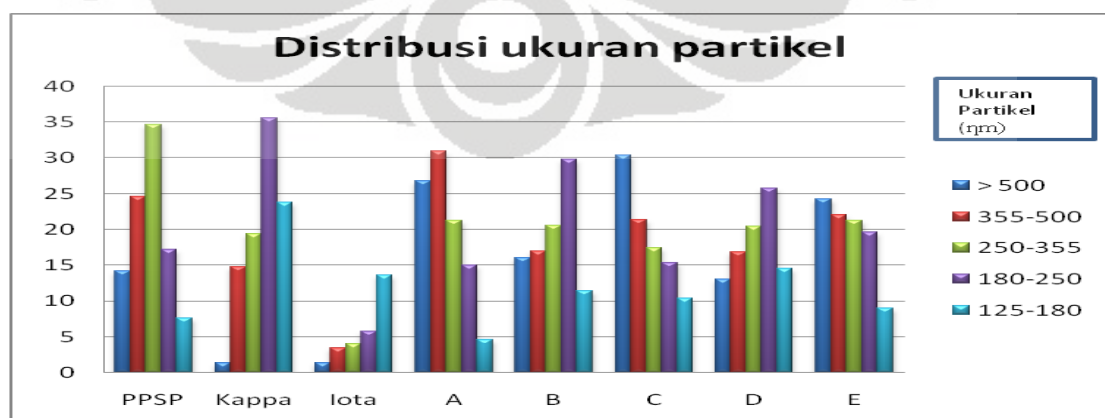
Kadar air dalam suatu eksipien perlu diketahui dengan tujuan untuk mengetahui berapa banyak bagian zat yang mudah menguap, yang dalam hal ini adalah air. Berapa banyak kadar air yang terdapat dalam suatu bahan perlu diketahui karena dapat mempengaruhi laju alir serta kompresibilitas yang berperan dalam kekerasan dan proses pembuatan tablet. Kadar air ditetapkan dengan cara pengeringan pada suhu 105<sup>0</sup>C.

Koproses A menghasilkan kadar air sebesar 11,44 %. Koproses B menghasilkan kadar air yang tidak jauh berbeda dengan A, yaitu sebesar 11,52% Kadar air mulai turun kembali pada koproses D dan E.

Pada proses pembuatan koproses, masing-masing eksipien dilarutkan dalam aquadest kemudian dikeringkan dengan alat *drum drier*. Diduga pada proses pengeringan, sampel masih belum terlalu kering, sehingga berdampak pada meningkatnya kadar air dari masing-masing sampel koproses

Berdasarkan Farmakope Indonesia edisi IV, susut pengeringan pati tidak lebih dari 15 %. Kadar air yang lebih rendah akan lebih menguntungkan karena bahan akan lebih tahan dalam penyimpanan. Selain itu dapat membuat suatu bahan akan lebih mudah mengalir karena kohesivitas antar partikel serbuk kecil dan adhesivitas terhadap mesin pencetak tablet yang kecil. Hal tersebut berpengaruh pada daya alir PPSP pada mesin pembuat tablet, apabila mudah mengalir maka kadarnya dalam suatu tablet akan seragam tiap *batch*. (Nokhodchi, 2005)

#### 4.4.1.5 Distribusi Ukuran Partikel



Gambar 4.4 Diagram batang distribusi ukuran partikel

Distribusi ukuran partikel diukur dengan ayakan pada kecepatan 15 rpm selama 20 menit. Koproses A terdistribusi pada ukuran partikel 355-500  $\mu\text{m}$ . Koproses B terdistribusi pada ukuran partikel 180-250  $\mu\text{m}$ . Koproses C terdistribusi pada ukuran partikel  $> 500 \mu\text{m}$ . Koproses D terdistribusi pada ukuran partikel 180-250  $\mu\text{m}$ . Koproses E terdistribusi pada ukuran partikel  $>500 \mu\text{m}$ . Perbedaan ini disebabkan karena pada pembuatan koproses dihasilkan serpihan tipis yang kemudian digiling lalu diayak. Penggilingan dan pengayakan yang kurang sempurna dapat mempengaruhi besarnya ukuran partikel yang terbentuk. Keragaman ukuran partikel juga bisa disebabkan karena perbedaan kekuatan dan lama penghalusan pada saat pembuatan. Untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam, bagian kasar yang tertahan pada pengayakan seharusnya digiling kembali dan diayak lagi, sehingga didapatkan ukuran partikel yang seragam.

#### 4.4.1.6 Densitas Bulk

Tabel 4.3  
Densitas bulk

Sampel	Densitas Bulk
PPSP	0,51
Kappa	0,64
Iota	0,65
A	0,18
B	0,12
C	0,15
D	0,17
E	0,17

Densitas bulk suatu serbuk bergantung terutama pada distribusi ukuran partikel, bentuk partikel, dan kecenderungan partikel untuk menghasilkan rongga atau membentuk massa yang rapat tidak berongga. Densitas bulk merupakan parameter yang digunakan untuk menyatakan ukuran per partikel suatu materi,

yaitu bobot dari sekumpulan partikel pada suatu materi, dibagi banyaknya volume yang ditempati. Parameter ini menjadi sangat penting untuk mempertimbangkan ukuran massa suatu sediaan padat.

PPSP memiliki densitas bulk yang tidak jauh berbeda dari karagenan. Proses asilasi pada PPSP menyebabkan terjadinya perubahan struktur granul, dimana ikatan ester yang terbentuk pada rantai lurus akan menyebabkan peningkatan bobot molekul pati.

Penurunan densitas bulk dari masing-sampel hasil koproses, diduga karena berat serbuk yang terlalu ringan, sehingga pengikatan serbuk dengan udara menjadi berkurang. Pada proses pengeringan dengan alat drum drier, lapisan tipis sampel digiling lagi menjadi serpihan-serpihan tipis, sehingga sampel koproses memiliki densitas bulk yang lebih rendah dari PPSP dan karagenan kappa maupun iota. Namun, dari hasil koproses terlihat adanya peningkatan densitas bulk dengan adanya peningkatan PPSP. Koproses E memiliki nilai densitas bulk yang lebih tinggi daripada koproses C.

#### 4.4.1.7 Densitas Mampat

Tabel 4.4  
Densitas mampat

Sampel	Densitas Mampat
PPSP	0,60
Kappa	0,85
Iota	0,90
A	0,22
B	0,16
C	0,20
D	0,21
E	0,21

Densitas mampat adalah volume dibagi bobot dari suatu serbuk dalam suatu tabung berskala yang dilakukan setelah diberi ketukan. Baik densitas bulk dan densitas mampat dilakukan untuk mengetahui kompresibilitas suatu massa

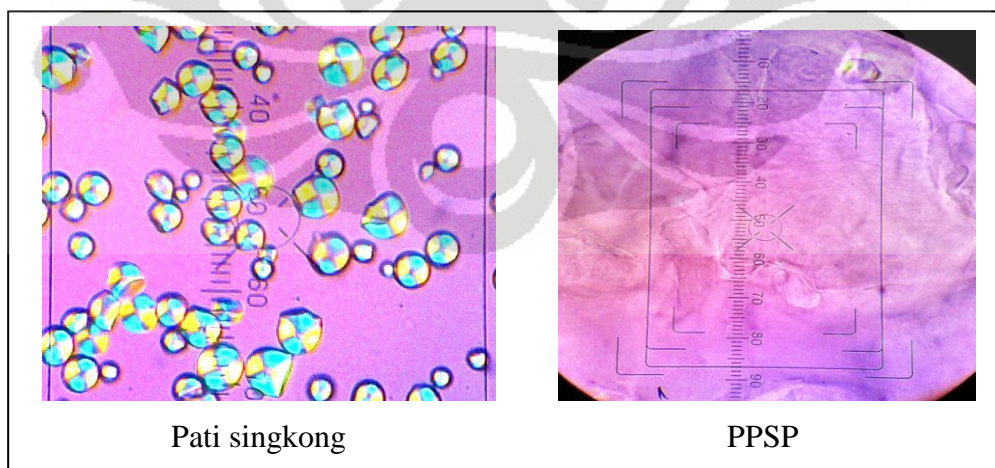


serbuk. Densitas mampat sangat bergantung pada bentuk partikel. Partikel yang kecil akan membentuk massa yang lebih besar daripada granul besar.

Hasil koproses memiliki densitas mampat yang lebih rendah daripada PPSP, karagenan kappa, dan karagenan iota. Penyebabnya sama dengan alasan yang dikemukakan dalam densitas bulk, yakni penurunan densitas mampat dari masing-masing sampel hasil koproses, diduga karena berat serbuk yang terlalu ringan. Hal ini disebabkan pada proses pembuatan, dimana terbentuk lapisan-lapisan lengket, sehingga saat digiling dalam *disc mill* harus dilakukan berkali-kali agar menjadi serbuk yang bagus. Sebab jika tidak, yang terbentuk hanyalah serpihan-serpihan tipis yang pada akhirnya dapat mempengaruhi hasil indeks kompresibilitasnya.

#### 4.4.1.8 Sifat *Birefringence*

Sifat *birefringence* adalah kemampuan granula pati untuk memantulkan cahaya terpolarisasi. Adanya sifat ini ditunjukkan oleh munculnya warna pada granul pati jika diamati melalui mikroskop cahaya terpolarisasi. Warna tersebut merupakan warna yang dipantulkan oleh kristalin dalam pati. Sifat *birefringence* ini dapat menjadi ukuran apakah suatu granula pati sudah mengalami gelatinisasi atau belum. Gelatinisasi dapat menyebabkan granula pati kehilangan sifat polarisasinya, sehingga bila diamati dibawah mikroskop cahaya terpolarisasi warnanya tidak tampak. Pati singkong masing memiliki sifat *birefringence* karena belum mengalami gelatinisasi (Gambar 4.5).

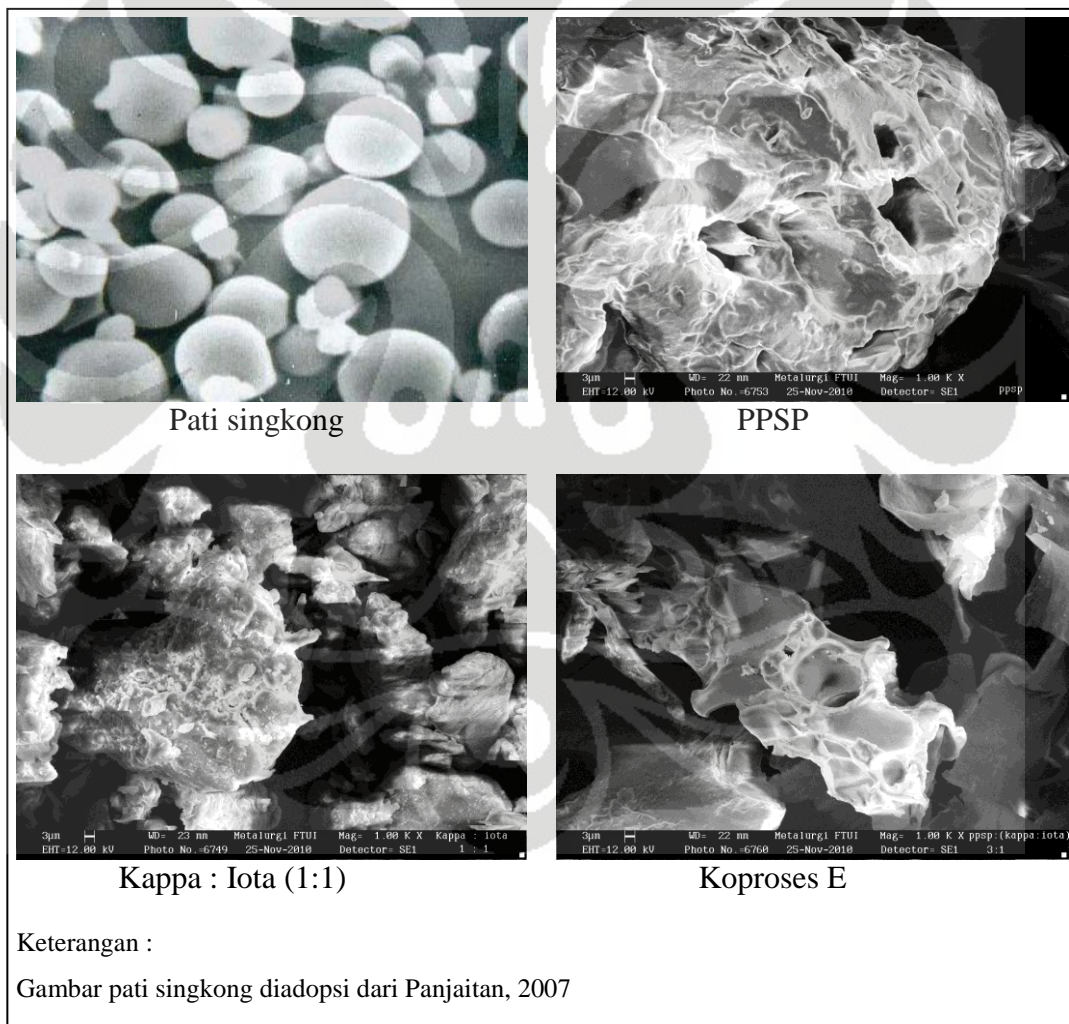


Gambar 4.5 Bentuk partikel dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi dengan perbesaran 400X

