



**SKRIPSI**

**KAPSUL BERBAHAN DASAR KITOSAN  
LARUT AIR DARI CANGKANG RAJUNGAN  
(*Portunus pelagicus*)**

**AGUSTINA PERTIWI  
NRP. 0121154000004**

**Dosen Pembimbing  
Dra. Harmami, M.S.  
Dra. Ita Ulfin, M.Si.**

**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS SAINS  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**



**SCRIPT**

**CAPSULE MADE FROM WATER SOLUBLE  
CHITOSAN FROM CRAB SHELLS (*Portunus  
pelagicus*)**

**AGUSTINA PERTIWI  
NRP. 0121154000004**

**Advisor lecturer  
Dra. Harmami, M.S.  
Dra. Ita Ulfin, M.Si.**

**CHEMISTRY DEPARTMENT  
FACULTY OF SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

**KAPSUL BERBAHAN DASAR KITOSAN LARUT AIR  
DARI CANGKANG RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)**

**SKRIPSI**

Disusun untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Kimia  
Fakultas Sains  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh:

**AGUSTINA PERTIWI**  
**NRP. 0121154000004**

**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS SAINS  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Kapsul Berbahan Dasar Kitosan Larut Air dari Cangkang  
Rajungan (*Portunus pelagicus*)**

**SKRIPSI**

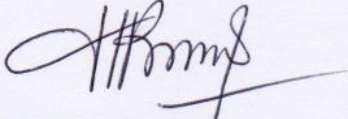
Oleh:

**AGUSTINA PERTIWI**  
**NRP. 0121154000004**

**Surabaya, 24 Mei 2019**

**Menyetujui,**

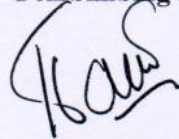
**Pembimbing I**



**Dra. Harmami, M.S.**

**NIP. 19611216 198803 2 002**

**Pembimbing II**



**Dra. Ita Ulfin, M.Si.**

**NIP. 19650426 198903 2 002**

**Mengetahui:**

**Kepala Departemen Kimia,**



**Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc.**

**NIP. 19710616 199703 1 002**

*Bismillahirrahmanirrahim*  
*Karya ini saya persembahkan untuk*  
*Bapak, Ibu, dan adik tersayang*  
*Sahabat*  
*dan teman-teman*

## **KAPSUL BERBAHAN DASAR KITOSAN LARUT AIR DARI CANGKANG RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*)**

**Nama** : Agustina Pertiwi  
**NRP** : 01211540000004  
**Departemen** : Kimia-Fakultas Sains  
**Pembimbing** : Dra. Harmami, M.S.; Dra. Ita Ulfin, M.Si.

### **ABSTRAK**

Kapsul berbahan dasar kitosan larut air (WSC) telah disintesis dengan penambahan alginat serta dengan dan tanpa penambahan surfaktan Sodium Dodesil Sulfat (SDS). Kapsul dengan dan tanpa penambahan SDS dibuat dengan variasi perbandingan WSC:Alginat yaitu 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 dan 6:1 (w/w). Kitosan yang digunakan pada penelitian ini adalah kitosan komersial yang berasal dari cangkang rajungan. Kitosan didepolimerisasi menjadi kitosan larut air melalui metode hidrolisis dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji FTIR, keseragaman bobot, *swelling*, degradasi, kelarutan dan rilis obat. Spektra FTIR pada kapsul menunjukkan adanya vibrasi dari molekul-molekul penyusun kitosan, alginat dan SDS. Hasil uji keseragaman bobot dan uji kelarutan menunjukkan bahwa kapsul yang terbentuk memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia. Derajat *swelling* terbaik dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing sebesar 84,45% dan 82,50%. Persentase degradasi terbaik dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing sebesar 97,37% dan 85,48%. Uji rilis obat terbaik dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing adalah 23 detik dan 1 menit 6 detik. Kapsul yang memiliki penampakan fisik atau tekstur yang paling baik dan mendekati kapsul komersial adalah kapsul WSC:Alginat 2:1.

Kata kunci : kapsul, kitosan larut air, alginat, SDS

## **CAPSULE MADE FROM WATER SOLUBLE CHITOSAN FROM CRAB SHELL (*Portunus pelagicus*)**

**Name** : Agustina Pertiwi  
**Student Number** : 01211540000004  
**Departement** : Kimia-Faculty of Science  
**Advisor Lecturer** : Dra. Harmami, M.S.; Dra. Ita Ulfin, M.Si.

### **ABSTRACT**

Capsules made from water soluble chitosan (WSC) have been synthesized by the addition of alginate and with and without the addition of Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) surfactant. Capsules with and without the addition of SDS are made with variations in the ratio of WSC: Alginate, i.e 2:1, 3:1, 4:1, 5:1 and 6:1 (w/w). Chitosan was used in this research is a commercial chitosan from the crab shell. Chitosan was depolymerized into water soluble chitosan by hydrolysis method with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Characterization was performed by FTIR, weight uniformity, swelling, degradation, solubility and drug release test. FTIR spektra showed that the obtained capsules had vibration from its constituent molecules, i.e chitosan, alginate and SDS. The results of the weight uniformity test and solubility test indicate that the capsules were obtained were eligible the requirements set by the Indonesian Pharmacopoeia. The best degree of swelling in water and 0,1 N HCl solution were 84,45% and 82,50% respectively. The best percentage of degradation in water and 0,1 N HCl solution were 97,37% and 85,48% respectively. The best drug release test in water and 0,1 N HCl solution were 23 seconds and 1 minute 6 seconds respectively. Capsules that have the best physical appearance or texture and are close to commercial capsules are WSC:Alginate 2:1

**Keyword** : Capsule, water soluble chitosan, alginate, SDS

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik naskah Skripsi yang berjudul **“Kapsul Barbahan Dasar Kitosan Larut Air dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*)”**. Tulisan ini tidak dapat terwujud tanpa bantuan, dukungan, doa serta dorongan semangat dari semua pihak. Untuk itu penulis sangat berterima kasih kepada

1. Dra. Harmami, M.S., selaku dosen pembimbing I dan Dra. Ita Ulfin, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah.
2. Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc., selaku Kepala Departemen Kimia yang telah memberikan fasilitas hingga naskah Skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Drs. R. Djarot Sugiarto KS, M.S., selaku dosen wali atas arahnya dalam pengambilan mata kuliah Skripsi.
4. Drs. Eko Santoso, M.Si., Suprpto, M.Si., Ph.D., Hamzah Fansuri, M.Si., Ph.D. dan Adi Setyo Purnomo, M.Sc. Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, masukan, kritik dan saran perbaikan untuk Skripsi ini.
5. Bapak, ibu dan adik saya yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa.
6. Dosen, sahabat dan teman-teman Goldschmidt yang membantu dan memberikan semangat dalam pengerjaan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan naskah Skripsi ini tidak lepas dari kekurangan, oleh sebab itu penulis



mengharapkan saran yang membangun untuk perbaikan lebih lanjut. Semoga naskah Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, 24 Mei 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kapsul .....	7
2.1.1 Jenis-Jenis Cangkang Kapsul.....	7
2.1.1.1 Cangkang Kapsul Keras.....	7
2.1.1.2 Cangkang Kapsul Lunak.....	8
2.1.2 Syarat-syarat Kapsul .....	8
2.2 Kitosan .....	9
2.2.1 Kitosan Larut Air.....	11
2.3 Alginat.....	13
2.4 Sodium Dodesil Sulfat .....	15

2.5	Karakterisasi Cangkang Kapsul .....	16
2.5.1	Uji <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	16
2.5.2	Uji Keseragaman Bobot .....	18
2.5.3	Uji <i>Swelling</i> .....	18
2.5.4	Uji Degradasi .....	19
2.5.5	Uji Rilis Obat .....	20
2.5.6	Uji Kelarutan.....	20
BAB III METODOLOGI .....		21
3.1	Alat dan Bahan.....	21
3.1.1	Alat.....	21
3.1.2	Bahan .....	21
3.2	Prosedur Kerja.....	21
3.2.1	Sintesis Kitosan Larut Air ( <i>Water Soluble Chitosan</i> ) ..	21
3.2.2	Karakterisasi FTIR Kitosan dari Cangkang Rajungan dan WSC .....	22
3.2.3	Pembuatan Kapsul WSC:Alginat.....	22
3.2.4	Pembuatan Kapsul WSC:Alginat+SDS .....	23
3.2.5	Karakterisasi Kapsul .....	23
3.2.5.1	Uji FTIR.....	23
3.2.5.2	Uji Keseragaman Bobot.....	24
3.2.5.3	Uji <i>Swelling</i> .....	24
3.2.5.4	Uji Degradasi .....	24
3.2.5.5	Uji Kelarutan.....	24
3.2.5.6	Uji Rilis Obat .....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Sintesis Kitosan Larut Air (WSC).....	27

4.2	Hasil Karakterisasi IR Kitosan Rajungan dan Kitosan Larut Air (WSC) .....	29
4.3	Hasil Sintesis Kapsul WSC:Alginat.....	32
4.3.1	Hasil Uji Keseragaman Bobot.....	36
4.3.2	Hasil Uji <i>Swelling</i> .....	38
4.3.3	Hasil Uji Degradasi .....	40
4.3.4	Hasil Uji Kelarutan .....	42
4.3.5	Hasil Uji Rilis Obat.....	45
4.4	Hasil Sintesis Kapsul WSC : Alginat + SDS .....	48
4.4.1	Hasil Uji Keseragaman Bobot.....	53
4.4.2	Hasil Uji <i>Swelling</i> .....	55
4.4.3	Hasil Uji Degradasi .....	57
4.4.4	Hasil Uji Kelarutan .....	59
4.4.5	Hasil Uji Rilis Obat.....	61
4.5	Perbandingan Kapsul WSC:Alginat dengan WSC:Alginat+SDS .....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		71
5.1	Kesimpulan .....	71
5.2	Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA.....		73
LAMPIRAN .....		81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Berbagai ukuran cangkang kapsul .....	8
Gambar 2. 2	Struktur kimia kimia kitosan .....	10
Gambar 2. 3	Struktur kimia asam alginat .....	15
Gambar 2. 4	Struktur kimia sodium dodesil sulfat .....	16
Gambar 4. 1	Kitosan larut air (WSC) .....	28
Gambar 4. 2	Spektra IR kitosan rajungan dan kitosan larut air (WSC) .....	29
Gambar 4. 3	Kapsul WSC:Alginat 2:1 (a), 3:1 (b), 4:1 (c), 5:1 (d) dan 6:1 (e) hasil sintesis dan kapsul komersial (f) .....	35
Gambar 4. 4	Hasil uji <i>swelling</i> kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	39
Gambar 4. 5	Hasil uji degradasi kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	41
Gambar 4. 6	Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	43
Gambar 4. 7	Hasil uji rilis obat kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	46
Gambar 4. 8	Kapsul WSC:Alginat 2:1 (a), 3:1 (b), 4:1 (c), 5:1 (d) 6:1 (e) + SDS hasil sintesis dan kapsul komersial (f) .....	52
Gambar 4. 9	Hasil uji <i>swelling</i> kapsul WSC:Alginat+SDS (C:A + SDS) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	56
Gambar 4. 10	Hasil uji degradasi kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	58
Gambar 4. 11	Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	60

Gambar 4. 12	Hasil uji rilis obat kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N .....	63
Gambar 4. 13	Spektra IR kapsul WSC:Alginat dan kapsul WSC:Alginat+SDS .....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Serapan IR beberapa gugus fungsi .....	18
Tabel 2. 2	Standar baku mutu keseragam bobot kapsul.....	18
Tabel 4. 1	Perbandingan puncak spektra IR antara kitosan dan kitosan larut air (WSC).....	31
Tabel 4. 2	Kapsul WSC:Alginat hasil penelitian dan deskripsi penampakan fisik kapsul .....	32
Tabel 4. 3	Hasil uji keseragaman bobot kapsul WSC:Alginat .....	37
Tabel 4. 4	Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam air dan larutan HCl 0,1 N.....	44
Tabel 4. 5	Hasil uji rilis obat kapsul WSC: Alginat (C:A) dalam air dan larutan HCl 0,1 N.....	45
Tabel 4. 6	Kapsul WSC:Alginat + SDS hasil penelitian dan deskripsi penampakan fisik kapsul .....	49
Tabel 4. 7	Hasil uji keseragaman bobot kapsul WSC:Alginat + SDS.....	54
Tabel 4. 8	Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam air dan larutan HCl 0,1 N....	59
Tabel 4. 9	Hasil uji rilis obat kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam air dan larutan HCl 0,1 N....	62
Tabel 4. 10	Hasil uji kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS.....	66
Tabel 4. 11	Perbandingan puncak spektra IR antara kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS .....	67





# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Cangkang kapsul merupakan salah satu jenis material pembawa obat (*drug delivery carrier*) yang paling umum digunakan. Cangkang kapsul terdiri dari dua jenis, yaitu cangkang kapsul keras dan cangkang kapsul lunak. Cangkang kapsul keras merupakan jenis yang paling umum digunakan sebagai material pembawa obat karena sifatnya yang mampu mengembang (*swelling*), mampu menutupi rasa dan melindungi obat (Chen dkk., 2016). Cangkang kapsul keras yang saat ini beredar dalam masyarakat paling banyak terbuat dari bahan gelatin. Gelatin adalah campuran heterogen polipeptida yang diperoleh dengan cara hidrolisis kolagen dari jaringan ikat hewan (*Gelatin Manufactures Institute of America*, 2012). Gelatin memiliki sifat pembentuk film yang baik, mudah diproduksi dan kestabilan yang baik dalam cairan biologis tubuh. Karena sifat-sifat tersebut gelatin banyak digunakan sebagai bahan dalam industri farmasi, salah satunya sebagai bahan cangkang kapsul. Berdasarkan data dari *Gelatin Manufactures of Europe* pada tahun 2005, produksi gelatin terbesar berasal dari bahan baku kulit babi (44,5%), kedua dari kulit sapi (27,6%), ketiga dari tulang ikan (26,6%) dan sisanya dari selainnya (1,3%) (Hariyanto dkk., 2008).

Banyaknya gelatin yang terbuat dari bahan baku kulit babi, menyebabkan sebagian orang terutama yang beragama Islam khawatir terhadap kehalalan produk yang dihasilkan (Jannah, 2008). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika pada tahun 2007, jumlah impor gelatin mencapai 2.715.782 kg. Impor tersebut dikarenakan negara Indonesia tidak bisa memproduksi gelatin sendiri sehingga harus mengimpor dari negara lain (Badan Pusat Statistika, 2007). Cangkang kapsul merupakan salah satu material pembawa obat yang menggunakan gelatin sebagai bahan bakunya. Karena sebagian

besar gelatin terbuat dari bahan kulit babi, sebagian orang terutama yang beragama Islam merasa khawatir untuk mengkonsumsi obat yang menggunakan cangkang kapsul sebagai material pembawa obat. Selain kehalalannya, cangkang kapsul yang terbuat dari gelatin obat juga beresiko terkontaminasi oleh virus yang menyebabkan penyakit (Eveline dkk., 2011). Karena beberapa kekurangan dari gelatin sebagai bahan baku cangkang kapsul tersebut, maka diperlukan solusi alternatif untuk menggantikan gelatin sebagai bahan baku cangkang kapsul dengan bahan yang halal serta tidak beresiko terkontaminasi oleh virus.

Salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan cangkang kapsul adalah kitosan. Kitosan merupakan senyawa turunan dari kitin yang berasal dari produk samping (limbah) dari industri perikanan khususnya udang (Saleh dkk., 2017) (Harmami dkk., 2019), rajungan (Pambudi dkk., 2018) (Lestari dkk., 2018) dan cumi-cumi (Yusharani dkk., 2019). Kitosan diperoleh dari proses deasetilasi kitin (Ni'mah dkk., 2019). Kitosan berpotensi sebagai bahan pengganti gelatin pada proses pembuatan cangkang kapsul karena memiliki sifat *biocompatible*, *biodegradability*, toksisitas yang rendah serta mudah disintesis (Mao dkk., 2010). Kitosan merupakan biopolimer yang memiliki berat molekul yang besar sehingga kelarutan kitosan dalam HCl sangat rendah bahkan kitosan tidak larut dalam air. Oleh karena itu, diperlukan metode depolimerisasi pada kitosan agar kitosan dapat larut dalam air dan cairan tubuh. Depolimerisasi merupakan proses pemotongan polimer yang berukuran besar menjadi polimer yang berukuran lebih kecil. Dengan menggunakan metode depolimerisasi yang telah dilakukan oleh Du dkk., akan dihasilkan *Water Soluble Chitosan* (WSC) atau kitosan larut air (Du dkk., 2009 dan Saleh dkk., 2017).

Beberapa penelitian sebelumnya sudah menggunakan kitosan larut air (WSC) sebagai bahan film kapsul yaitu

Pembuatan Film Kapsul dari Kitosan Larut Air dengan Penambahan Sodium Dodesil Sulfat (SDS) (Devega, 2018) dan Pembuatan Membran Kapsul Halal dari Kitosan Larut Air dengan Penambahan Sodium Lauril Eter Sulfat (SLES) (Tiany, 2018). Pada penelitian tersebut, pembuatan film kapsul dari kitosan larut air menggunakan bahan tambahan berupa *gelling agent* dan surfaktan. *Gelling agent* yang digunakan adalah agar dan surfaktan yang digunakan adalah sodium dodesil sulfat (Devega, 2018) dan sodium lauril eter sulfat (Tiany, 2018). Namun dari penelitian tersebut, kapsul kitosan larut air yang terbentuk masih berupa film dan belum mampu membentuk cangkang kapsul.

Karimah pada tahun 2016 telah melakukan penelitian Pembuatan dan Karakterisasi Kapsul Pati-Alginat dari Ekstraksi Rumput Laut Coklat (*Sargassum sp.*) sebagai Material *Drug Delivery System*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Karimah tersebut, penggunaan alginat sebagai bahan dasar pada pembuatan cangkang kapsul dapat menghasilkan cangkang kapsul yang dapat digunakan sebagai material *drug delivery system* (Karimah, 2016). Alginat merupakan senyawa yang terdapat dalam rumput laut, khususnya rumput laut coklat (*Sargassum sp.*). Struktur alginat terdiri dari ikatan 1,4  $\beta$ -D-Manuronat dan  $\alpha$ -L-Guluronat. Senyawa alginat memiliki sifat hidrofilik (suka dengan air) sehingga mudah terurai dalam cairan tubuh. Senyawa alginat banyak dipelajari dan digunakan dalam industri farmasi karena memiliki sifat *biocompatible*, toksisitas rendah dan harganya murah. Alginat biasanya digunakan sebagai *stabilizer* dan *gelling agent* (pembentuk gel) (Lee, 2012). Sehingga, pada penelitian ini *gelling agent* pada pembuatan cangkang kapsul akan digantikan oleh alginat.

Selain *gelling agent*, pada proses pembuatan cangkang kapsul biasanya juga menggunakan surfaktan sebagai bahan tambahan. Devega pada tahun 2018 telah melakukan penelitian Pembuatan Film Kapsul dari Kitosan Larut Air

dengan Penambahan Sodium Dodesil Sulfat (SDS). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan Sodium Dodesil Sulfat (SDS) dengan konsentrasi 0,08% ke dalam campuran film WSC/agar mampu membuat lapisan film yang terbentuk memiliki sifat *swelling*, degradasi dan kuat tarik yang paling baik (Devega, 2018). Sodium Dodesil Sulfat (SDS) digunakan dalam industri farmasi sebagai *filler* dan pengikat dalam pembuatan tablet, pil dan kapsul. Molekul SDS mempunyai sisi hidrofobik yang terdiri dari 12 atom karbon dan sisi yang mengikat gugus sulfat yang menjadikannya gugus ampifilik (Salager, 2002). Walaupun Sodium Dodesil Sulfat (SDS) aman digunakan sebagai bahan tambahan pada obat dan kapsul dengan konsentrasi tertentu, namun Sodium Dodesil Sulfat merupakan senyawa kimia sintesis yang biasa digunakan sebagai detergen atau bahan pembersih. Apabila memungkinkan untuk menghilangkan bahan Sodium Dodesil Sulfat sebagai surfaktan pada pembuatan cangkang kapsul, tentu akan menghasilkan cangkang kapsul yang lebih baik jika dilihat dari kandungan senyawa kimia yang ada di dalamnya. Maka, pada penelitian ini akan dilakukan variasi pembuatan cangkang kapsul dengan dan tanpa penambahan Sodium Dodesil Sulfat sebagai surfaktan.

Beberapa pengujian dilakukan untuk mengetahui kualitas dari cangkang kapsul yang terbentuk. Beberapa pengujian tersebut adalah uji FTIR, uji keseragaman bobot, uji degradasi, uji *swelling*, uji kelarutan dan uji rilis obat dalam media air dan larutan HCl 0,1 N.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan cangkang kapsul halal berbahan dasar kitosan larut air (WSC) dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) yang dikombinasikan dengan alginat dengan dan tanpa penambahan surfaktan sodium dodesil sulfat.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian terdahulu, telah dilakukan pembuatan cangkang kapsul menggunakan kitosan larut air (WSC) dari kitosan udang hasil sintesis sebagai bahan dasar dengan komposisi kapsul yaitu WSC:Agar+SDS. Namun pada penelitian tersebut, kapsul WSC:Agar+SDS yang terbentuk masih berupa film atau belum mampu membentuk cangkang kapsul. Maka, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis kitosan larut air (WSC) dari kitosan komersial yang berasal dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) yang kemudian akan dikombinasikan dengan alginat sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul. Sodium Dodesil Sulfat (SDS) dengan konsentrasi 0,08% akan ditambahkan ke dalam campuran WSC:Alginat. Komposisi kapsul yang dibuat yaitu WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS. Cangkang kapsul yang terbentuk akan diuji untuk mengetahui kualitas dari cangkang kapsul.