PPSP dibuat dari pregelatinasi pati singkong parsial. Namun karena pada saat proses pembuatan PPSP mengalami pemanasan pada suhu 80°C, maka hampir semua granula pati terdegradasi. Hal ini ditampilkan dalam Gambar 4.6 dimana tidak lagi terlihat granula pati yang dapat memantulkan cahaya terpolarisasi.

#### 4.4.1.9 Bentuk dan Morfologi Partikel (uji SEM)

Penentuan bentuk partikel dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan fisika yang cukup bermakna setelah mengalami proses gelatinisasi dan koproses yang ditampilkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Mikrograf SEM dengan perbesaran 1000 X

Berbeda dengan bentuk partikel pati singkong yang masih utuh berbentuk bulat, bentuk partikel pada PPSP dan eksipien koproses terlihat sudah tidak beraturan. Hal tersebut dikarenakan pada proses gelatinisasi, granul-granul pati sebagian besar pecah, sehingga bentuk partikel dari pati tidak terlihat lagi. Ini menandakan bahwa suatu struktur pati pecah atau rusak akibat modifikasi fisika yaitu proses pregelatinisasi.

Kappa dan iota (1:1) pada memiliki bentuk partikel yang pipih. Namun hasil koproses PPSP dengan kappa dan iota (1:1), bentuk partikel menjadi tidak beraturan. Terlihat dari gambar dimana hasil koproses E memiliki bentuk yang tidak beraturan namun juga memiliki tekstur permukaan yang halus.

#### 4.4.1.10 Higroskopisitas

Higroskopisitas bahan diukur dengan menghitung pertambahan bobot tiap harinya selama 7 hari dengan dua perlakuan, yaitu dalam pot plastik dengan tutup tetapi tanpa silika gel, dan dalam pot plastik dengan tutup dan dengan silika gel. Data pengamatan higroskopisitas ditampilkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5  
Pengukuran bobot selama 7 hari

Sampel (dengan tutup, tanpa silika)	Pengukuran bobot pada hari ke -						
	1	2	3	4	5	6	7
PPSP	0,9517	0,952	0,9671	0,9749	0,9761	0,9815	0,9899
Kappa : Iota (1:1)	0,9758	0,9815	0,9844	0,9892	0,9911	0,9945	0,9991
A	0,9288	0,9291	0,9322	0,9401	0,9491	0,9538	0,9622
B	0,9351	0,9383	0,9415	0,9493	0,9521	0,9598	0,9671
C	0,9393	0,9433	0,9527	0,9611	0,9693	0,9761	0,9812
D	0,9527	0,9581	0,9623	0,9689	0,9721	0,9795	0,9846
E	0,9656	0,966	0,9668	0,9702	0,9725	0,9735	0,9746



Sampel (dengan tutup, dengan silica)	Pengukuran bobot pada hari ke -						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>PPSP</b>	0,9451	0,9456	0,9461	0,9466	0,9471	0,9477	0,9482
<b>Kappa : Iota (1:1)</b>	0,9778	0,9782	0,9787	0,9792	0,9797	0,9802	0,9811
<b>A</b>	0,9612	0,9616	0,9621	0,9627	0,963	0,9634	0,9639
<b>B</b>	0,9535	0,9539	0,9542	0,9548	0,9552	0,9561	0,9567
<b>C</b>	0,9712	0,9724	0,9731	0,9739	0,9748	0,9752	0,9763
<b>D</b>	0,9789	0,9792	0,9802	0,9813	0,9824	0,9833	0,9841
<b>E</b>	0,9771	0,9781	0,9789	0,9795	0,9807	0,9821	0,9832

Baik PPSP maupun karagenan, memiliki sifat higroskopis. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan berat dari hari ke hari. Namun pada perlakuan bahan yang diberi silika gel, penambahan bobot jauh lebih berkurang dibandingkan dengan bahan yang tidak diberi silika gel. Pengukuran higroskopisitas ini dilakukan untuk mengetahui berapa besar bahan dapat menyerap air dalam udara. Higroskopisitas adalah kemampuan untuk menyerap lembab oleh bahan padat pada kondisi dan lama penyimpanan. Selain itu juga dapat digunakan untuk memperkirakan perpindahan lembab dalam sediaan padat selama proses pembuatan. Pada sebagian besar bahan yang higroskopis, perubahan tingkat kelembaban dapat sangat mempengaruhi stabilitas kimia, kemampuan alir, dan kemampuan untuk bercampur.

Penambahan bobot pada PPSP, karagenan kappa dan iota, serta sampel hasil koproses menunjukkan bahwa kesemua bahan tersebut memiliki sifat higroskopisitas. Oleh karena itu penyimpanan bahan-bahan tersebut harus diperhatikan. Sebaiknya disimpan dalam wadah yang baik dan tertutup rapat.

#### 4.4.2 Karakterisasi fungsional

##### 4.4.2.1 Laju Alir

Hasil evaluasi laju alir akan sangat menentukan apakah suatu bahan yang dibuat dapat mengalir dengan baik. Jika dapat mengalir dengan baik, maka bahan tersebut dapat digunakan untuk pembuatan tablet secara cetak langsung. Laju alir akan mempengaruhi keseragaman kandungan pada saat pengisian serbuk ke dalam cangkang kapsul atau pada pengaliran serbuk ke mesin cetak tablet.



Tabel 4.6  
Laju alir

Sampel	Laju Alir (g/detik)
PPSP	4,16
Kappa	2,86
Iota	0,30
A	0,11
B	0,10
C	0,11
D	0,14
E	0,21

Karagenan kappa memiliki laju alir yang cukup baik, yaitu 2,86 g/detik, sedangkan karagenan iota memiliki laju alir yang buruk, yaitu 0,30 g/detik. Hal ini mempengaruhi terhadap laju alir sampel koproses. Koproses B memiliki laju alir terendah, yaitu sebesar 0,10 g/detik, sedangkan koproses E memiliki laju alir yang tertinggi dari hasil koproses lain, yaitu sebesar 0,21 g/detik. Makin tinggi PPSP yang digunakan, makin sedikit kecenderungan karagenan untuk menurunkan laju alir. Dapat dikatakan bahwa PPSP memperbaiki laju alir dari karagenan kappa dan iota.

#### 4.4.2.2 Sudut Istirahat

Sudut istirahat dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel, serta sifat kohesivitas serbuk, dimana makin tinggi kohesivitas maka partikel-partikel semakin mudah berlekatan. Partikel-partikel halus memiliki kohesivitas yang tinggi sehingga tidak dapat mengalir. Semakin halus ukuran partikel suatu massa atau bahan, maka massa tersebut akan sulit mengalir dan membentuk sudut dengan kemiringan yang tinggi. Semakin landai atau semakin datar sudut yang dihasilkan, artinya sudut kemiringan semakin kecil dan semakin baik sifat alir serbuk tersebut. Nilai sudut istirahat  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  menunjukkan sifat alir yang baik. (Farmakope Indonesia edisi IV, 1995)

Tabel 4.7  
Sudut istirahat

Sampel	Sudut Istirahat
PPSP	16,38
Kappa	21,23
Iota	24,18
A	23,58
B	24,75
C	22,35
D	21,25
E	20,05

Pada koproses E sudut istirahat mencapai  $20,05^\circ$ , sedangkan pada koproses B diperoleh sudut istirahat tertinggi, dengan nilai sebesar  $24,75^\circ$ . PPSP memiliki sudut yang baik, yakni  $16,38^\circ$ . Karagenan kappa memiliki sudut yang lebih tinggi, yakni  $21,23^\circ$ . Sedangkan karagenan iota memiliki sudut istirahat sebesar  $24,18^\circ$ . Dengan penambahan PPSP, terlihat adanya penurunan sudut istirahat. Hal ini menyatakan bahwa PPSP memperbaiki sudut istirahat dari karagenan kappa dan iota.

#### 4.4.2.3 Viskositas

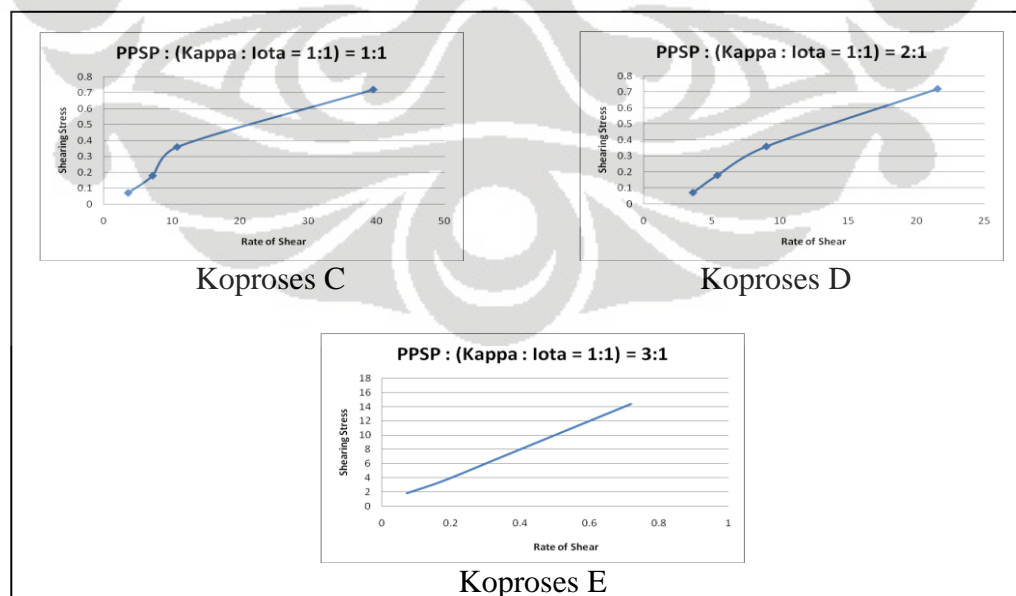
Uji viskositas dilakukan pada konsentrasi 1,5 % menggunakan spindel 1. Pengukuran PPSP 1,5 % dilakukan pada suhu kamar atau dilarutkan dalam air dingin, sedangkan pada karagenan kappa dan iota, serta sampel hasil koproses dilakukan pada suhu  $75^\circ\text{C}$ . Hal ini dilakukan dalam upaya meningkatkan kelarutan karagenan dalam air sehingga pengukuran viskositas pun dapat dilakukan dengan baik. PPSP sudah mengalami modifikasi fisika, yaitu pregelatinasi, sehingga dapat membentuk larutan yang *viscous* pada air dingin.

Tabel 4.8

Data pengukuran viskositas pada kecepatan 20 rpm

Sampel	Viskositas (cp)
PPSP	160
Kappa	25
Iota	12.5
Kappa:Iota (1:1)	17.5
Koproses A	35
Koproses B	25
Koproses C	55
Koproses D	30
Koproses E	20

Viskositas tertinggi ditunjukkan pada koproses C dan viskositas terendah ditunjukkan pada koproses E. Viskositas adalah suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir. Makin kental suatu cairan atau makin tinggi viskositasnya, maka makin besar kekuatan yang diperlukan untuk digunakan supaya cairan tersebut dapat mengalir dengan laju tertentu (Martin, 1993). Viskositas suatu bahan berhubungan dengan sifat alirnya.



Gambar 4.10 Kurva sifat alir pada konsentrasi 1,5 %

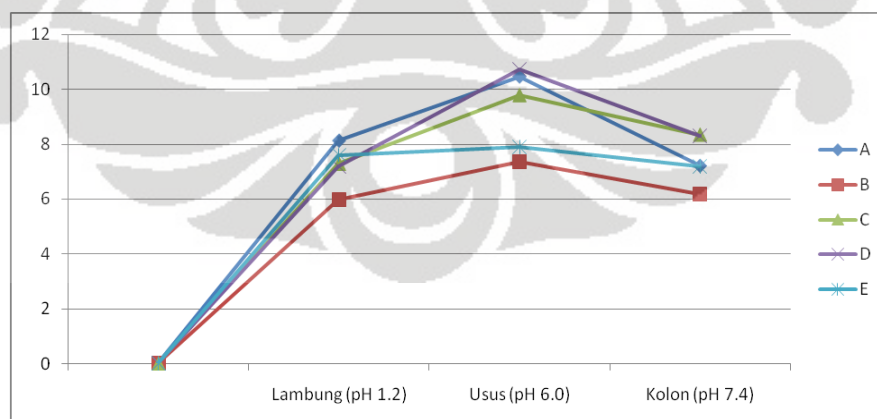
Kurva sifat alir yang terbentuk cenderung mengarah ke aliran newton karena bentuk kurvanya yang linear. Hal ini berkaitan dengan konsentrasi bahan yang digunakan sebesar 1,5% dan viskositas yang didapat rendah, yaitu sekitar 20-55 cp. Apabila konsentrasinya ditingkatkan, ada kemungkinan viskositas juga meningkat dan sifat alir berubah.

#### 4.4.2.4 Swelling ratio

Tabel 4.9  
Data uji daya mengembang

Koproses	Lambung (pH 1.2)	Usus (pH 6.0)	Kolon (pH 7.4)
A	8,12	10,45	7,2
B	5,97	7,37	6,18
C	7,28	9,78	8,34
D	7,18	10,74	8,3
E	7,62	7,91	7,19

Daya mengembang merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan suatu bahan untuk menjadi disintegran. Pengukuran daya mengembang dilakukan dalam medium pH 1,2; pH 6,0; dan pH 7,4. Pemilihan pH ini disimulasikan seperti pH dalam tubuh, dimana pH 1,2 adalah pH lambung, pH 6,0 adalah pH usus, dan pH 7,4 adalah pH kolon.



Gambar 4.11 Kurva daya mengembang

Masing-masing koproses memiliki kemampuan mengembang yang baik dalam pH 1,2. Dalam waktu beberapa menit hingga satu jam, koproses



mengembang dengan cepat dan pengembangan ini semakin meningkat pada pH 6,0, namun daya mengembang ini akan turun pada pH 7,4.

Pada proses pengembangan, masing-masing koproses mengembang dan menyerap sejumlah cairan serta melepaskan partikelnya dalam jangka waktu tertentu. Koproses memiliki sifat penghancur yang baik. Hal ini diamati dari sifat mengembang koproses yang cepat dan pengembangan itu disertai dengan sifat erosi, sehingga pengembangan koproses tidak dapat mempertahankan bentuknya seperti bentuk tablet. Namun sifat penghancur pada koproses masih membutuhkan penelitian lebih lanjut.

#### 4.4.2.5 Kekuatan gel

Tabel 4.10  
Data pengukuran kekuatan gel

Sampel	Persentase (%)	Kekuatan Gel (gf)
Kappa	1,6	426.5
Iota	1,6	9.15
Kappa : Iota (1:1)	1,6	153.85
PPSP	10	9.75
Koproses (E)	10	251.2

Kekuatan gel menggambarkan daya tahan gel terhadap tekanan luar dan sifat kohesivitas gel dalam mempertahankan bentuknya. Kekuatan gel pada karagenan kappa dan iota diukur pada konsentrasi 1,6 % sedangkan PPSP dan koproses E diukur pada konsentrasi 10 %. Pengukuran kekuatan gel semua sampel tidak dapat disamakan dalam satu konsentrasi, karena perbedaan sifat kekuatan gel dari masing-masing bahan. Karagenan kappa memiliki sifat gel yang kaku, sehingga pada pengukuran lebih dari 1,6 % akan mengakibatkan pengukuran menjadi tidak terbaca. Sebaliknya karagenan iota memiliki sifat gel yang lentur sehingga pada konsentrasi 1,6% menghasilkan kekuatan gel yang kecil bila dibandingkan dengan karagenan kappa.

Koproses E menunjukkan nilai kekuatan gel yang lebih besar dari pada PPSP. Hal ini menunjukkan bahwa koproses memperbaiki sifat kekuatan gel dari PPSP. Kekuatan gel sangat berperan dalam suatu sediaan farmasi, apabila sediaan tersebut ingin diaplikasikan dalam sediaan lepas terkendali.

#### 4.4.2.6 Indeks kompresibilitas

Indeks kompresibilitas adalah nilai dari selisih antara densitas mampat dengan densitas bulk dari suatu bahan dibagi dengan densitas mampat. Maka faktor-faktor yang mempengaruhi densitas mampat dan densitas bulk juga mempengaruhi kompresibilitas dari suatu bahan. Suatu bahan yang memiliki nilai densitas mampat dan densitas bulk yang tinggi berarti memiliki nilai kompresibilitas yang baik, menandakan bahwa bahan tersebut mudah dicetak. Kompresibilitas bahan tersebut berhubungan erat dengan ukuran partikel dan distribusinya. Makin kecil ukuran partikel, luas permukaan partikel untuk melekat dengan partikel lain akan semakin bertambah sehingga kompresibilitasnya meningkat. Indeks kompresibilitas yang baik adalah  $\leq 25\%$  (Farmakope Indonesia edisi IV, 1995).

Tabel 4.11

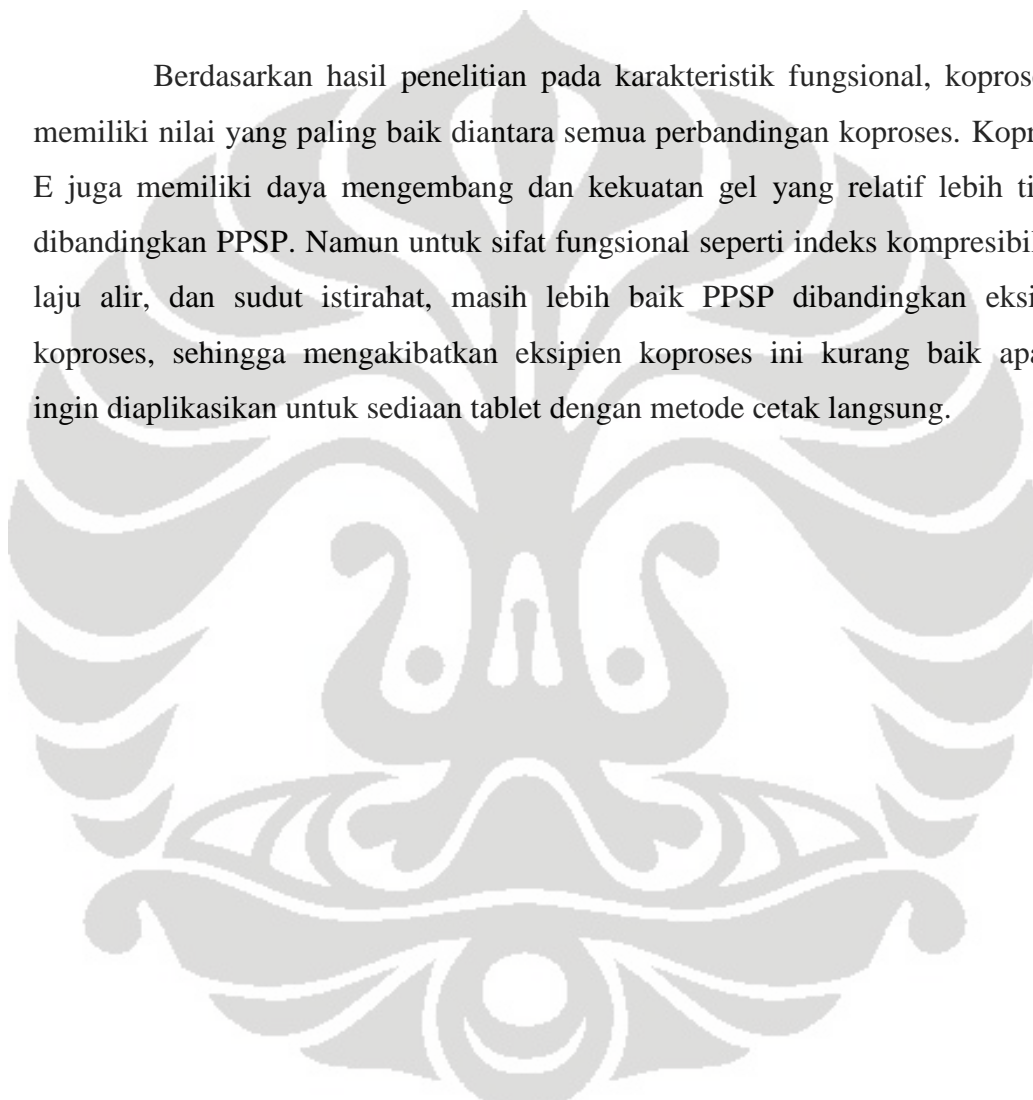
Data indeks kompresibilitas

Sampel	Indeks Kompresibilitas
PPSP	14,10 %
Kappa	24,60 %
Iota	27,07 %
A	19,44 %
B	23,93 %
C	20,14 %
D	19,89 %
E	19,30 %

Indeks kompresibilitas pada koproses E adalah 19,30 %. PPSP memiliki indeks kompresibilitas yang baik, yaitu 14,10 %. Karagenan kappa dan iota

memiliki indeks kompresibilitas yang buruk, yakni 24,60 % dan 27,07 %. Indeks kompresibilitas yang buruk akan mempengaruhi keseragaman sediaan padat saat dikempa menjadi tablet. Hal tersebut diperbaiki dengan adanya koproses, sehingga pada koproses E terlihat adanya penurunan indeks kompresibilitas mencapai 19,30%. Adanya PPSP dapat memperbaiki sifat fungsional dari karagenan, baik kappa maupun iota.