## **1.3 Batasan Masalah**

Mengingat banyaknya masalah yang mempengaruhi penelitian ini, maka diperlukan adanya batasan masalah. Pada penelitian ini, kitosan yang digunakan merupakan kitosan komersial yang berasal dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) (merek Chimultiguna). Alginat yang digunakan pada penelitian ini merupakan alginat komersial. Surfaktan yang digunakan pada penelitian ini adalah Sodium Dodesil Sulfat (SDS). Berdasarkan penelitian Devesa pada tahun 2018, penambahan SDS dengan konsentrasi 0,08% ke dalam larutan WSC menghasilkan film WSC yang memiliki sifat fisik paling baik. Pengujian pada cangkang kapsul meliputi uji berdasarkan standar Farmakope Indonesia yaitu uji keseragaman bobot dan uji kelarutan serta beberapa uji tambahan yang menggunakan cangkang kapsul komersial sebagai pembandingan yaitu uji FTIR, uji *swelling*, uji degradasi dan uji rilis obat dalam media air dan larutan HCl 0,1 N.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat cangkang kapsul berbahan dasar kitosan larut air (WSC) dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) dengan komposisi WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS yang sesuai dengan standar Farmakope Indonesia.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan menghasilkan cangkang kapsul yang memiliki sifat yang lebih baik daripada cangkang kapsul berbahan dasar gelatin. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan cangkang kapsul berbahan dasar kitosan larut air (WSC) halal yang mampu menjadi solusi terhadap isu kehalalan cangkang kapsul berbahan dasar gelatin yang beredar di pasaran.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

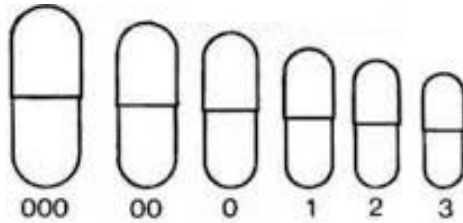
#### **2.1 Kapsul**

Kapsul adalah sediaan padat yang terdiri dari obat dan cangkang. Pada umumnya, cangkang kapsul terbuat dari gelatin, tetapi dapat juga terbuat dari pati atau bahan lain yang sesuai (Departemen Kesehatan RI, 1995). Cangkang kapsul yang terbuat dari gelatin memiliki beberapa kekurangan, seperti mudah mengalami penguraian oleh mikroba apabila disimpan dalam kondisi lembab atau dalam larutan berair (Ansel, 2005). Penggunaan cangkang kapsul sebagai material pembawa obat dapat memberikan kemudahan dalam penyalutan obat halus, licin, mudah ditelan dan tidak memiliki rasa, terutama untuk obat-obatan yang mempunyai rasa dan bau tidak enak. Cangkang kapsul secara ekonomis mampu diproduksi dalam jumlah besar dengan aneka warna, dan biasanya memudahkan penyiapan obat di dalamnya karena hanya membutuhkan sedikit bahan pengisi dan tekanan untuk memampatkan bahan obat (Lachman dkk., 1994). Cangkang kapsul terdiri dari 2 jenis, yaitu cangkang kapsul keras dan cangkang kapsul lunak.

##### **2.1.1 Jenis-Jenis Cangkang Kapsul**

###### **2.1.1.1 Cangkang Kapsul Keras**

Cangkang kapsul keras terdiri atas wadah dan tutup yang terbuat dari campuran gelatin, gula dan air. Cangkang kapsul keras pada umumnya jernih tidak berwarna dan tidak mempunyai rasa. Biasanya, cangkang kapsul keras diisi dengan bahan padat atau serbuk, butiran atau granul. Cangkang kapsul keras memiliki beberapa ukuran dari yang terbesar sampai yang terkecil yaitu 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 (Ansel, 2005). Berbagai ukuran cangkang kapsul ditunjukkan oleh Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Berbagai ukuran cangkang kapsul (Devega, 2018)

### 2.1.1.2 Cangkang Kapsul Lunak

Cangkang kapsul lunak adalah cangkang kapsul yang terbuat dari gelatin dengan gliserin atau alkohol polivalen. Sorbitol ditambahkan ke dalam campuran agar gelatin bersifat elastis seperti plastik. Cangkang kapsul yang dihasilkan memiliki bentuk membulat seperti elips atau seperti bola yang dapat digunakan untuk diisi cairan, suspensi, bahan berbentuk pasta atau serbuk kering (Ansel, 2005).

### 2.1.2 Syarat-syarat Kapsul

Menurut peraturan yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia Edisi V, kapsul yang diproduksi harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Uji keseragaman bobot

Farmakope Indonesia, membagi uji keseragaman bobot menjadi 2 kelompok, yaitu:

- a. Kapsul berisi obat kering

Uji keseragaman bobot untuk kapsul yang berisi obat kering dilakukan dengan cara menimbang 20 kapsul bersama-sama dan satu per satu. Perbedaan bobot (dalam persen) setiap kapsul dengan bobot rata-rata kapsul tidak boleh lebih dari 10% untuk massa rata-rata <120 mg dan 7,5% untuk massa rata-rata >120 mg.



b. Kapsul berisi obat cair atau pasta

Uji keseragaman bobot untuk kapsul yang berisi obat cair atau pasta dilakukan dengan cara menimbang 10 kapsul secara bersama-sama dan satu per satu. Perbedaan bobot setiap kapsul dengan bobot setiap kapsul dengan bobot rata-rata kapsul tidak boleh lebih dari 7,5%.

2. Uji waktu hancur

Uji waktu hancur dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh kapsul hingga hancur. Uji disolusi dilakukan dalam media tertentu pada suhu  $37 \pm 0,5$  °C.

3. Uji disolusi

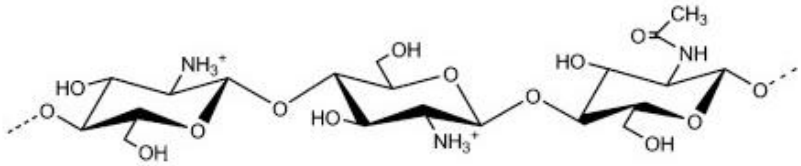
Uji disolusi dilakukan untuk mengetahui kelarutan kapsul dalam media tertentu (biasanya larutan asam lambung buatan dan air) pada interval waktu tertentu pada suhu  $37 \pm 0,5$  °C.

Selain syarat-syarat uji yang telah disebutkan di atas, terdapat uji lain yang dapat dilakukan untuk mengetahui kualitas dari kapsul, diantaranya uji *swelling*, uji rilis obat, uji kadar abu dan kadar air (Departemen Kesehatan RI, 2015)

## 2.2 Kitosan

Kitosan adalah hasil proses deasetilasi dari senyawa kitin yang banyak terdapat dalam kulit luar hewan golongan *Crustaceae* seperti udang, cumi, kerang dan rajungan (Hargono dkk., 2008 dan Ni'mah dkk., 2019). Kitosan merupakan senyawa dengan rumus kimia poli(2-amino-2-dioksi- $\beta$ -D-Glukosa) yang dapat dihasilkan dengan proses hidrolisis kitin menggunakan basa kuat. Kitosan merupakan polimer rantai panjang dengan rumus molekul  $(C_8H_{11}NO_4)_n$ . Kitosan dihasilkan dari kitin melalui proses deasetilasi sempurna maupun sebagian dengan cara menghilangkan gugus asetil ( $CH_3-CO$ ) dengan atom hidrogen (H) menjadi gugus

amina ( $\text{NH}_2$ ) (Smith, 2005). Struktur kimia kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Struktur kimia kimia kitosan (Kahya, N., 2018)

Kitosan merupakan polimer rantai panjang yang disusun oleh monomer-monomer glukosamin (2-amino-2-deoksi-D-glukosa). Biopolimer ini disusun oleh dua jenis asam amino yaitu glukosamin ((2-amino-2-deoksi-D-glukosa, 70-80%) dan N-asetilglukosamin (2-asetamino-2-deoksi-D-glukosa, 20-30%) (Goosen, 1997).

Mutu kitosan yang diperdagangkan secara komersial tergantung pada penggunaannya. Sebagai contoh, penggunaan kitosan dalam penanganan limbah membutuhkan kitosan dengan kemurnian rendah sedangkan penggunaan kitosan untuk obat-obatan memerlukan kitosan dengan kemurnian tinggi. Mutu kitosan ditentukan oleh beberapa parameter, diantaranya kadar air, kadar abu dan derajat deasetilasi (Bastman, 1989).

Kitosan berbentuk spesifik dan mengandung gugus amino dalam rantai panjangnya. Kitosan merupakan polisakarida yang unik karena mempunyai gugus amin bermuatan positif sedangkan polisakarida lain pada umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif (Angka dan Suhartono, 2000).

Kitosan mempunyai sifat *biocompatible*, *biodegradable*, *bioresorbable*, *biofungsional* dan *non-toksik*. Berdasarkan sifat tersebut, kitosan banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan dan obat seperti untuk bahan pelepas

obat (*material drug realese*) dan sebagai *growth factor* pada pelapis obat (Nather dan Zameer, 2005). Kitosan juga bersifat *osteoconductive*, bioaktif, dapat meningkatkan penyembuhan luka dan mempunyai sifat anti mikroba (Zhao dkk., 2002). Kitosan memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri karena kitosan meliki polikation yang bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang (Mekawati dan Sumardjo, 2000). Saat ini, terdapat lebih dari 200 aplikasi dari kitin dan kitosan serta turunannya di industri makanan, bioteknologi, pertanian, farmasi, kesehatan dan lingkungan (Balley dan Ollis, 1977).

### **2.2.1 Kitosan Larut Air**

Kitosan memiliki potensi yang besar untuk diaplikasikan dalam banyak bidang, namun karena kitosan tidak dapat larut dalam air, menyebabkan pengaplikasian kitosan masih sangat terbatas, seperti dalam makanan, kesehatan, pertanian (Roncal dkk., 2007) dan biomedis (Snyman dkk., 2002). Selain itu, kitosan juga sedikit larut dalam HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan tidak larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kitosan tidak larut dalam air dikarenakan kitosan merupakan polimer berukuran besar yang memiliki berat molekul yang tinggi. Modifikasi kitosan menjadi kitosan larut air (*Water Soluble Chitosan/WSC*) merupakan cara untuk mempermudah pengaplikasiannya. Kitosan dapat diubah menjadi kitosan larut air melalui proses depolimerisasi yaitu dengan cara memotong rantai polimer yang berukuran besar menjadi rantai polimer yang berukuran kecil melalui reaksi hidrolisis dengan katalis asam untuk memecahkan ikatan β-glikosidik dari kitosan (Li dkk., 2005). Terdapat 2 metode untuk mengubah kitosan menjadi kitosan larut air (WSC), yaitu hidrolisis kimia menggunakan asam dan hidrolisis enzimatik menggunakan enzim kitosanolitik. Kitosan dapat dihidrolisis sebagian sehingga menghasilkan molekul dengan rantai yang lebih

pendek dengan kandungan gugus amino bebas yang lebih banyak dalam unit D-glukosamin (Qin dkk., 2003). Dari reaksi hidrolisis sebagian tersebut menghasilkan konformasi kitosan yang berbeda (Kubota dkk., 2000). Konsentrasi gugus amino bebas dalam unit glukosamin pada kitosan menentukan sifat-sifat seperti kelarutan, kemampuan terurai dan aktivitas mikroba (Cho dkk., 2000). Reaksi hidrolisis pada kitosan akan menghasilkan banyak monomer kitosan. Hidrolisis kitosan menggunakan metode hidrolisis kimia biasanya menggunakan asam peroksida ( $H_2O_2$ ). Hal ini karena asam peroksida merupakan asam yang ramah lingkungan dan mudah didapatkan (Xia dkk., 2013). Mekanisme hidrolisis pada reaksi hidrolisis kitosan dengan menggunakan asam peroksida adalah pembentukan radikal hidroksi dari asam peroksida, kemudian radikal menyerang ikatan glikosida dan memutus rantai (Du dkk., 2009).