Berdasarkan hasil penelitian pada karakteristik fungsional, koproses E memiliki nilai yang paling baik di antara semua perbandingan koproses. Koproses E juga memiliki daya mengembang dan kekuatan gel yang relatif lebih tinggi dibandingkan PPSP. Namun untuk sifat fungsional seperti indeks kompresibilitas, laju alir, dan sudut istirahat, masih lebih baik PPSP dibandingkan eksipien koproses, sehingga mengakibatkan eksipien koproses ini kurang baik apabila ingin diaplikasikan untuk sediaan tablet dengan metode cetak langsung.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil kesimpulan :

- 5.1.1 Koproses E, yaitu PPSP : [ $\kappa$  :  $\iota$  = 1:1] (3:1), memiliki karakteristik dengan nilai rata-rata sebagai berikut: pH 8,95; kadar air 8,71%; distribusi ukuran partikel 24,2% pada ukuran partikel  $>500 \mu\text{m}$ ; densitas bulk 0,17; densitas mampat 0,21; laju alir 0,21; sudut istirahat 20,05; viskositas pada konsentrasi 1,5% sebesar 20 cp; kekuatan gel pada konsentrasi 10 % sebesar 251,2 gf; dan indeks kompresibilitas 19,30%.
- 5.1.2 Secara keseluruhan eksipien koproses E berpotensi untuk digunakan sebagai matriks dalam sediaan lepas terkendali.

#### 5.2 SARAN

Perlu dilakukan optimasi perbandingan bahan penyusun eksipien koproses yang terdiri dari PPSP, karagenan  $\kappa$  dan  $\iota$ , untuk diaplikasikan sebagai matriks sediaan lepas terkendali.



## DAFTAR ACUAN

- Anggraeni, Gadis. 2008. *Formulasi Tablet Cepat Hancur Menggunakan Pregelatinisasi Pati Singkong Propionat*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia.
- Anonim. 1995. *Farmakope Indonesia edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Anonim. 2004. *Food Chemical Codex Fifth Edition*. Washington D.C: The National Academies Press.
- Ansel, H.C., Allen Jr. L.V. & Popovich, N.G. 1999. *Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems*. Lippincott Williams and Wilkins. London: 231-232.
- Anwar, Effionora et al. 2006. *An Approach on Pregelatinized Cassava Starch Phosphat Esters as Hydrophilic Polymer Excipient for Controlled Release Tablet*. J. Med Sci., 6 (6) : 923-929
- Bhattacharyya, L. Stefan Schuber, Catherine Sheehan, Roger William. 2006. *Excipients: Background/Introduction*. Dalam *Excipient Development for Pharmaceutical, Biotechnology, and Drug Delivery Systems*. New York: Taylor & Francis Group : 1-2
- Bolhuis GK, Chowhan ZT. *Materials for direct compaction*. In: Alderborn G, Nystrom C, eds. *Pharmaceutical Powder Compaction Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996:419–500.
- Chaudemanche, C. Dan Budtova, T. 2005. *Properties of Pregelatinized Starch and Kappa-Carrageenan Mixtures: Flow, Gelation, and Compatibility*. Dalam *Proceeding of 8<sup>th</sup> Polymers for Advanced Technologies International Symposium*. Hungary : 1-3
- Dewirani, Berlian. 2008. *Formulas Granul Mukoadhesif Menggunakan PPSP*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia

- Ghaly, E., Gloria Ruiz, Evone S. 2006. *Mucoadhesive Delivery Systems Using Carrageenan and Eudragit RLPO*. Vitae, Vol.13, Num.1 : 31-39.
- Glicksman, Martin. 1983. *Carrageenan*. Dalam *Food Hydrocolloids*. CRC Press Inc. Florida :83-97
- Guisley, KB., Stanley NF, Whitehouse PA.. 1980. *Carrageenan*. dalam Handbook of Water Soluble Gums and Resin. Mc. Graw Hill Book Company. New York. 5:1-9
- Gupta, Vishal dan Shivakumar H.G. 2010. *Preparation and Characterization of Superporous Hydrogels as Gastroretentive Drug Delivery System for Rosiglitazone Maleate*. DARU Vol. 18, No. 3 : 200 – 210.
- Hillery, M.A. 1989. *Advanced Drug Delivery and Targetting: An introduction*. Dalam: *Drug Delivery and Targetting for Pharmacists and Pharmaceutical Scientists*. Taylor and Francis, New York: 65-68.
- Hustiany, Rini. 2006. *Modifikasi Asilasi dan Suksinilasi Pati Tapioka sebagai bahan Enkapsulasi Komponen Flavor*. Bogor: Tesis Progam Pasca Sarjana. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Jantzen, G.M. & Robinson, J.R. 2002. *Sustained-and Controlled Release Drug Delivery System*. Dalam: *Modern Pharmaceutics Fourth edition, Revise, and Expanded*. Marcel Dekker, Inc. New Yok. 15:1-2
- Juang, Dwi. 2007. *Pemanfaatan PPSP sebagai Pengikat pada Tablet*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia
- Marshal, K. *Compression and Consolidation of Powdered Solids*. Dalam : Lachman, L. *The Theory and Practice of Industrial Pharmacy*. Third Edition. Philadelphia: 66-67
- Martin, Alfred., James Swabrick, Arthur Cammarata. 1993. *Physical Pharmacy*. Lea & Febiger : 997-1077
- Mayvita. 2009. *Formulasi Tablet Lepas Terkendali Menggunakan Pregel Pati Singkong Propionat Sebagai Matriks Hidrofilik*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia.

- Nachaegari, Satish K. dan Arvind K. B. 2004. *Coprocessed excipients for Solid Dosage Forms*. Pharmaceutical Technolog : 52-64
- Nikhil, Sachan dan A., Bhattacharya. 2009. *Basic and Therapeutic Potential of Oral Mucoadhesive Microparticulate Drug Delivery Systems*. Dalam International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research 2009 : 10-14
- Nokodochi, Ali. 2005. *An Overview of the Effect of Moisture on Compaction and Compression*. Pharmaceutical Technology. London : 46-62
- Panjaitan, Clara. 2007. *Karakterisasi Pati Singkong Terpregelatinasi Propionat Sebagai Eksipien dalam Sediaan Lepas terkendali*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia
- Paziri, Amat. 2008. *Uji Karakter Pragelatinisasi Pati Singkong Propionat Sebagai Eksipien Dalam Sediaan Farmasi*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia.
- Peppas, N.A. & Khare, A.R. 1993. *Preparation, Structure, and Diffusional Behavior of Hydrogels in Controlled Release*. *Advanced Drug Delivery Review* 11: 1-35.
- Peppas, N.A. & Lowman, A.M. *Hydrogels*. 1999. Dalam: Encyclopedia of Controlled Drug Delivery Volume 1. & 2. Wiley Interscience Publication, United States of America: 406-407.
- Piyakulawat, P., Nalena Praphairaksit, Nuanphun Chantarasiri, Nongnuj Muangsin. 2007. *Preparation and Evaluation of Chitosan/Carrageenan Beads for Controlled releas of Sodium Diclofenac*. AAPS PharmSciTech 8 (4) Article 97: E1-E11
- Septiani, Faizah. 2010. *Penggunaan Koproces Eksipien Pragelatinisasi Pati Singkong (PPS) dan Hidroksipropilmetilselulosa (HPMC) sebagai Matriks Hidrofilik pada Mikrosfer*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia.

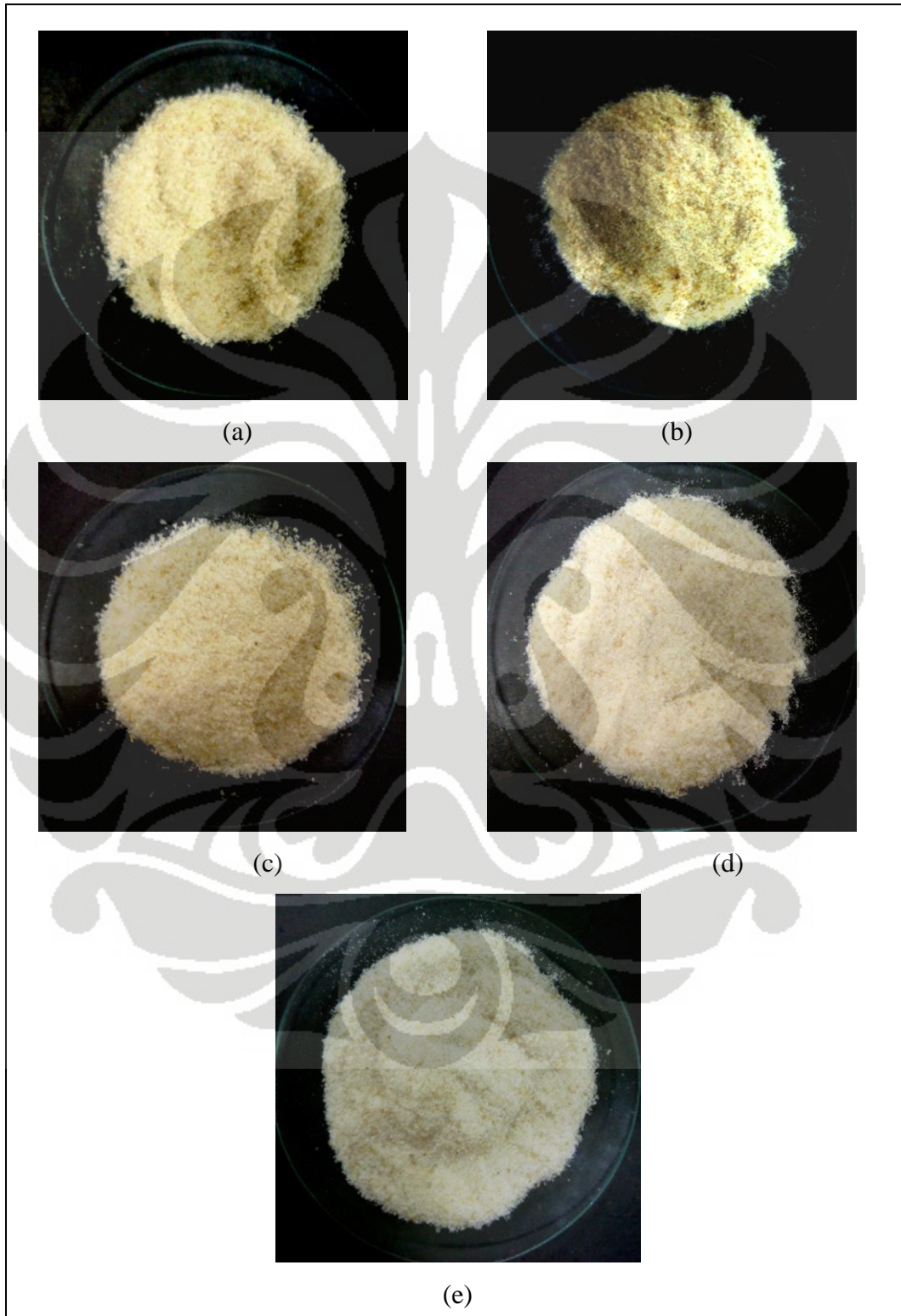
- Shaha, S.H., Patel, J.K., Pundarikakshudu, K., Patel, N.V. 2009. *An Overview of a Gastroretentive Floating Drug Delivery System*. Asian Journal of Pharmaceutical Science. 4 (1) : 65-80
- Sugiyanti, Rini. 2007. *Penggunaan Pregelatinisasi Pati Singkong Propionat sebagai Bahan Penyalut Lapis Tipis Tablet*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia.
- Suryaningrum, T.D. 1988. *Kajian Sifat-Sifat Mutu Komoditas Rumput laut budidaya jenis **Euchema Cottonii** dan **Euchema Spinosum***. Bogor: Tesis Progam Pasca Sarjana. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Thomas, WR. 1992. *Carrageenan*. Dalam *Thickening and Gelling Agent for Food*. Blackie Academic. London : 132-149
- Varavinit, S., Narisa Chaokasem, Sujin Shobsngob. 2001. *Studies of Flavor Encapsulation by Agents Produced from Modified Sago and Tapioka Starches*. Starch/Starke 53, 281-287.
- Wade, A dan P.J. Weller. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 5th Edition. London: The pharmaceutical Press. 485,491.
- WHO. 1999. *Safety Evaluation of Certain Food Additives*. WHO Food Additives Series : 42. Geneva
- Wurzburg, O.B. 1989. *Introduction of modified starch*. Dalam *Modified Starches : Properties and uses*. CRC Press Inc. Florida : 4-15
- Yulita. 2009. *Pemanfaatan Eksipien Koproces Pragelatinisasi Pati Singkong dan Karboksi Metil Selulosa Sebagai Bahan Penyalut Tablet Lepas Terkendali*. Depok: Skripsi Sarjana Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia



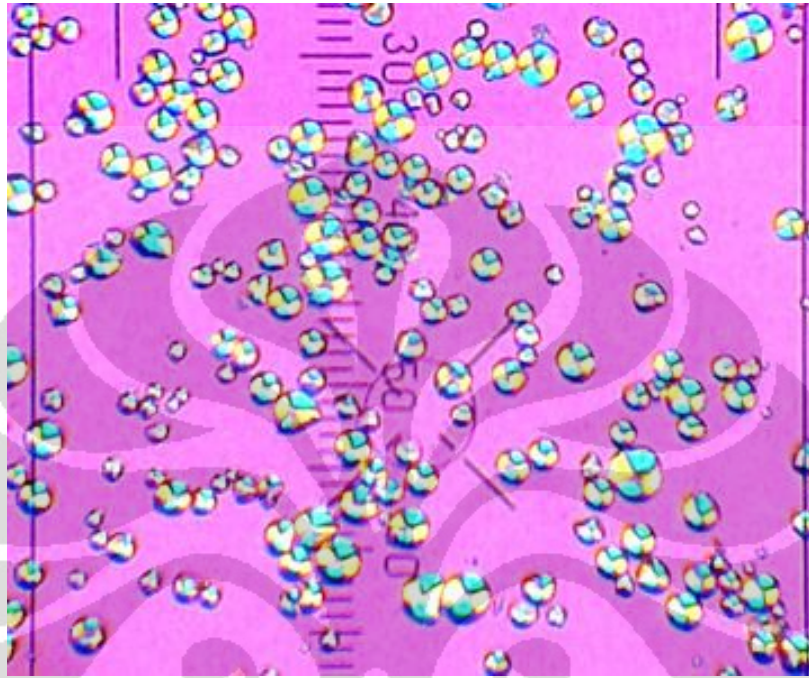


# LAMPIRAN

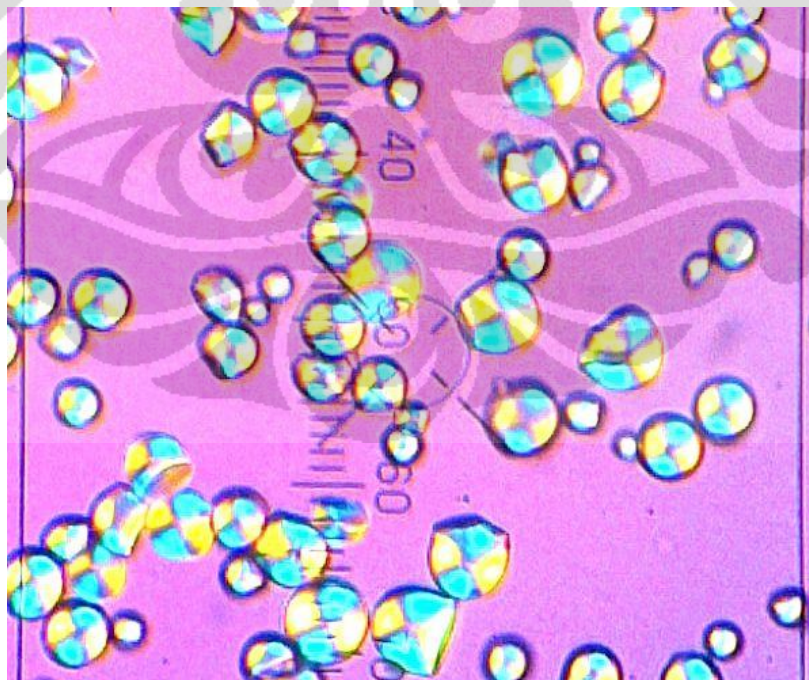
Lampiran 1. Gambar Serbuk bahan yang digunakan  
(a) Koproses A, (b) Koproses B, (c) Koproses C, (d) Koproses D, dan (e)  
Koproses E



Lampiran 2. Gambar bentuk pati singkong dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi. Dengan perbesaran (a) 200X dan (b) 400X



(a)



(b)

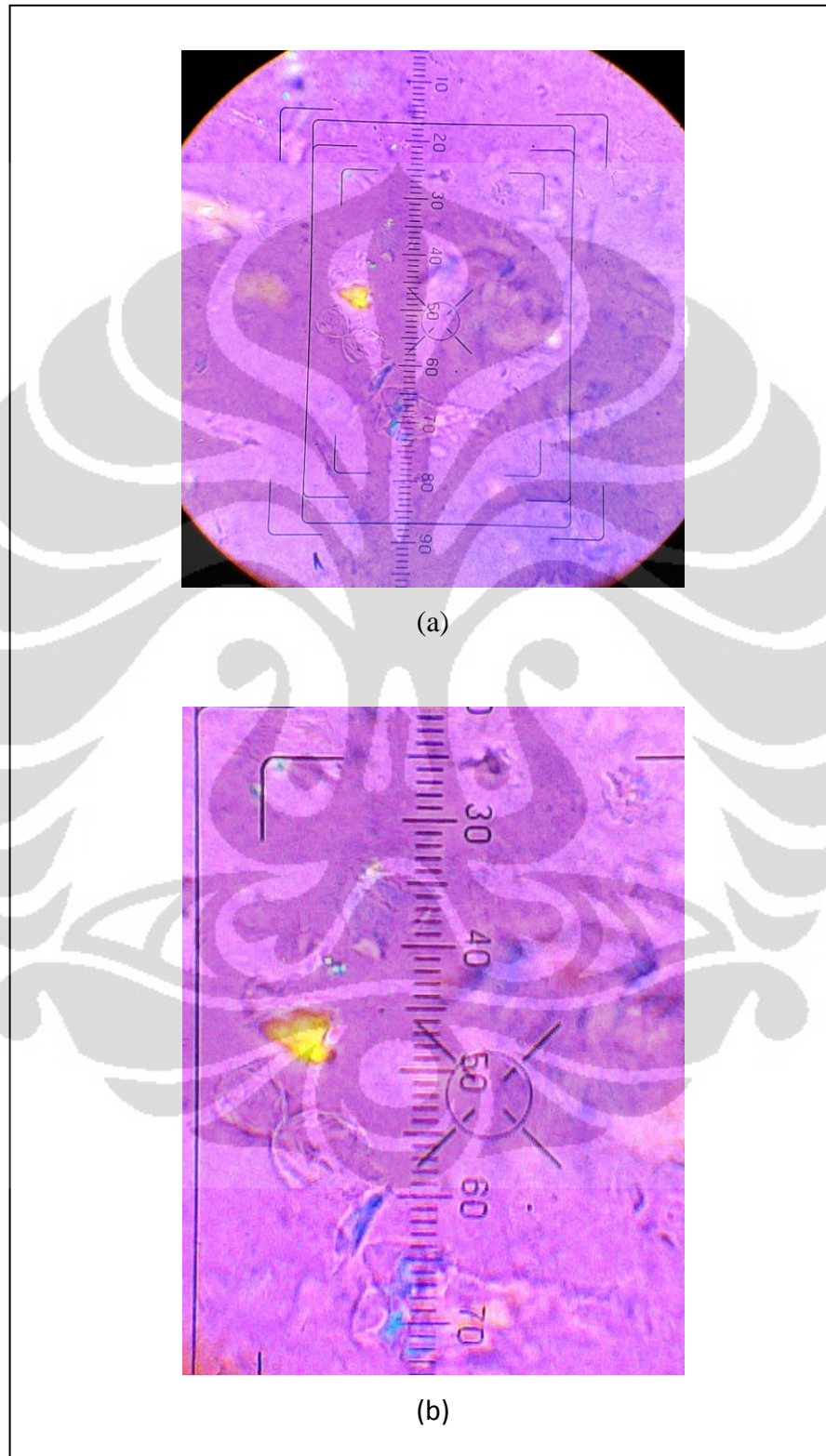


Lampiran 3. Gambar bentuk PPSP dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi.  
Dengan perbesaran (a) 200X dan (b) 400X