Beberapa penelitian sebelumnya, telah melakukan sintesis kitosan larut air (WSC) dari beberapa limbah industri perikanan seperti udang (Devega, 2018) (Tiany, 2018) (Harmami dkk. 2019), kerang, rajungan (Ni'mah dkk., 2019) (Lestari dkk., 2019) (Pambudi dkk., 2019) dan cumi (Yusharani dkk., 2019). Ni'mah dkk. (2019) telah melakukan sintesis kitosan larut air (WSC) dari beberapa bahan yaitu kulit udang, cangkang kerang, pena cumi dan cangkang rajungan yang secara berturut-turut menghasilkan WSC dengan persentase perolehan kembali (% *recovery*) sebesar 16,79%, 4,19%, 37,87% dan 5,48%. Yusharani dkk. (2019) juga telah melakukan sintesis kitosan larut air (WSC) dari pena cumi, hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa persentase perolehan kembali (% *recovery*) kitosan larut air (WSC) paling tinggi terdapat pada suhu deasetilasi 90 °C yaitu sebesar 27,59%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pambudi dkk. (2018) kitosan larut air dibuat dari rajungan (*Scylla serrata*). Kitin dari rajungan (*Scylla serrata*) di deasetilasi pada beberapa variasi suhu. Persentase perolehan kembali

WSC maksimum didapatkan dari derajat deasetilasi kitin pada suhu 90 °C. Lestari dkk. (2018) juga telah melakukan sintesis kitosan larut air (WSC) dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*). Persentase perolehan kembali WSC maksimum yaitu sebesar 94,67% yang didapatkan dari deasetilasi pada suhu 100 °C dengan waktu reaksi selama 10 jam. Devega (2018) dan Tiany (2018) telah melakukan sintesis kitosan larut air (WSC) dari kitosan kulit udang menggunakan metode depolimerisasi kitosan oleh Du dkk. (2009). Kitosan dari kulit udang dihidrolisis menggunakan asam peroksida ( $H_2O_2$ ). Kitosan larut air (WSC) yang diperoleh dari hasil penelitian Devega (2018) dan Tiany (2018) berupa padatan putih kekuningan dengan persentase perolehan kembali (% *recovery*) berturut-turut sebesar 10,63% dan 10,36%. Kitosan larut air (WSC) hasil penelitian tersebut diuji kelarutan dalam air untuk membuktikan bahwa kitosan sudah benar-benar mengalami depolimerisasi. Uji kelarutan kitosan larut air (WSC) dilakukan pada media air dengan suhu 40 °C dan diaduk dengan kecepatan 100 rpm. Massa kitosan dan WSC yang digunakan masing-masing adalah 0,1256 gram dan 0,1273 gram. Hasil pengujian diperoleh bahwa WSC dapat larut dalam waktu 57 menit, sedangkan kitosan tidak dapat larut. Hal tersebut membuktikan bahwa sintesis kitosan larut air dengan menggunakan asam peroksida ( $H_2O_2$ ) berdasarkan metode depolimerisasi kitosan oleh Du dkk. (2009) dapat menghasilkan kitosan larut air yang memiliki rantai polimer lebih pendek dibandingkan dengan kitosan yang tidak didepolimerisasi (Devega, 2018).

### **2.3 Alginat**

Alginat adalah polisakarida yang umumnya terdapat pada dinding sel dari semua spesies alga coklat (*Phaeophyceae*). Alginat pertama kali dipatenkan oleh seorang ahli kimia dari Inggris pada tahun 1881 dengan mengekstrak *Lamanaria stenophylla*. Alginat dalam alga coklat umumnya

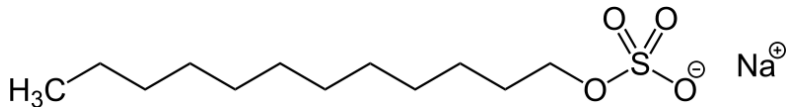
terdapat sebagai garam-garam kalsium, magnesium dan natrium (Zhanjiang, 1990).

Alginat merupakan polimer yang mengandung lebih dari 700 residu asam uronat yaitu  $\beta$ -D asam manuronat dan  $\alpha$ -L asam guluronat dengan ikatan 1,4. Rantai alginat yang hanya mengandung residu asam manuronat disebut blok M, sedangkan rantai alginat yang hanya mengandung residu asam gluronat disebut blok G dan asam alginat yang mengandung asam manuronat serta asam gluronat disebut blok MG (Inukai dan Masakatsu, 1999). Struktur dasar dari monomer alginat adalah cincin tetrahydropyran yang dapat membentuk 2 konfigurasi, yaitu C1 dan 1C.  $\beta$ -D-manuronat terdapat dalam konfigurasi C1 sedangkan  $\alpha$ -D-manuronat terdapat dalam konfigurasi 1C. Polimer alginat dibentuk dari hubungan antara C-1 dan C-4 tiap monomer dan dihubungkan oleh ikatan eter oksigen (Bernd, 2009). Struktur kimia dari alginat ditunjukkan oleh Gambar 2.3.

Penyediaan alginat secara komersial diperoleh dari hasil ekstraksi alga coklat yang sebagian besar berasal dari *Laminaria hyperbore*, *Macrocystis pyrifera*, *Laminaria digitata*, *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria japonica*, *Ecklonia maxima*, *Lessonia nigrescens*, dan *Durvillaea antarctica*. Komposisi alginat dari ganggang laut tidak sama variasinya tergantung pada musim dan kondisi pertumbuhannya, ketidaksamaan ini tergantung pada sifat dari ganggang tersebut (Bernd, 2009).

Alginat mempunyai sifat koloid, dapat membentuk gel dan hidrofilik yang membuat senyawa ini banyak digunakan sebagai emulsifier, pengental dan stabilizer dalam dunia industri, makanan dan farmasi.





Gambar 2. 4 Struktur kimia sodium dodesil sulfat (Salager, 2002)

Sodium dodesil sulfat diperoleh dari proses sulfatasi lauril alkohol dan reaksi netralisasi dengan natrium karbonat. Sodium dodesil sulfat merupakan surfaktan yang bersifat amfifilik karena memiliki rantai  $C_{12}$  (lipofilik) dan gugus sulfat (hidrofilik). Adanya dua gugus fungsi dalam satu molekul, membuat sodium dodesil sulfat sangat bermanfaat sebagai pembersih dan detergen. Sodium dodesil sulfat digunakan sebagai agen pembasah dalam produk tekstil, pembuatan sabun, pengemulsi kosmetik dan pasta gigi. Selain itu, sodium dodesil sulfat juga banyak digunakan dalam industri farmasi, seperti sebagai agen pengemulsi, agen modifikasi, pemercepat penetrasi, agen pelarut serta untuk pelumas tablet dan kapsul. Dalam industri farmasi, khususnya penggunaan sodium dodesil sulfat sebagai agen pelarut atau pembasah pada obat oral, konsentrasi sodium dodesil sulfat yang diperbolehkan yaitu sebesar 0,02-1,5% (Rowe dkk., 2012)

## 2.5 Karakterisasi Cangkang Kapsul

### 2.5.1 Uji *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur serapan radiasi inframerah pada berbagai panjang gelombang. Serapan radiasi inframerah oleh suatu molekul terjadi karena interaksi vibrasi ikatan kimia yang menyebabkan perubahan polarisabilitas dengan medan listrik gelombang elektromagnetik. Terdapat dua macam getaran molekul, yaitu getaran ulur dan getaran tekuk. Getaran ulur adalah suatu getaran berirama di sepanjang sumbu ikatan sehingga jarak



antar atom bertambah atau berkurang. Getaran tekuk dapat terjadi karena perubahan sudut-sudut ikatan antara ikatan-ikatan pada sebuah atom, atau karena gerakan sebuah gugusan atom terhadap sisa molekul tanpa gerakan nisbi atom-atom di dalam gugusan. Contohnya liukan (*twisting*), goyangan (*rocking*) dan getaran puntir yang menyangkut perubahan sudut-sudut ikatan dengan acuan seperangkat koordinat yang disusun arbitrer dalam molekul. Hanya getaran yang menghasilkan perubahan momen dwikutub secara berirama saja yang teramati di dalam inframerah (Hartomo, 1986).

Prinsip kerja dari spektrofotometer FTIR menggunakan sistem optik dengan laser yang berfungsi sebagai sumber radiasi yang kemudian diinterferensikan oleh radiasi inframerah agar sinyal radiasi yang diterima oleh detektor memiliki kualitas yang baik dan bersifat utuh (Giwangkara, 2006). Sinar inframerah yang melewati celah menuju sampel, yang mana celah tersebut berfungsi untuk mengontrol jumlah energi yang diberikan ke sampel. Kemudian, beberapa sinar inframerah diserap oleh sampel sedangkan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar inframerah lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer (Therno, 2001).

Spektrofotometer FTIR biasa digunakan untuk mendeteksi adanya gugus fungsi dalam suatu senyawa. Pada spektra FTIR terdapat puncak-puncak yang menunjukkan gugus fungsi tertentu. Gugus-gugus fungsi memiliki daerah serapan pada panjang gelombang tertentu. Pada Tabel 2.1 berikut, ditunjukkan beberapa gugus fungsi beserta daerah serapannya.

Tabel 2. 1 Serapan IR beberapa gugus fungsi (Fessenden, 1986)

Gugus Fungsi	Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )
C-O	1025-1200
C=C	1620-1680
C=O	1630-1800
C≡C	2100-2200
C≡N	2240-2280
C-H sp <sup>3</sup>	2850-2950
C-H sp <sup>2</sup>	3000-3100
C-H sp	3310-3320
N-H	3300-3500
O-H	3300-3600

### 2.5.2 Uji Keseragaman Bobot

Uji keseragaman bobot untuk kapsul dilakukan dengan cara menimbang 20 kapsul bersama-sama dan satu per satu. Perbedaan bobot (dalam persen) setiap kapsul dengan bobot rata-rata kapsul tidak boleh lebih dari yang ditetapkan dalam Tabel 2.2 untuk kolom A dan untuk setiap dua kapsul tidak lebih dari yang ditetapkan pada kolom B (Departemen Kesehatan RI, 1995).

Tabel 2. 2 Standar baku mutu keseragam bobot kapsul (Departemen Kesehatan RI, 1995)

Bobot rata-rata	Perbedaan bobot isi kapsul (%)	
	A	B
<120 mg	10	20
>120 mg	7,5	15

### 2.5.3 Uji Swelling

*Swelling* (pengembangan) adalah peningkatan volume suatu material pada saat kontak dengan cairan, gas atau uap.

Uji *swelling* dilakukan untuk memprediksi jumlah zat yang bisa terdifusi melalui material-material tertentu. Ketika suatu biopolimer kontak dengan cairan, maka akan terjadi pengembangan yang disebabkan adanya termodinamika yang bersesuaian antara rantai polimer dan cairan serta adanya gaya tarik yang disebabkan efek ikatan silang yang terjadi pada rantai polimer. Keseimbangan *swelling* dicapai ketika kedua kekuatan ini sama besar. Persamaan untuk menghitung % derajat *swelling* ditunjukkan oleh Persamaan 2.1 berikut ini.

$$\text{Derajat swelling (\%)} = \frac{W_{\text{basah}} - W_{\text{kering}}}{W_{\text{kering}}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dengan  $W$  adalah massa dari cangkang kapsul (gram) (Li, 2013)

#### 2.5.4 Uji Degradasi

Uji degradasi atau uji pengurangan berat adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui berapa banyak material yang hilang dalam waktu perendaman tertentu. Uji degradasi pada *material drug release* merupakan hal penting sebagai kontrol pelepasan obat, karena tidak hanya mempengaruhi proses pelepasan tetapi juga respon dari konsumen (Zhu dkk., 2010). Uji degradasi pada cangkang kapsul dilakukan dengan cara merendam cangkang kapsul yang sudah diketahui massa keringnya dalam suatu media cairan, seperti air dan cairan asam lambung buatan. Setelah dilakukan perendaman dalam waktu tertentu, cangkang kapsul yang telah dicelupkan ke dalam media dikeringkan terlebih dahulu, kemudian ditimbang massanya (Florea-Spiroiu dkk., 2013). Persamaan untuk menghitung persentase degradasi ditunjukkan oleh Persamaan 2.2 berikut ini.

$$\% \text{ degradasi} = \frac{W - W_t}{W} \times 100\% \quad 2.2$$

Dengan  $W$  adalah massa cangkang kapsul sebelum degradasi dan  $W_t$  adalah massa cangkang kapsul setelah proses degradasi (Zhu dkk., 2010).