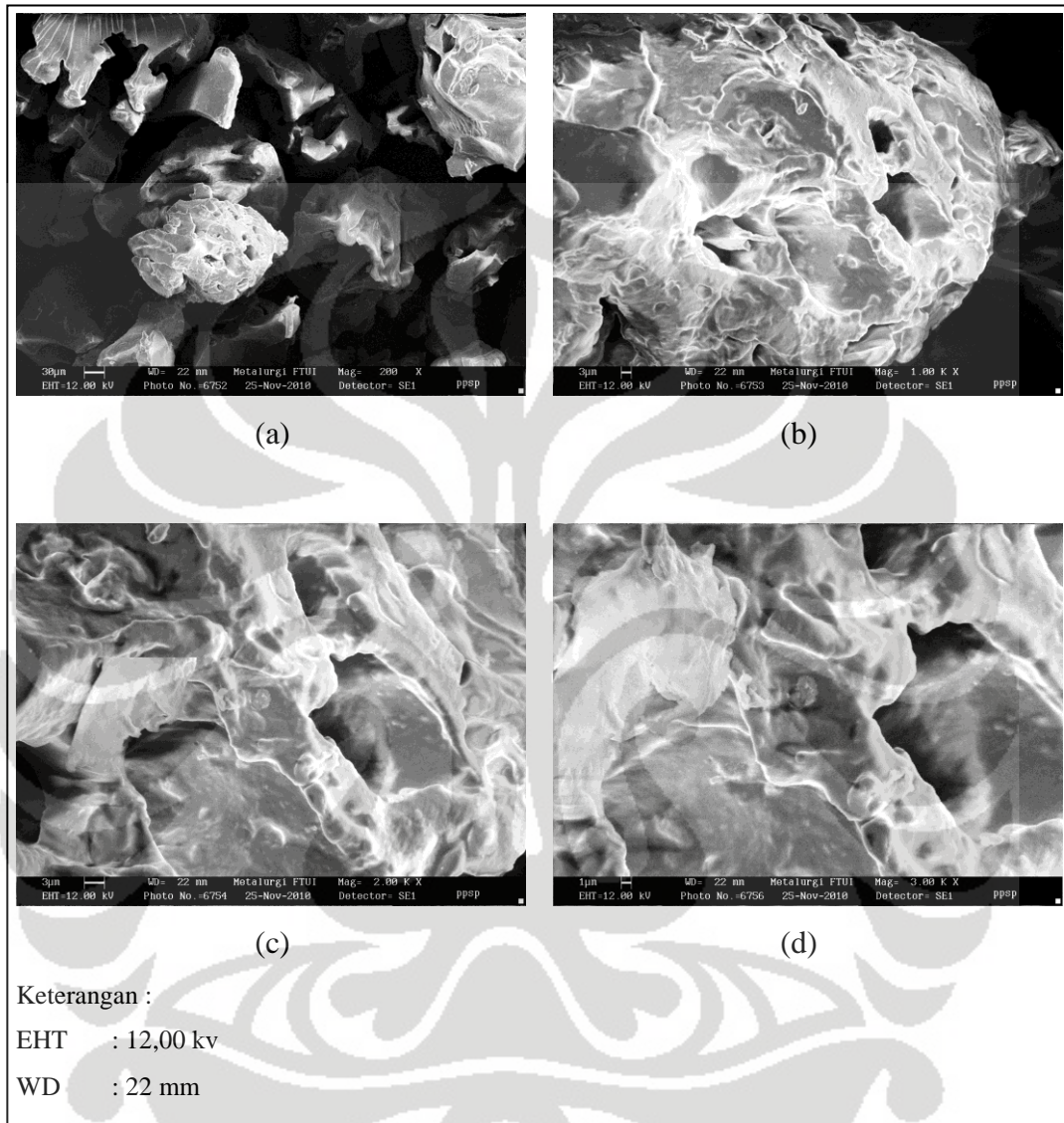




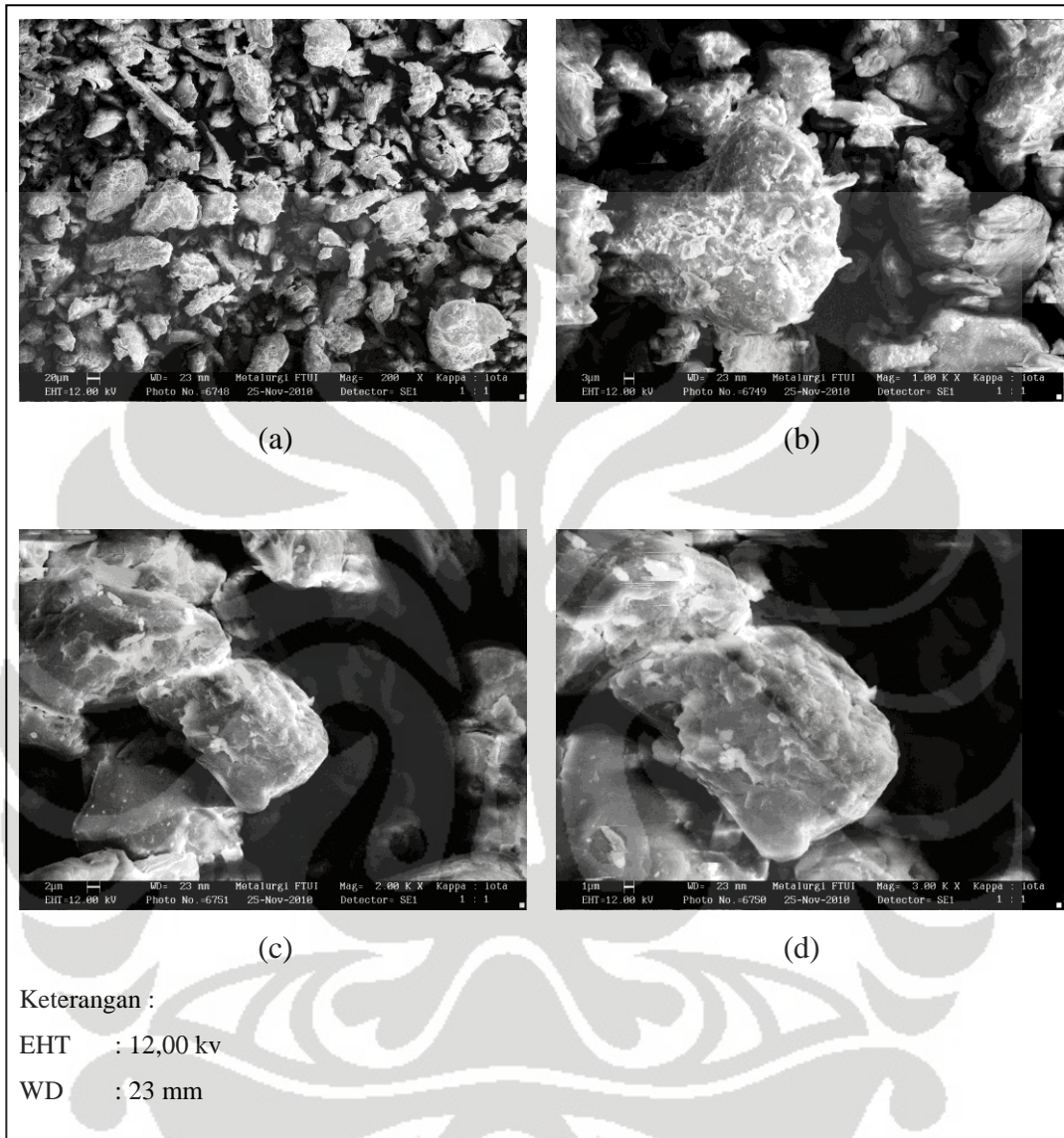
Lampiran 4. Gambar bentuk partikel koproses E dilihat dari mikroskop cahaya terpolarisasi. Dengan perbesaran (a) 200X dan (b) 400X



Lampiran 5. Mikrograf PPSP dengan perbesaran (a) 200X, (b) 1000X, (c) 2000X dan (d) 3000X

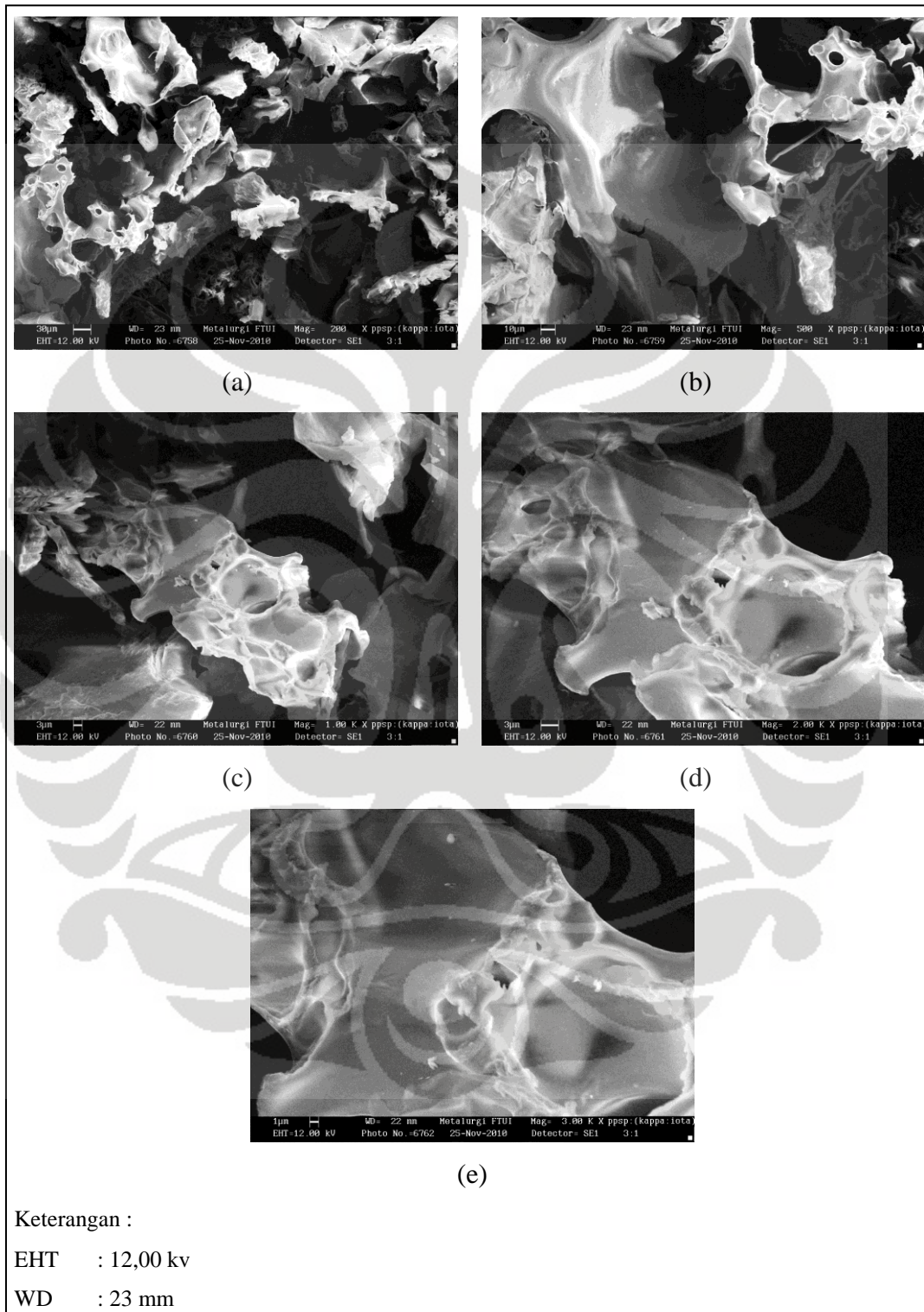


Lampiran 6. Mikrograf Kappa : Iota (1:1) dengan perbesaran (a) 200X, (b) 1000X, (c) 2000X dan (d) 3000X



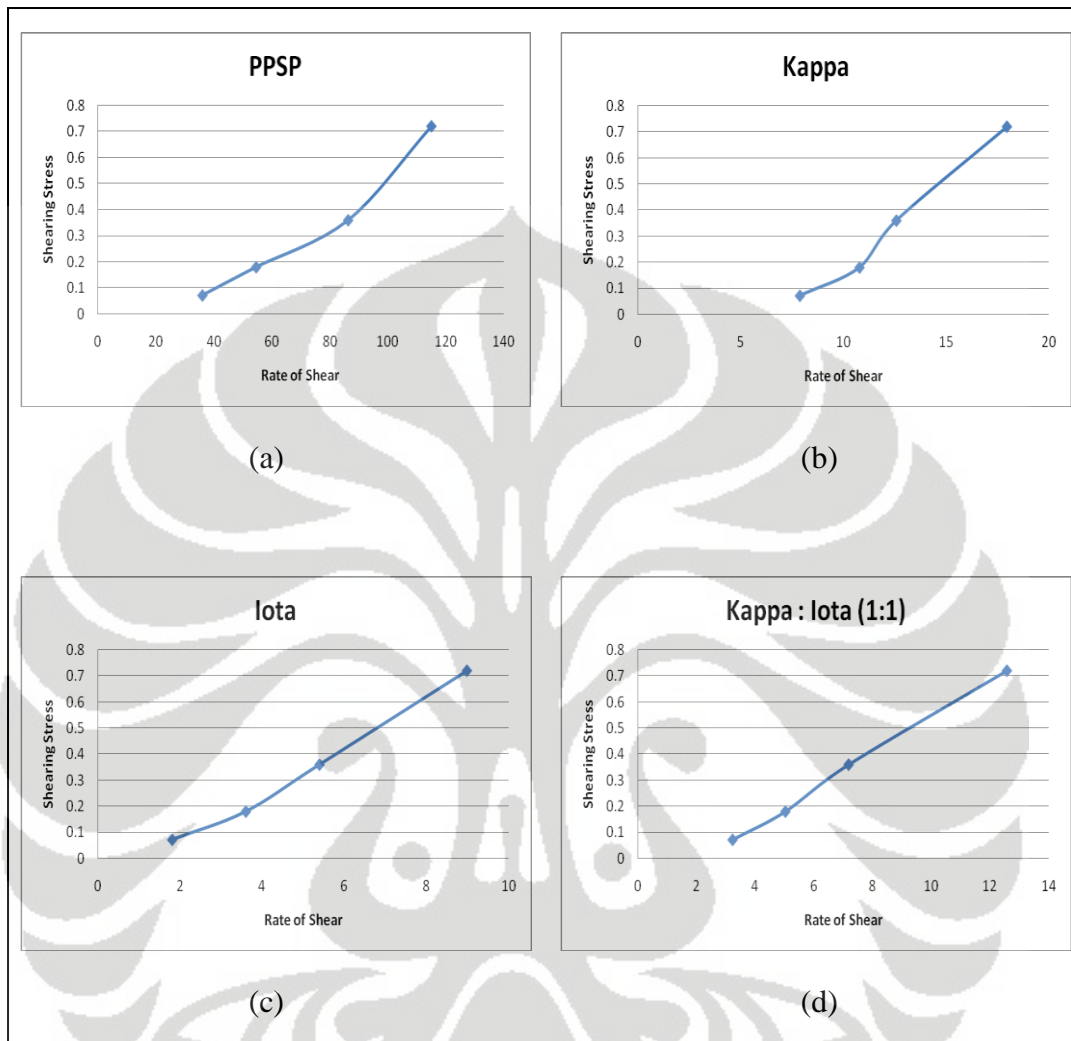


Lampiran 7. Mikrograf koproses E dengan perbesaran (a) 200X, (b) 500X (c) 1000X, (d) 2000X dan (e) 3000X





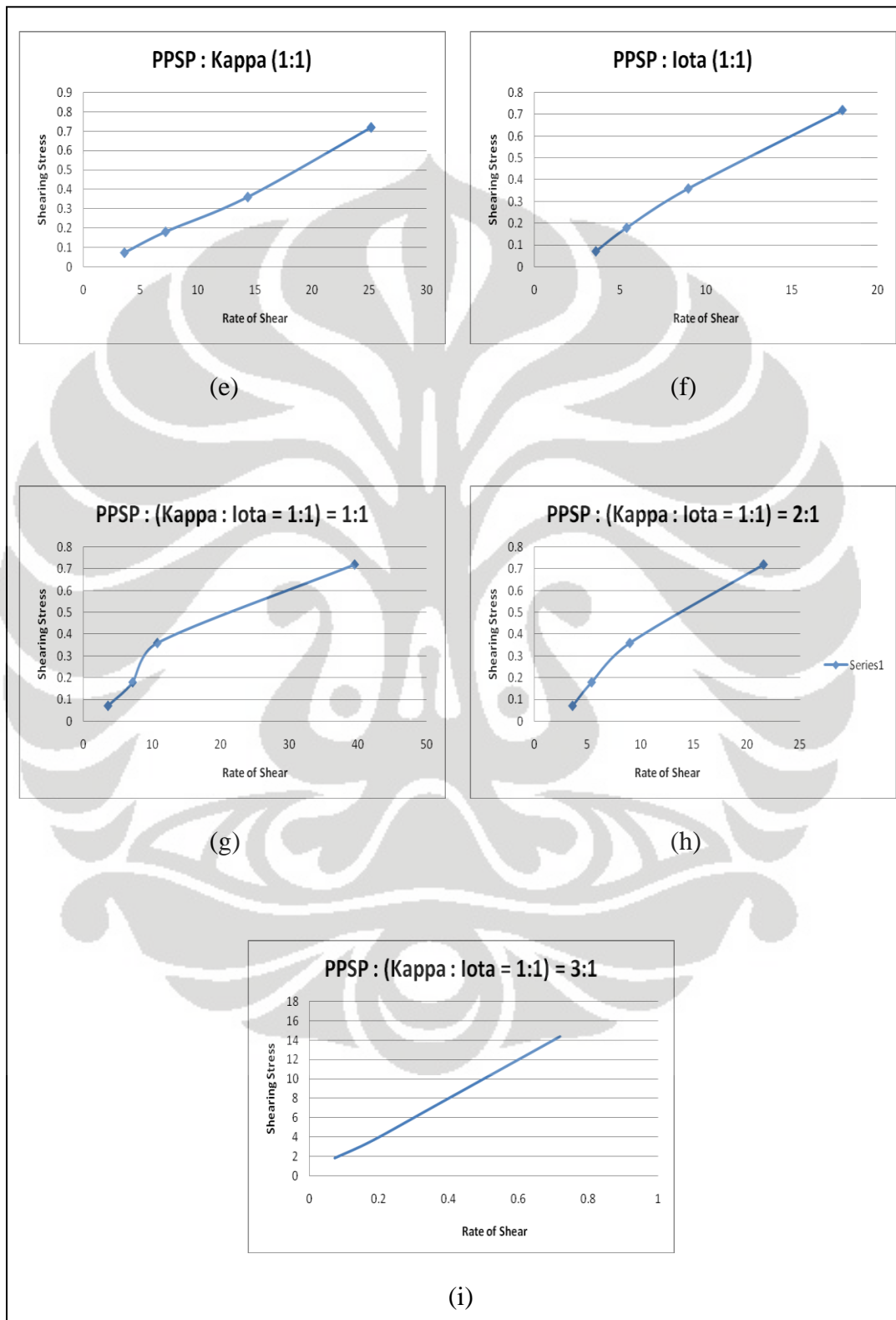
Lampiran 8. Gambar kurva sifat alir pada konsentrasi 1,5 % (a) PPSP, (b) Kappa, (c) Iota, dan (d) Kappa : Iota (1:1)



Lampiran 8. Gambar kurva sifat alir pada konsentrasi 1,5 %

(e) Koproses A; (f) Koproses B; (g) Koproses C; (h) Koproses D; dan (i)

Koproses E



Lampiran 9. Data pengukuran derajat substitusi

Sampel	Percobaan	Penentuan Derajat Substitusi
PPSP	1	0,03
	2	0,03
	Rata-rata	0,03
PPSP : Kappa (1:1)	1	0,00190
	2	0,00096
	Rata-rata	0,0014
PPSP : Iota (1:1)	1	0,0038
	2	0,0028
	Rata-rata	0,0033
PPSP : (Kappa : iota = 1:1) (1 : 1)	1	0,0048
	2	0,0038
	Rata-rata	0,0043
PPSP : (Kappa : iota = 1:1) (2 : 1)	1	0,0057
	2	0,0058
	Rata-rata	0,0058
PPSP : (Kappa : iota = 1:1) (3 : 1)	1	0,0067
	2	0,0076
	Rata-rata	0,0072

Lampiran 10. Data pengukuran viskositas PPSP 1,5 %

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	5	100	500	35,935	0,0719
5	8	40	320	54,496	0,1797
10	12	20	240	86,244	0,3594
20	16	10	160	114,992	0,7187
20	10,5	10	105	75,4635	0,7187
10	7	20	140	50,309	0,3594
5	6	40	240	43,112	0,1797
2	5	100	500	35,935	0,0719



Lampiran 11. Data pengukuran viskositas karagenan kappa 1,5 % pada suhu 75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	1	100	100	7,871	0,0719
5	1,5	40	60	10,78	0,1797
10	1,75	20	35	12,577	0,3594
20	2,5	10	25	17,967	0,7187
20	2,75	10	27,5	19,764	0,7187
10	2	20	40	14,374	0,3594
5	1,75	40	70	12,577	0,1797
2	1,25	100	125	8,984	0,0719

Lampiran 12. Data pengukuran viskositas karagenan iota 1,5 % pada suhu 75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	0,25	100	25	1,797	0,0719
5	0,5	40	20	3,594	0,1797
10	0,75	20	15	5,39	0,3594
20	1,25	10	12,5	8,984	0,7187
20	1,25	10	12,5	8,984	0,7187
10	0,5	20	10	3,594	0,3594
5	0,25	40	10	1,797	0,1797
2	0,15	100	15	1,078	0,0719

Lampiran 13. Data pengukuran viskositas kappa : iota (1:1) 1,5 % pada suhu  
75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	0,45	100	45	3,234	0,0719
5	0,7	40	28	5,0309	0,1797
10	1	20	20	7,187	0,3594
20	1,75	10	17,5	12,577	0,7187
20	1,5	10	15	10,78	0,7187
10	0,85	20	17	6,109	0,3594
5	0,65	40	26	4,671	0,1797
2	0,45	100	45	3,234	0,0719

Lampiran 14. Data pengukuran viskositas koproses A 1,5 % pada suhu 75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719
5	1	40	40	7,187	0,1797
10	2	20	40	14,373	0,3594
20	3,5	10	35	25,1545	0,7187
20	3,5	10	35	25,1545	0,7187
10	2	20	40	14,373	0,3594
5	1	40	40	7,187	0,1797
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719



Lampiran 15. Data pengukuran viskositas koproses B 1,5 % pada suhu 75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719
5	0,75	40	30	5,3903	0,1797
10	1,25	20	25	8,9838	0,3594
20	2,5	10	25	17,9675	0,7187
20	2,25	10	22,5	16,1708	0,7187
10	1,25	20	25	8,9838	0,3594
5	0,75	40	30	5,3903	0,1797
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719

Lampiran 16. Data pengukuran viskositas koproses C 1,5 % pada suhu 75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719
5	1	40	40	7,187	0,1797
10	1,5	20	30	10,78	0,3594
20	5,5	10	55	39,5285	0,7187
20	4,5	10	45	32,3451	0,7187
10	1,5	20	30	10,7805	0,3594
5	1	40	40	7,187	0,1797
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719

Lampiran 17. Data pengukuran viskositas koproses D 1,5 % pada suhu 75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719
5	0,75	40	30	5,3903	0,1797
10	1,25	20	25	8,9838	0,3594
20	3	10	30	21,561	0,7187
20	2,5	10	25	17,9675	0,7187
10	1,25	20	25	8,9838	0,3594
5	0,75	40	30	5,3903	0,1797
2	0,5	100	50	3,5935	0,0719

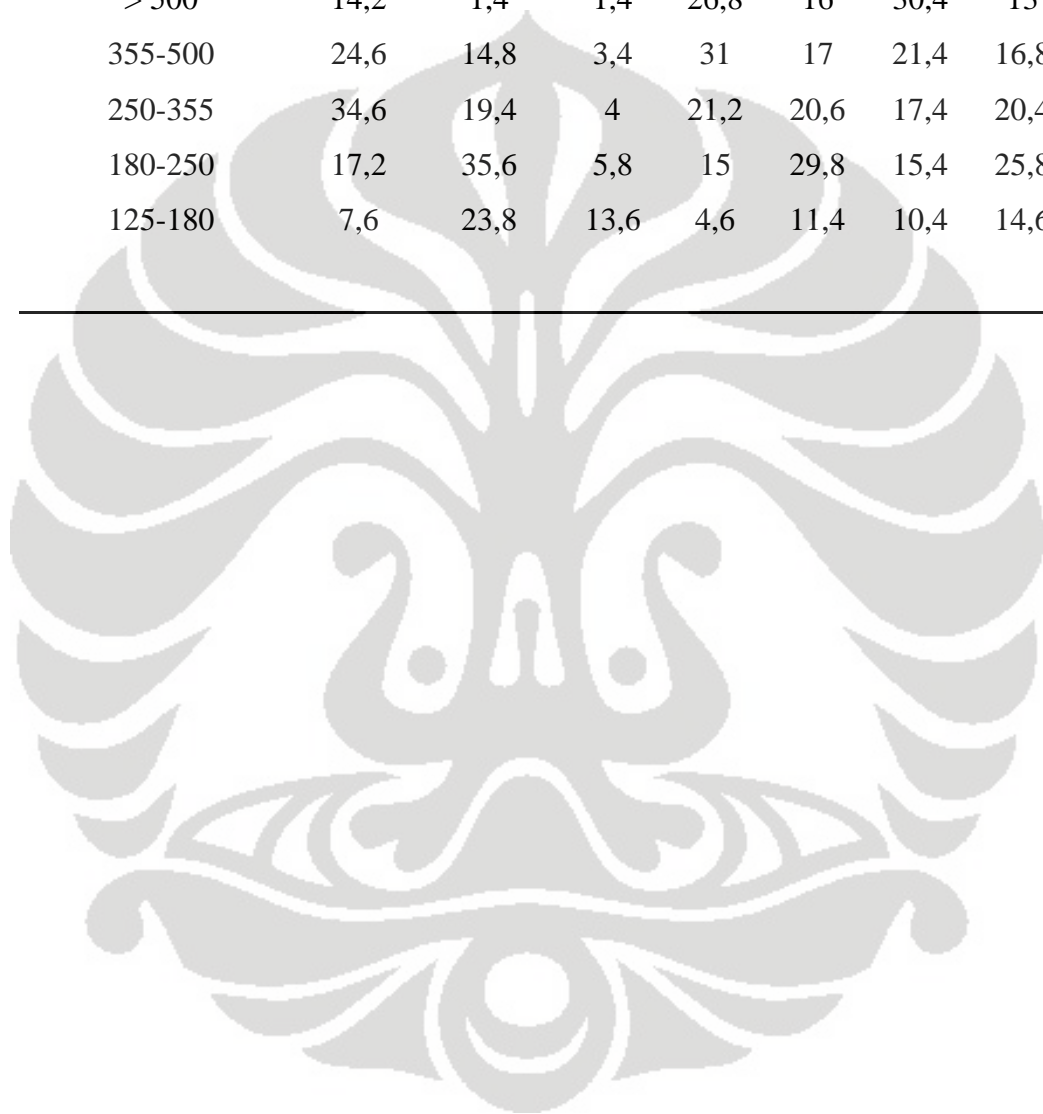
Lampiran 18. Data pengukuran viskositas koproses E 1,5 % pada suhu 75°C