### **2.5.5 Uji Rilis Obat**

Proses rilis obat merupakan proses perpindahan molekul obat dari dalam material pembungkus obat ke medium yang dilaluinya. Proses rilis obat dipengaruhi oleh kelarutan (disolusi) dari material pembungkus obat. Pada uji rilis obat, material pembungkus obat diisi dengan obat yang sudah diberi indikator (biasanya pewarna), lalu dimasukkan ke dalam media air dan asam lambung buatan, lalu diamati berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk obat bisa keluar dari dalam material pembungkung obat (Murobbiyatul, 2016). Proses rilis obat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya:

- a. Kelarutan obat dan polimer dipengaruhi oleh struktur, berat molekul dan pKa. Obat yang memiliki banyak sisi hidrofilik akan lebih cepat larut daripada obat yang memiliki banyak sisi hidrofobik
- b. Perbandingan antara polimer dengan obat dalam sediaan. Semakin tebal polimer *hard capsule*, maka semakin lama waktu rilis obat (Widia, 2018).

### **2.5.6 Uji Kelarutan**

Kelarutan atau disolusi adalah suatu proses melarutnya bahan padat. Laju disolusi didefinisikan sebagai jumlah bahan aktif dari suatu sediaan padat yang larut per satuan waktu dalam kondisi temperatur yang telah distandarisasi (Li dkk., 2013). Uji disolusi *in vitro* dilakukan untuk mengukur laju dan jumlah obat yang terlarut dalam medium sehingga dapat menggambarkan profil pelepasan obat di dalam tubuh. Kelarutan suatu polimer dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya struktur, berat molekul dan pKa.

## **BAB III METODOLOGI**

### **3.1 Alat dan Bahan**

#### **3.1.1 Alat**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, spatula, pengaduk magnetik, batangan magnetik, termometer, neraca analitik digital Ohaus PA 512, *dipping pen*, oven *thermoscientific* FREAS 650, Spektrofotometer Inframerah (FTIR) Shimadzu 8400S.

#### **3.1.2 Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kitosan komersial dari cangkang rajungan (merek Chimultiguna), *aquademin*, asam asetat glasial (Merck, 100%), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Merck, 30%), NaOH (Merck, 99,9%), etanol absolut, natrium alginat, sodium dodesil sulfat (Merck, 99,9%), HCl (Merck, 37%), natrium asetat tri-hidrat, kertas pH indikator universal (Merck) dan kertas saring.

### **3.2 Prosedur Kerja**

#### **3.2.1 Sintesis Kitosan Larut Air (*Water Soluble Chitosan*)**

Kitosan dari cangkang rajungan dilarutkan dalam larutan asam asetat 2% dengan perbandingan 1:30 (w/v). Pada saat suhu larutan kitosan sudah mencapai 40 °C, larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% ditambahkan ke dalam larutan kitosan dengan perbandingan 1:1 (w/v). Larutan kemudian ditambah NaOH 10% hingga pH netral. Larutan disaring lalu ditambah etanol absolut. Larutan diinkubasi dalam lemari es selama 24 jam. Setelah diinkubasi, larutan disaring hingga didapatkan padatan kitosan larut air (WSC). WSC dioven pada suhu 50 °C untuk menguapkan etanol. Padatan WSC yang sudah kering kemudian diuji menggunakan spektrofotometer IR dan

digunakan sebagai bahan dasar pembuatan cangkang kapsul (Du dkk., 2009).

### **3.2.2 Karakterisasi FTIR Kitosan dari Cangkang Rajungan dan WSC**

Karakterisasi FTIR dilakukan pada sampel kitosan dari cangkang rajungan dan WSC. Tujuan dari karakterisasi FTIR ini adalah untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam kitosan dari cangkang rajungan dan WSC rajungan. Karakterisasi FTIR pada sampel kitosan dan WSC dilakukan dengan menggunakan instrumen spektrofotometer IR pada bilangan gelombang  $400-4000\text{ cm}^{-1}$  dengan resolusi  $4\text{ cm}^{-1}$ . Sampel dicampur dengan padatan KBr dengan perbandingan 1:10 yang kemudian digerus dengan mortar dan alu hingga homogen. Campuran sampel dengan KBr dimasukkan ke dalam alat pencetak pelet dan dimampatkan dengan pompa hidrolik hingga terbentuk pelet tipis. Pelet sampel dengan KBr kemudian dimasukkan ke dalam *pellet holder* untuk dilakukan analisa gugus fungsinya menggunakan spektrofotometer IR.

### **3.2.3 Pembuatan Kapsul WSC:Alginat**

WSC kering ditimbang dan ditentukan perbandingan kapsul WSC:Alginat yang akan disintesis. WSC yang sudah kering kemudian ditambahkan sedikit air untuk melarutkan WSC. Setelah itu, natrium alginat ditambahkan ke dalam larutan WSC dan di-*stirrer*. Jumlah natrium alginat yang ditambahkan untuk masing-masing variasi sebanyak 2,5 gram. Setelah alginat larut ke dalam campuran WSC, ditambahkan air ke dalam campuran hingga volumenya tepat 100 mL. Campuran WSC:Alginat dicetak menjadi cangkang kapsul menggunakan *dipping pen*. Pencelupan *dipping pen* ke dalam campuran WSC:Alginat dilakukan sebanyak 3 kali. Pengeringan kapsul WSC:Alginat dilakukan di dalam oven pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  hingga kapsul benar-benar kering. Dalam penelitian ini, WSC disimbolkan dengan C dan alginat

disimbolkan dengan A. Sehingga pada pembahasan selanjutnya, WSC:Alginat dinotasikan dengan C:A.

### **3.2.4 Pembuatan Kapsul WSC:Alginat+SDS**

WSC kering ditimbang dan ditentukan perbandingan kapsul WSC:Alginat yang akan disintesis. WSC yang sudah kering kemudian ditambahkan sedikit air untuk melarutkan WSC. Setelah itu, natrium alginat ditambahkan ke dalam larutan WSC dan di-*stirrer*. Jumlah natrium alginat yang ditambahkan untuk masing-masing variasi sebanyak 2,5 gram. Setelah alginat larut ke dalam campuran WSC, larutan sodium dodesil sulfat (SDS) (dalam larutan buffer asetat pH 5) dengan konsentrasi 0,08% ditambahkan sebanyak 5 mL ke dalam campuran WSC:Alginat. Campuran WSC:Alginat+SDS ditambahkan air hingga volumenya tepat 100 mL. Campuran diaduk hingga homogen. Campuran WSC:Alginat+SDS dicetak menjadi cangkang kapsul menggunakan *dipping pen*. Pencelupan *dipping pen* ke dalam campuran WSC:Alginat+SDS dilakukan sebanyak 3 kali. Pengeringan kapsul WSC:Alginat+SDS dilakukan di dalam oven pada suhu 80°C hingga kapsul benar-benar kering. Dalam penelitian ini, WSC disimbolkan dengan C dan alginat disimbolkan dengan A. Sehingga pada pembahasan selanjutnya, WSC:Alginat+SDS dinotasikan dengan C:A+SDS.

### **3.2.5 Karakterisasi Kapsul**

#### **3.2.5.1 Uji FTIR**

Cangkang kapsul hasil sintesis dicampur dengan padatan KBr dengan perbandingan 1:10 yang kemudian digerus dengan mortar dan alu hingga homogen. Campuran sampel cangkang kapsul dengan KBr dimasukkan ke dalam alat pencetak pelet dan dimampatkan dengan pompa hidrolis hingga terbentuk pelet tipis. Pelet sampel dengan KBr kemudian dimasukkan ke dalam *pellet holder* untuk dilakukan analisa gugus fungsinya menggunakan spektrofotometer IR

### **3.2.5.2 Uji Keseragaman Bobot**

Cangkang kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+ SDS yang telah disintesis disiapkan sebanyak 5 kapsul. Masing-masing kapsul ditimbang dan dicatat massanya. Setelah itu, dihitung massa rata-rata dari kelima kapsul. Massa masing-masing kapsul kemudian dibandingkan dengan massa rata-rata kapsul untuk mengetahui penyimpangan massa masing-masing kapsul dengan massa rata-ratanya.

### **3.2.5.3 Uji Swelling**

Cangkang kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+ SDS dikeringkan dalam oven terlebih dahulu untuk mengetahui massa keringnya. Setelah itu, cangkang kapsul dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi air dan larutan HCl 0,1 N sebanyak 50 mL selama 10, 20, 30 dan 40 menit pada suhu 37 °C. Setiap 10 menit kapsul basah ditimbang. Massa hasil penimbangan dimasukkan ke dalam Persamaan 2.1 untuk mengetahui derajat *swelling* dari kapsul yang dihasilkan.

### **3.2.5.4 Uji Degradasi**

Cangkang kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+ SDS dikeringkan dalam oven terlebih dahulu lalu ditimbang untuk mengetahui massa keringnya. Cangkang kapsul kemudian dimasukkan ke dalam air dan larutan HCl 0,1 N sebanyak 50 mL selama 10, 20 dan 30 menit pada suhu 37 °C. Setiap 10 menit, cangkang kapsul dikeluarkan dari dalam air dan HCl 0,1 N dan dikeringkan di dalam oven. Kapsul yang sudah kering ditimbang. Massa hasil penimbangan dimasukkan ke Persamaan 2.2 untuk mengetahui persen degradasi dari cangkang kapsul yang dihasilkan.

### **3.2.5.5 Uji Kelarutan**

Cangkang kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+ SDS dimasukkan ke dalam gelas beaker berisi air dan HCl 0,1 N sebanyak 50 mL dan di-*stirrer* dengan kecepatan 100 rpm



pada suhu 37 °C. Cangkang kapsul yang berada dalam larutan diamati dan dicatat waktu yang dibutuhkan hingga cangkang kapsul larut sempurna dalam air dan larutan HCl 0,1 N.

#### **3.2.5.6 Uji Rilis Obat**

Cangkang kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+ SDS diisi dengan serbuk obat yang telah dicampur dengan pewarna. Cangkang kapsul yang berisi serbuk obat dengan campuran pewarna tersebut dimasukkan ke dalam gelas beaker yang berisi air dan larutan HCl 0,1 N sebanyak 50 mL dan di-*stirrer* dengan kecepatan 100 rpm pada suhu 37 °C. Cangkang kapsul yang berada di dalam larutan diamati dan dicatat waktu saat pertama kali pewarna keluar dari cangkang kapsul.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

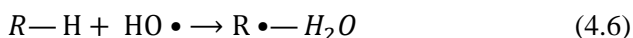
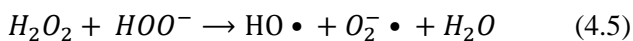
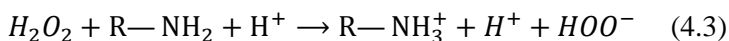
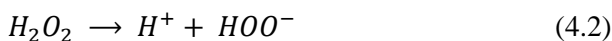
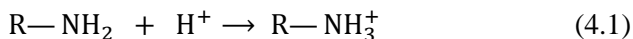
### 4.1 Sintesis Kitosan Larut Air (WSC)

Kitosan merupakan senyawa polimer yang memiliki berat molekul yang sangat besar sehingga kitosan susah larut dalam air. Kitosan harus diubah menjadi senyawa yang memiliki berat molekul lebih kecil agar kitosan dapat larut dalam air. Salah satu metode yang digunakan untuk meningkatkan kelarutan kitosan adalah dengan cara depolimerisasi kitosan menjadi kitosan larut air (Du dkk., 2009 dan Saleh dkk., 2017)). Berdasarkan metode yang dilakukan oleh Du dkk. pada tahun 2009, depolimerisasi kitosan menjadi kitosan larut air (WSC) dapat menggunakan  $H_2O_2$ .