Kecepatan (rpm)	Dial Reading (dr)	Faktor Koreksi (F)	Viskositas ( $\mu = dr \times F$ )	Shearing Stress ( $F/A =$ $dr \times 7,187$ )	Rate of Shear ( $dv/dr =$ $F/A \times 1/\mu$ )
2	0,25	100	25	1,7968	0,0719
5	0,5	40	20	3,5935	0,1797
10	1	20	20	7,187	0,3594
20	2	10	20	14,373	0,7187
20	2	10	20	14,373	0,7187
10	1	20	20	7,187	0,3594
5	0,5	40	20	3,5935	0,1797
2	0,25	100	25	1,7968	0,0719



Lampiran 19. Data pengukuran distribusi ukuran partikel pada kecepatan 15 rpm selama 20 menit

Ukuran Partikel ( $\mu\text{m}$ )	Persentase Berat (%)							
	PPSP	Kappa	Iota	A	B	C	D	E
> 500	14,2	1,4	1,4	26,8	16	30,4	13	24,2
355-500	24,6	14,8	3,4	31	17	21,4	16,8	22
250-355	34,6	19,4	4	21,2	20,6	17,4	20,4	21,2
180-250	17,2	35,6	5,8	15	29,8	15,4	25,8	19,6
125-180	7,6	23,8	13,6	4,6	11,4	10,4	14,6	9



## Lampiran 20. Densitas bulk

Sampel	Percobaan	Densitas Bulk
PPSP	1	0,51
	2	0,52
	Rata-rata	0,51
Kappa	1	0,64
	2	0,64
	Rata-rata	0,64
Iota	1	0,65
	2	0,66
	Rata-rata	0,65
A	1	0,17
	2	0,18
	Rata-rata	0,18
B	1	0,12
	2	0,12
	Rata-rata	0,12
C	1	0,15
	2	0,15
	Rata-rata	0,15
D	1	0,17
	2	0,17
	Rata-rata	0,17
E	1	0,18
	2	0,16
	Rata-rata	0,17

Lampiran 21. Densitas mampat

Sampel	Percobaan	Densitas Mampat
PPSP	1	0,59
	2	0,61
	Rata-rata	0,60
Kappa	1	0,85
	2	0,85
	Rata-rata	0,85
Iota	1	0,91
	2	0,89
	Rata-rata	0,90
A	1	0,22
	2	0,22
	Rata-rata	0,22
B	1	0,15
	2	0,16
	Rata-rata	0,16
C	1	0,19
	2	0,19
	Rata-rata	0,19
D	1	0,21
	2	0,22
	Rata-rata	0,21
E	1	0,21
	2	0,21
	Rata-rata	0,21

## Lampiran 22. Laju alir

Sampel	Percobaan	Laju Alir (g/detik)
PPSP	1	4,09
	2	4,23
	Rata-rata	4,16
Kappa	1	2,75
	2	2,96
	Rata-rata	2,86
Iota	1	0,28
	2	0,32
	Rata-rata	0,30
A	1	0,10
	2	0,11
	Rata-rata	0,11
B	1	0,10
	2	0,10
	Rata-rata	0,10
C	1	0,10
	2	0,11
	Rata-rata	0,11
D	1	0,13
	2	0,15
	Rata-rata	0,14
E	1	0,20
	2	0,21
	Rata-rata	0,21



## Lampiran 23. Sudut istirahat

Sampel	Percobaan	Sudut Istirahat
PPSP	1	16,07
	2	16,69
	Rata-rata	16,38
Kappa	1	19,44
	2	23,03
	Rata-rata	21,23
Iota	1	26,56
	2	21,80
	Rata-rata	24,18
A	1	24,22
	2	22,95
	Rata-rata	23,58
B	1	24,08
	2	25,41
	Rata-rata	24,75
C	1	22,89
	2	21,80
	Rata-rata	22,35
D	1	21,80
	2	20,69
	Rata-rata	21,25
E	1	19,79
	2	20,30
	Rata-rata	20,05



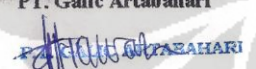
## Lampiran 24. Kekuatan gel

Sampel	Persentase (%)	Percobaan	Kekuatan Gel (g/cm <sup>2</sup> )	Jarak (mm)
Kappa	1,6	1	406,7	3,993
		2	447,2	3,997
		Rata-rata	426,5	3,995
Iota	1,6	1	9,0	3,810
		2	9,3	3,912
		Rata-rata	9,15	3,861
Kappa : Iota (1:1)	1,6	1	153,3	4,000
		2	154,4	3,993
		Rata-rata	153,85	3,997
Iota	10	1	180,0	4,000
		2	199,9	3,997
		Rata-rata	189,95	3,999
PPSP	10	1	9,3	3,490
		2	10,2	3,975
		Rata-rata	9,75	3,733
Koprosoes (E)	10	1	250,3	3,703
		2	252,1	3,095
		Rata-rata	251,2	3,399

Lampiran 25. Indeks kompresibilitas



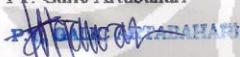
Sampel	Percobaan	Indeks Kompresibilitas
PPSP	1	13,89 %
	2	14,31 %
	Rata-rata	14,10 %
Kappa	1	25,01 %
	2	24,20 %
	Rata-rata	24,60 %
Iota	1	27,91 %
	2	26,23 %
	Rata-rata	27,07 %
A	1	20,69 %
	2	18,18 %
	Rata-rata	19,44 %
B	1	23,11 %
	2	24,75 %
	Rata-rata	23,93 %
C	1	19,39 %
	2	20,89 %
	Rata-rata	20,14 %
D	1	19,97 %
	2	19,81 %
	Rata-rata	19,89 %
E	1	17,29 %
	2	21,31 %
	Rata-rata	19,30 %

## Lampiran 26. Sertifikat analisis karagenan kappa

<b>CERTIFICATE OF ANALYSIS</b>		<b>ORIGINAL</b>
 <b>P.T. GALIC ARTABAHARI</b> SEAWEED FARMING, EXTRACTION, & CARRAGEENAN INDUSTRY KP. CIKEDOKAN, DESA SUKADANAU, CIKARANG BARAT, BEKASI 17520 JAWA BARAT, INDONESIA TELP. : (021) 8900782, 8901057, 8901058 FAX : (021) 8900783 E-MAIL : gabind@indosat.net.id • Website : http://www.ptgab.com		
		
<b>Product Specification</b>		
<b>Material</b>	<b>: Semi Refined Carrageenan (Food Application)</b>	
<b>Product Code</b>	<b>: ICNU 306 (Kappa)</b>	
<b>Batch No.</b>	<b>: ICNU20093</b>	
<b>Production date</b>	<b>: 02.10.2010 ; Expired date : 02.10.2012</b>	
<b>Tanggal Pengiriman</b>	<b>: 18.10.2010</b>	
<b>Tujuan</b>	<b>:</b>	
<b>Quantity</b>	<b>: 10 Kg</b>	
<b>Parameter</b>		<b>Hasil Uji</b>
<b>Form</b>	<b>Powder</b>	
<b>Color</b>	<b>Cream to light brown</b>	
<b>Moisture Content</b>	<b>8.31</b>	
<b>Using Halogen Moisture Analyser</b>		
<b>Ash</b>	<b>27.60 %</b>	
<b>pH</b>	<b>9.27</b>	
<b>(1.5 % sol'n at 60 °C)</b>		
<b>Gel Strength</b>		
• <b>Viscosity</b>		
<b>(1,5 % at 75 °C)</b>		<b>23.75 cps</b>
<b>Using Brookfield RVF spindle 1 @ 20 rpm</b>		
• <b>Salt gel</b>		
<b>(1,5 % gel in 0,2 % KCL at 10 °C)</b>		<b>457 g/cm<sup>2</sup></b>
<b>Using LFRA Texture Analyser</b>		
<b>Microbiologi :</b>		
• <b>Total Plate Count</b>		<b>9,000 colony/gr</b>
• <b>Yeast &amp; Mould</b>		<b>Negative</b>
<b>Nett Weight</b>	<b>25 kg/bag</b>	
<b>Particle Size</b>	<b>Pass 150 M (106 µm),min 95 %</b>	
<b>Shelf life</b>	<b>24 months</b>	
<b>Cara Penyimpanan</b>	<b>Max temp ruang 30°C</b>	
	<b>Max humidity 60 %</b>	
<b>PT. Galic Artabahari</b>		
 <b>Tatiek Sivawati</b> <b>QC Manager</b>		



## Lampiran 27. Sertifikat analisis karagenan iota

<b>CERTIFICATE OF ANALYSIS</b>		ORIGINAL
 <b>P.T. GALIC ARTABAHARI</b> SEAWEED FARMING, EXTRACTION, & CARRAGEENAN INDUSTRY KP. CIKEDOKAN, DESA SUKADANAU, CIKARANG BARAT, BEKASI 17520 JAWA BARAT, INDONESIA TELP.: (021) 8900782, 8901057, 8901058 FAX : (021) 8900783 E-MAIL : gabind@indosat.net.id • Website : http://www.ptgab.com		
		
<b>Product Specification</b>		
Material	: Semi Refined Iota Carrageenan	
Product Symbol	: ID1006 (iota)	
Batch Number	: ID20033	
Production Date	: 04.05.2010 ; Expired date : 04.05.2012.	
Tanggal Pengiriman	: 18.10.2010	
Tujuan	:	
Quantity	: 10 Kg	
<b>Parameter</b>		
Form	<b>Hasil Uji</b>	
Color	Powder	
Moisture Content	Cream to Brown powder	
Ash	8.85 %	
pH	30.04 %	
(1.5 % at 75° C)	9.35	
Gel Strength		
• Viscosity	16.25 cps	
(1.5% gel in water at 75°C)		
Brookfield Viscometer RVF		
(spindle No.1,20 rpm)		
• Salt gel	149 g/cm <sup>2</sup>	
(2 % gel in 0.2% KCl + 0.2% CaCl <sub>2</sub> at 20°C)		
<b>Microbiologi</b>		
• Total Plate Count	7,000 colony/gram	
• Yeast & Mould	Negative	
Particle Size	Pass 106 µ min 95%	
Shelf Life	24 months	
Nett Weight	25 Kg / Bag	
PT. Galic Artabahari  Tatiek Sivawati QC Manager		