Pada proses pengubahan kitosan menjadi kitosan larut air (WSC), serbuk kitosan dilarutkan dengan larutan asam asetat 2% yang menghasilkan larutan kental berwarna coklat. Saat larutan kitosan ditambahkan larutan  $H_2O_2$  dan dipanaskan selama 4 jam, larutan berubah menjadi lebih encer dan berwarna kuning.

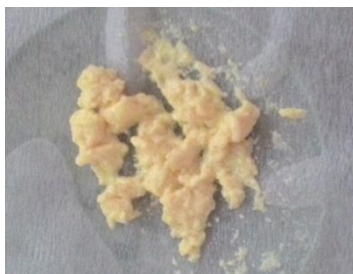
Reaksi depolimerisasi kitosan oleh  $H_2O_2$  melibatkan radikal hidroksi ( $HO\bullet$ ) (Chang, L.B., 2001). Depolimerisasi merupakan reaksi yang homogen. Penambahan larutan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) ke dalam larutan kitosan, dapat memutus ikatan intermolekul dan intramolekul pada ikatan hidrogen dari senyawa kitosan. Pada saat proses pelarutan kitosan, molekul kitosan akan memanjang dan gugus fungsi dari kitosan dapat bereaksi dengan  $H_2O_2$ . Mula-mula, gugus  $R-NH_2$  akan bereaksi dengan ion  $H^+$  membentuk  $R-NH_3^+$ . Kondisi ini menyebabkan turunnya konsentrasi ion  $H^+$  dan meningkatkan nilai pH. Karena konsentrasi  $H^+$  menurun, maka  $H_2O_2$  akan melepaskan ion  $H^+$  dan membentuk  $HOO^-$ . Anion hidropersida yang terbentuk sangat tidak stabil, sehingga akan terdekomposisi menjadi radikal hidroksi ( $HO\bullet$ ) yang

sangat reaktif. Radikal hidroksi yang terbentuk kemudian bereaksi lebih lanjut memotong rantai polimer kitosan menjadi senyawa yang memiliki berat molekul lebih kecil. Senyawa kitosan yang sudah mengalami depolimerisasi disebut sebagai kitosan larut air (*Water Soluble Chitosan/WSC*) (Du dkk., 2009 dan Saleh dkk., 2017)). Reaksi yang terjadi pada proses depolimerisasi kitosan oleh  $H_2O_2$  ditunjukkan oleh persamaan reaksi 4.1-4.6.



(Feng dkk., 2003)

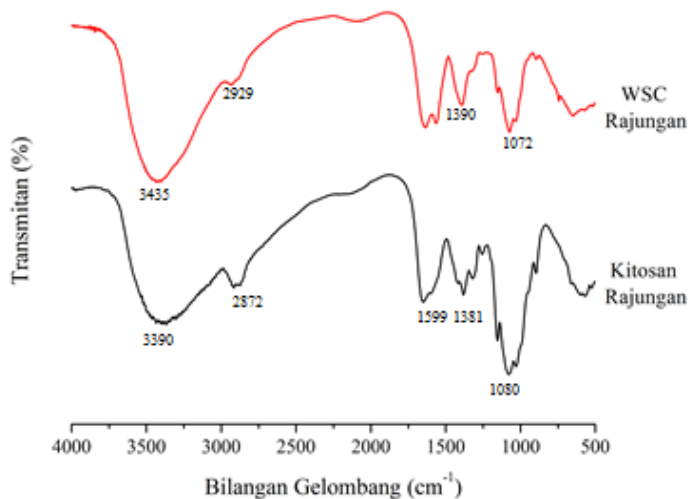
Kitosan larut air (WSC) yang dihasilkan dari penelitian ini berwujud padatan berwarna putih kekuningan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1. Persentase perolehan kembali (% *recovery*) dari sintesis kitosan larut air adalah sebesar 46,70%.



Gambar 4. 1 Kitosan larut air (WSC)

## 4.2 Hasil Karakterisasi IR Kitosan Rajungan dan Kitosan Larut Air (WSC)

Kitosan rajungan komersial dan kitosan larut air (WSC) hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di dalamnya. Hasil spektra IR senyawa kitosan rajungan komersial dan kitosan larut air (WSC) pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Spektra IR kitosan rajungan dan kitosan larut air (WSC)

Menurut literatur, pada spektra IR senyawa kitosan akan muncul puncak pada bilangan gelombang 3450, 2864, 1596, 1377 dan 1082  $\text{cm}^{-1}$  yang secara berturut-turut menunjukkan adanya gugus O-H, CH  $\text{sp}^3$ , NH<sub>2</sub>, CH  $\text{sp}^2$  dan C-O. Sedangkan pada spektra IR senyawa kitosan larut air (WSC) akan muncul puncak pada bilangan gelombang 3450, 2877, 1420 dan 1072  $\text{cm}^{-1}$  yang secara berturut-turut

menunjukkan adanya gugus O-H, CH sp<sup>3</sup>, NH primer dan C-O.

Pada spektra IR kitosan rajungan komersial, terdapat puncak pada bilangan gelombang 3390 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya vibrasi ulur gugus O-H, puncak pada bilangan gelombang 2872 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi C-H sp<sup>3</sup>, puncak pada bilangan gelombang 1599 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi tekuk -NH<sub>2</sub>, puncak pada bilangan gelombang 1381 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi ulur CH sp<sup>2</sup> dan puncak pada bilangan gelombang 1080 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi ulur C-O. Sedangkan pada spektra IR kitosan larut air (WSC) hasil sintesis, terdapat puncak pada bilangan gelombang 3435 cm<sup>-1</sup> menunjukkan vibrasi ulur O-H, puncak pada bilangan gelombang 3435 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya vibrasi ulur gugus O-H, puncak pada bilangan gelombang 2929 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi C-H sp<sub>3</sub>, puncak pada bilangan gelombang 1390 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi gugus N-H primer dan puncak pada bilangan gelombang 1072 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus C-O.

Selain spektra IR sampel kitosan komersial dan kitosan larut air (WSC), juga akan dibandingkan dengan spektra IR dari kitosan hasil isolasi dan WSC-nya dari penelitian yang telah dilakukan oleh Devega pada tahun 2018. Perbandingan puncak spektra IR kitosan komersial, WSC dari kitosan komersial, kitosan hasil isolasi dan WSC hasil isolasi dengan literatur ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Perbandingan puncak spektra IR antara kitosan dan kitosan larut air (WSC)

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )					
	Kitosan			Kitosan Larut Air		
	Literatur (Gyline dkk., 2003)	Hasil isolasi (Devega, 2018)	Komersial	Literatur	Dari kitosan hasil isolasi (Devega, 2018)	Dari kitosan komersial
-OH	3450	3450	3390	3450	3443	3435
CH sp <sup>3</sup>	2864	2887	2872	2877	2887	2929
NH <sub>2</sub>	1420	1423	1423	1420	1404	1390
CH sp <sup>2</sup>	1377	1381	1381	-	-	-
C-O	1082	1084	1080	1072	1084	1072

### 4.3 Hasil Sintesis Kapsul WSC:Alginat

Kapsul yang disintesis pada percobaan ini menggunakan kitosan larut air (WSC) sebagai bahan dasar. Menurut Widia (2018), dalam pembuatan kapsul membutuhkan polisakarida sebagai agen pembentuk gel (*gelling agent*). Pada penelitian ini, digunakan alginat sebagai *gelling agent*. Penggunaan alginat sebagai *gelling agent* pada percobaan ini berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Karimah (2016) yang menyebutkan bahwa alginat dapat digunakan sebagai bahan alternatif pada pembuatan cangkang kapsul. Variabel bergerak yang diamati pada penelitian ini adalah pengaruh penambahan WSC terhadap karakteristik kapsul yang dihasilkan. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu perbandingan WSC:Alginat (2:1), (3:1), (4:1), (5:1) dan (6:1) (w/w). Deskripsi penampakan fisik kapsul hasil penelitian ditunjukkan oleh Tabel 4.2. Gambar kapsul WSC:Alginat yang terbentuk dan kapsul komersial ditunjukkan oleh Gambar 4.3(a)-4.3(f) berikut.

Tabel 4. 2 Kapsul WSC:Alginat hasil penelitian dan deskripsi penampakan fisik kapsul

Perbandingan WSC:Alginat (C:A)	Deskripsi Penampakan Kapsul
C:A (2:1)	Kuat, kaku, tidak plastis, permukaan halus (++), mengkilap (++), jernih (++), warna kuning kecoklatan
C:A (3:1)	Kuat, kaku, tidak plastis, permukaan halus (+), mengkilap (+), jernih (+), warna sedikit lebih coklat
C:A (4:1)	Kuat, kaku, tidak plastis, permukaan halus, mengkilap, jernih, warna kuning kecoklatan
C:A (5:1)	Kuat, kaku, tidak plastis, permukaan kasar, keruh, tidak mengkilap, warna coklat
C:A (6:1)	Kuat, kaku, tidak plastis, permukaan kasar (+), keruh (+), tidak mengkilap, warna coklat





(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 4.3 Kapsul WSC:Alginat 2:1 (a), 3:1 (b), 4:1 (c), 5:1 (d) dan 6:1 (e) hasil sintesis dan kapsul komersial (f)

#### **4.3.1 Hasil Uji Keseragaman Bobot**

Uji keseragaman bobot dilakukan untuk mengetahui keseragaman bobot kapsul WSC:Alginat (C:A) yang diperoleh. Sebanyak 5 kapsul disiapkan dan ditimbang masing-masing kapsul. Massa masing-masing kapsul dibandingkan dengan massa rata-ratanya. Hasil uji keseragaman bobot ditunjukkan oleh Tabel 4.3.

Berdasarkan syarat dari Farmakope Indonesia, perbedaan massa setiap kapsul terhadap massa rata-ratanya tidak boleh lebih dari 10% untuk massa rata-rata  $\leq 120$  mg dan 7,5% untuk massa rata-rata  $\geq 120$  mg (Syamsuni, 2013). Dari data uji keseragaman bobot di atas, dapat dilihat bahwa kapsul yang terbentuk ada yang memiliki bobot  $\leq 120$  mg dan  $\geq 120$  mg. Tetapi, semua variasi kapsul memenuhi syarat yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia. Variasi kapsul WSC:Alginat (2:1) memiliki nilai rata-rata deviasi paling kecil dibandingkan dengan variasi kapsul WSC:Alginat lainnya. Perbedaan berat kapsul disebabkan karena ketebalan kapsul tidak merata saat proses pencetakan kapsul.

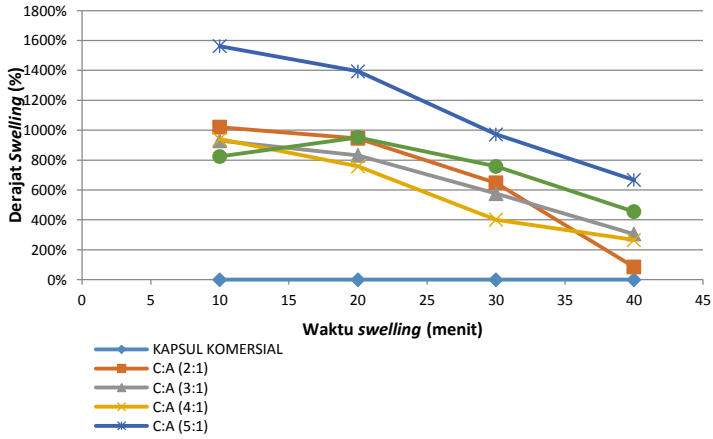
Tabel 4. 3 Hasil uji keseragaman bobot kapsul WSC:Alginate

Perbandingan WSC : Alginate (C:A)		Sampel Kapsul				
		1	2	3	4	5
C:A (2:1)	massa (gram)	0,0609	0,0621	0,0621	0,0618	0,0612
	rata-rata (gram)	0,06162				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>1,17%</b>	<b>0,78%</b>	<b>0,08%</b>	<b>0,29%</b>	<b>0,68%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>0,60%</b>				
C:A (3:1)	massa (gram)	0,0636	0,0663	0,0625	0,0628	0,0651
	rata-rata (gram)	0,06406				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>0,72%</b>	<b>3,50%</b>	<b>2,44%</b>	<b>1,97%</b>	<b>1,62%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>2,05%</b>				
C:A (4:1)	massa (gram)	0,0549	0,0555	0,0568	0,056	0,0545
	rata-rata (gram)	0,05554				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>1,15%</b>	<b>0,07%</b>	<b>2,27%</b>	<b>0,83%</b>	<b>1,87%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>1,24%</b>				
C:A (5:1)	massa (gram)	0,0941	0,0925	0,0932	0,0908	0,0912
	rata-rata (gram)	0,09236				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>1,88%</b>	<b>0,15%</b>	<b>0,91%</b>	<b>1,69%</b>	<b>1,26%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>1,18%</b>				
C:A (6:1)	massa (gram)	0,1215	0,1216	0,1271	0,1161	0,1188
	rata-rata (gram)	0,12102				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>0,40%</b>	<b>0,48%</b>	<b>5,02%</b>	<b>4,07%</b>	<b>1,83%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>2,36%</b>				

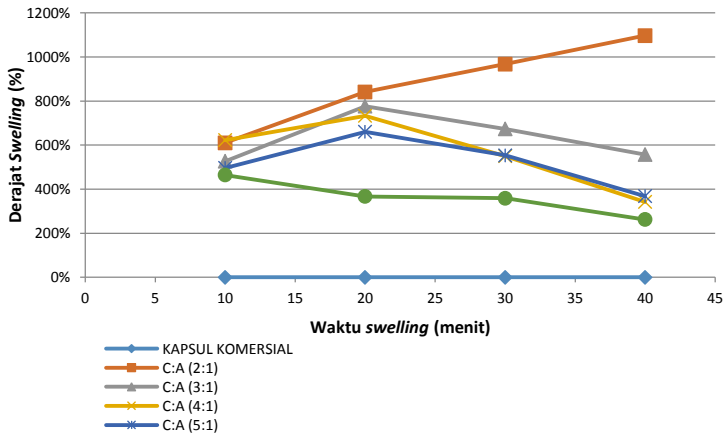
### 4.3.2 Hasil Uji *Swelling*

Uji *swelling* dilakukan untuk mengetahui banyaknya cairan yang masuk ke dalam matriks kapsul serta untuk mengetahui ketahanan atau resistensi kapsul terhadap suatu cairan. Pada saat kapsul dimasukkan ke dalam suatu cairan (air atau HCl), maka molekul-molekul cairan tersebut akan masuk ke pori-pori kapsul. Proses *swelling* dipengaruhi oleh sifat hidrofilitas dan hidrofobitas dari komposisi penyusun kapsul (Widia, 2018). Pada penelitian ini, uji *swelling* dilakukan untuk mengetahui pengaruh komposisi WSC terhadap ketahanan kapsul dalam dua cairan, yaitu air dan larutan HCl 0,1 N. Penggunaan air dan larutan HCl 0,1 N sebagai media *swelling* karena air merepresentasikan keadaan mulut dan larutan HCl 0,1 N merepresentasikan keadaan lambung. Grafik derajat *swelling* kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam air dan larutan HCl 0,1 N ditunjukkan oleh Gambar 4.4(a) dan 4.4(b) berikut.

Uji *swelling* dilakukan dengan cara merendam kapsul ke dalam air dan larutan HCl selama 40 menit dengan interval 10 menit penimbangan. Pada uji *swelling* dalam air, proses *swelling* maksimum pada sebagian besar variasi kapsul hanya terjadi pada 10 menit pertama, sedangkan untuk menit selanjutnya terjadi penurunan derajat *swelling*. Namun, pada variasi WSC:Alginat (6:1) terjadi kenaikan derajat *swelling* pada menit ke-20 dan pada menit-menit berikutnya terjadi penurunan. Selama waktu perendaman 40 menit dalam air, variasi kapsul yang memiliki derajat *swelling* paling baik adalah variasi WSC:Alginat (2:1) yaitu sebesar 84,45%. Nilai derajat *swelling* dari variasi WSC:Alginat (2:1) paling mendekati nilai derajat *swelling* kapsul komersial dalam air.



(a)



(b)

Gambar 4.4 Hasil uji *swelling* kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N

Uji *swelling* dalam larutan HCl 0,1 N, variasi WSC:Alginat (2:1) terus mengalami kenaikan derajat *swelling* hingga menit ke-40. Variasi WSC:Alginat (3:1), (4:1) dan

(5:1), kenaikan derajat *swelling* maksimum terjadi pada menit ke 20 dan selanjutnya terjadi penurunan. Sedangkan pada variasi WSC:Alginat (6:1), derajat *swelling* maksimum terjadi pada menit ke-10 dan selanjutnya terjadi penurunan derajat *swelling*. Selama waktu perendaman 40 menit dalam larutan HCl 0,1 N, variasi kapsul yang memiliki derajat *swelling* paling baik adalah variasi WSC:Alginat (6:1) yaitu sebesar 262,23%. Nilai derajat *swelling* dari variasi WSC:Alginat (6:1) paling mendekati nilai derajat *swelling* kapsul komersial dalam larutan HCl 0,1 N.

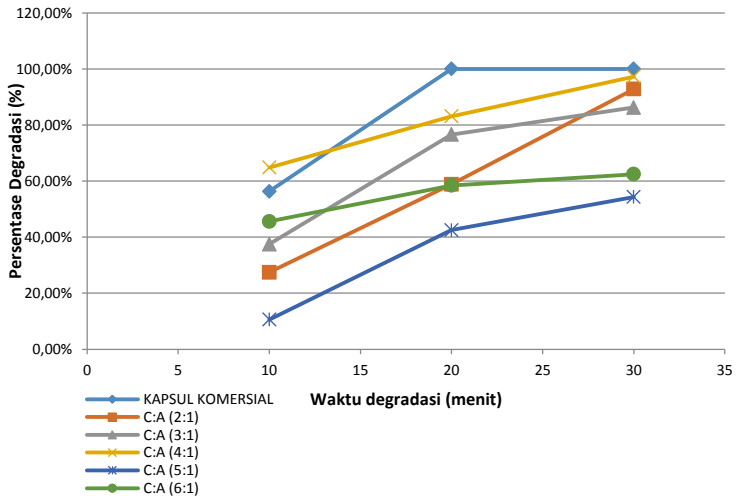
Terjadinya *swelling* menyebabkan jarak pada rantai polimer sehingga timbul interaksi antara pelarut senyawa yang berada di dalam polimer (Kristanto, 2014). Menurut Martinez-Ruvalcaba (2009), semakin besar derajat *swelling*, semakin besar pula difusi yang terjadi. Perbedaan derajat *swelling* yang terjadi dapat dimanfaatkan dalam aplikasi medis sesuai kebutuhannya. Misalnya, kapsul yang mudah pecah atau memiliki derajat *swelling* kecil, dapat diaplikasikan sebagai kapsul untuk obat maag. Sedangkan kapsul yang memiliki resistensi yang cukup besar dalam pelarut air dapat diaplikasikan sebagai kapsul untuk kebutuhan sistem pencernaan di usus.

### **4.3.3 Hasil Uji Degradasi**

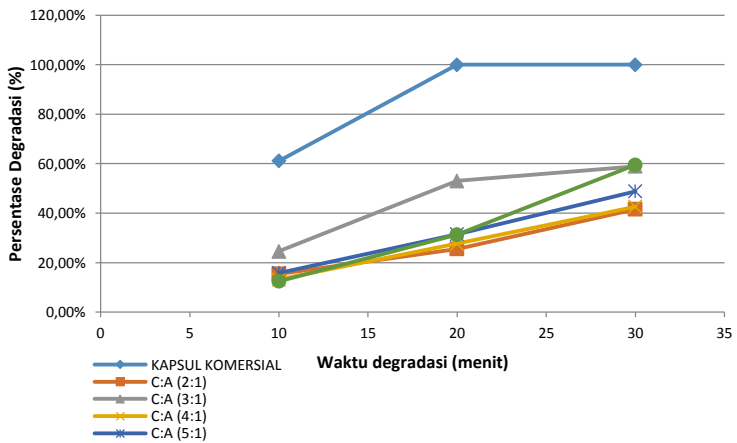
Uji degradasi dilakukan untuk mengetahui banyaknya massa kapsul yang hilang atau larut saat kapsul direndam dalam suatu cairan. Uji degradasi juga dapat digunakan untuk memprediksi waktu yang dibutuhkan oleh kapsul untuk bisa larut sempurna. Pada penelitian ini, uji degradasi dilakukan dengan metode pengurangan berat (*weight loss*) (Zhu dkk., 2010). Uji degradasi dilakukan dalam dua cairan, yaitu air yang merepresentasikan keadaan mulut dan larutan HCl 0,1 N yang merepresentasikan keadaan lambung. Grafik uji degradasi dari kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam air dan



larutan HCl 0,1 N ditunjukkan oleh Gambar 4.5 (a) dan 4.5 (b).



(a)



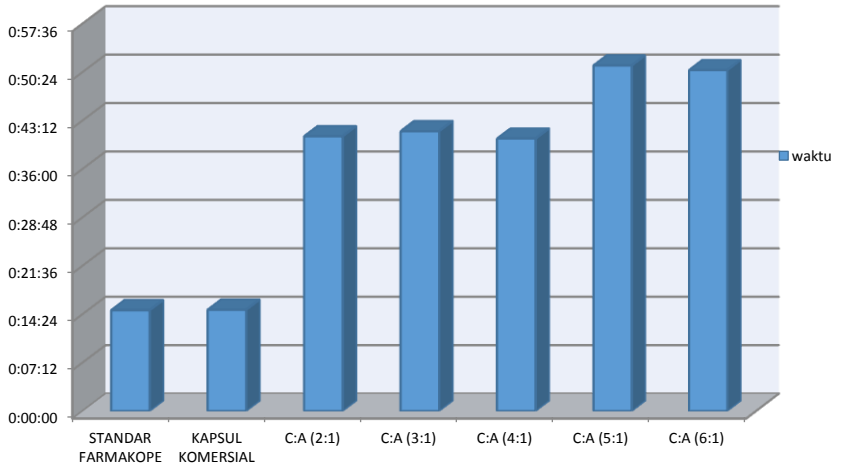
(b)

Gambar 4.5 Hasil uji degradasi kapsul WSC:Alginate (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N

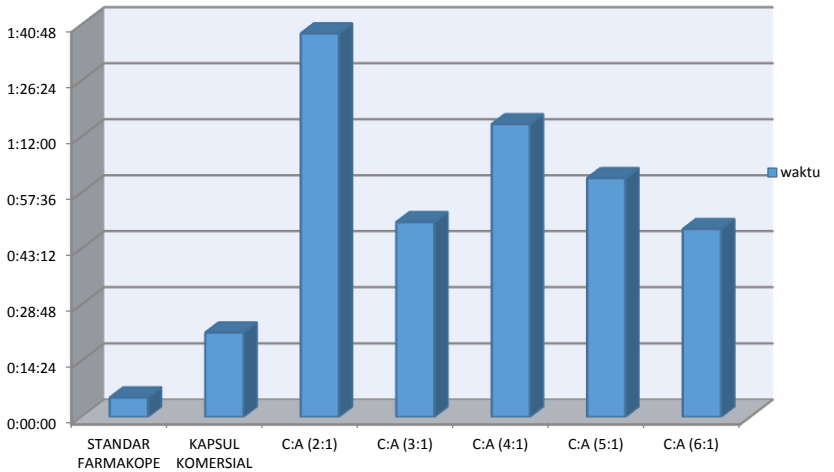
Hasil uji degradasi dalam air dan larutan HCl 0,1 N selama 30 menit, menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman, semakin besar pengurangan massa (*weight loss*) yang artinya semakin banyak bagian cangkang kapsul yang larut. Dalam air, kapsul yang memiliki persentase degradasi paling baik adalah kapsul dengan variasi WSC:Alginat (4:1) yaitu sebesar 97,28%. Nilai persentase kapsul dengan variasi WSC:Alginat (4:1) memiliki nilai paling mendekati persentase degradasi dari kapsul komersial dalam air. Sedangkan dalam larutan HCl 0,1 N, kapsul yang memiliki persentase degradasi paling baik adalah kapsul dengan variasi WSC:Alginat (6:1) yaitu sebesar 59,52%. Nilai persentase kapsul dengan variasi WSC:Alginat (6:1) memiliki nilai paling mendekati persentase degradasi dari kapsul komersial dalam larutan HCl 0,1 N.

#### **4.3.4 Hasil Uji Kelarutan**

Uji kelarutan dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh kapsul WSC:Alginat agar bisa larut sempurna. Menurut syarat Farmakope Indonesia, standar kelarutan cangkang kapsul dalam air adalah minimal 15 menit. Sedangkan standar kelarutan cangkang kapsul dalam larutan HCl 0,1 N adalah minimal 5 menit. Data hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A) ditunjukkan oleh Tabel 4.4 serta grafik waktu kelarutan dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing ditunjukkan oleh Gambar 4.6(a) dan 4.6(b).



(a)



(b)

Gambar 4. 6 Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N

Tabel 4. 4 Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam air dan larutan HCl 0,1 N

Cangkang Kapsul	Waktu Larut	
	Dalam Air	Dalam Larutan HCl 0,1 N
Standar Farmakope	0:15:00	0:05:00
Komersial	0:15:04	0:21:38
C:A (2:1)	0:40:52	1:38:33
C:A (3:1)	0:41:37	0:49:59
C:A (4:1)	0:40:31	1:15:12
C:A (5:1)	0:51:24	1:01:19
C:A (6:1)	0:50:42	0:48:14

Dari data pada Tabel 4.4 terlihat bahwa baik dalam air maupun dalam larutan HCl 0,1 N, kapsul WSC:Alginat hasil sintesis memiliki waktu kelarutan yang memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Farmakope Indonesia. Uji kelarutan dalam air menunjukkan bahwa kapsul WSC:Alginat (4:1) memiliki kelarutan paling cepat yaitu selama 40 menit 31 detik dan kapsul WSC:Alginat (6:1) memiliki waktu kelarutan paling lama yaitu selama 50 menit 42 detik. Dalam larutan HCl 0,1 N, variasi kapsul WSC:Alginat (6:1) memiliki waktu kelarutan paling cepat yaitu selama 48 menit 14 detik dan kapsul WSC:Alginat (2:1) memiliki kelarutan paling lama yaitu selama 1 jam 38 menit 33 detik. Perbedaan dan ketidakteraturan waktu kelarutan antar variasi kapsul WSC:Alginat disebabkan karena massa antar variasi kapsul dan ketebalan lapisan kapsul tidak sama. Kapsul yang memiliki massa dan ketebalan yang lebih besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk bisa larut sempurna dibandingkan kapsul yang memiliki massa dan ketebalan yang lebih kecil.

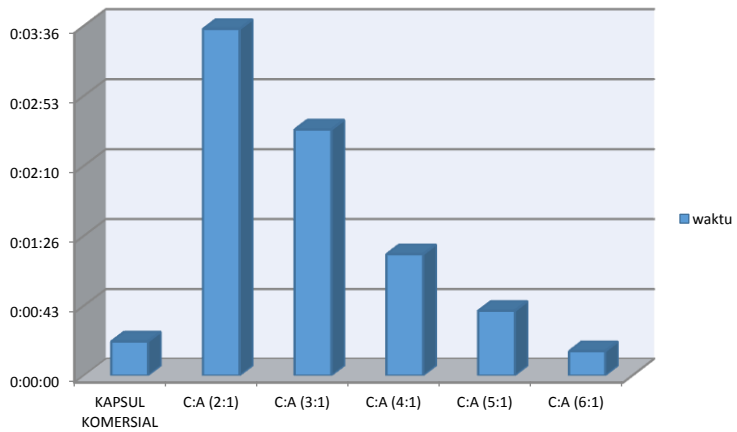
### 4.3.5 Hasil Uji Rilis Obat

Tujuan dari dibuatnya cangkang kapsul sebagai pembungkus obat adalah untuk menutupi bau dan rasa tidak enak dari obat ketika dikonsumsi. Selain itu, cangkang kapsul juga berfungsi untuk melindungi obat agar tidak terkontaminasi udara luar. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan uji rilis obat pada cangkang kapsul yang kemudian dibandingkan dengan waktu rilis obat dari cangkang kapsul komersial.

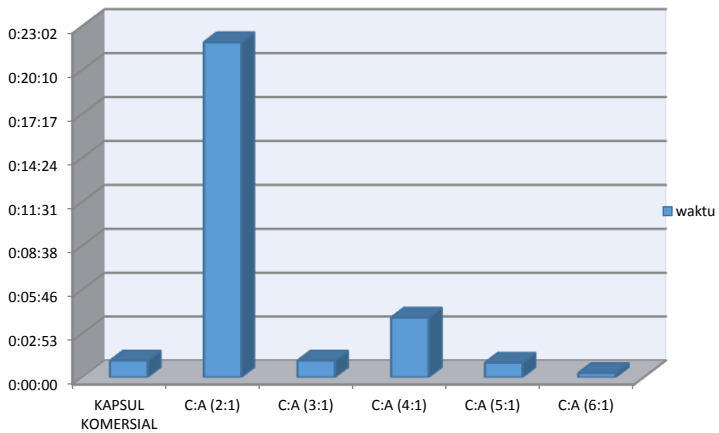
Pada penelitian ini, uji rilis obat dilakukan dengan cara merendam cangkang kapsul yang telah diisi dengan serbuk obat yang dicampur dengan pewarna ke dalam dua larutan, yaitu air dan larutan HCl 0,1 N pada suhu 37 °C. Fungsi pemberian pewarna ke dalam isian cangkang kapsul adalah sebagai indikator untuk mengetahui saat pertama kali obat keluar dari cangkang kapsul. Waktu rilis obat dicatat pada saat pertama kali obat lolos dari cangkang kapsul yang ditandai dengan lepasnya pewarna dari cangkang kapsul. Hasil uji rilis obat cangkang kapsul hasil sintesis dengan cangkang kapsul komersial ditunjukkan pada Tabel 4.5 serta grafik waktu rilis obat dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing ditunjukkan oleh Gambar 4.7(a) dan 4.7(b) berikut.

Tabel 4.5 Hasil uji rilis obat kapsul WSC: Alginat (C:A) dalam air dan larutan HCl 0,1 N

Cangkang Kapsul	Waktu Rilis Obat	
	Dalam Air	Dalam Larutan HCl 0,1 N
Komersial	0:00:21	0:01:06
C:A (2:1)	0:03:34	0:21:59
C:A (3:1)	0:02:32	0:01:06
C:A (4:1)	0:01:15	0:03:56
C:A (5:1)	0:00:40	0:00:58
C:A (6:1)	0:00:15	0:00:17



(a)



(b)

Gambar 4.7 Hasil uji rilis obat kapsul WSC:Alginat (C:A) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat pada uji rilis obat dalam air, semakin kecil konsentrasi WSC yang ditambahkan, maka waktu rilis obat dari cangkang kapsul juga semakin lama. Cangkang kapsul komersial yang digunakan sebagai pembanding memiliki waktu rilis obat dalam air selama 21 detik. Kapsul WSC:Alginat dengan variasi C:A (2:1), (3:1), (4:1) dan (5:1) memiliki waktu rilis obat yang lebih lama dibandingkan kapsul komersial. Variasi kapsul yang memiliki waktu rilis obat paling mendekati kapsul komersial adalah kapsul WSC:Alginat (5:1) yaitu selama 40 detik. Sedangkan kapsul WSC:Alginat (6:1) memiliki waktu rilis obat yang lebih cepat dibandingkan kapsul komersial yaitu selama 15 detik. Apabila cangkang kapsul mudah rusak dan memiliki waktu rilis obat yang terlalu cepat dalam air, maka sediaan obat yang berada dalam cangkang kapsul akan cepat keluar dan larut di dalam mulut sehingga mengakibatkan rasa pahit dari obat menjadi terasa (Junianto dkk., 2013).

Pada uji rilis obat dalam larutan HCl 0,1 N, cangkang kapsul komersial yang digunakan sebagai pembanding memiliki waktu rilis obat dalam larutan HCl 0,1 N selama 1 menit 6 detik. Kapsul WSC:Alginat dengan variasi C:A (2:1) dan (4:1) memiliki waktu rilis lebih lama daripada cangkang kapsul komersial. Kapsul WSC dengan variasi C:A (3:1) memiliki waktu rilis obat yang sama dengan kapsul komersial yaitu selama 1 menit 6 detik. Sedangkan kapsul WSC:Alginat dengan variasi C:A (5:1) dan (6:1) memiliki waktu rilis obat yang lebih cepat dibandingkan kapsul komersial. Ketidakteraturan waktu rilis obat dari kapsul WSC:Alginat hasil sintesis disebabkan oleh perbedaan ketebalan dan kerataan permukaan masing-masing kapsul. Kapsul yang permukaannya tebal dan rata memiliki waktu rilis obat yang lebih lama dibandingkan kapsul yang permukaannya tipis dan tidak rata.

#### **4.4 Hasil Sintesis Kapsul WSC : Alginat + SDS**

Selain sintesis kapsul WSC:Alginat, pada penelitian ini juga dilakukan sintesis kapsul WSC:Alginat dengan penambahan surfaktan SDS dengan konsentrasi 0,08%. Penambahan surfaktan SDS bertujuan untuk meningkatkan hidrofilitas kapsul, membentuk pori-pori kapsul (Buana dkk., 2014) dan sebagai agen pembasah (Salager, 2002). Penggunaan surfaktan SDS ke dalam *drug release agent* dalam dunia farmasi diperbolehkan dalam konsentrasi 0,02-1,5% (Rowe dkk., 2012). Penambahan SDS dengan konsentrasi 0,08% pada penelitian ini berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Devega pada tahun 2018. Dari penelitian tersebut, menunjukkan bahwa penambahan SDS dengan konsentrasi 0,08% menghasilkan film kapsul WSC/agar yang memiliki nilai derajat *swelling* dan persentase degradasi paling baik. Deskripsi penampakan fisik kapsul dari penelitian ini ditunjukkan oleh Tabel 4.6. Gambar kapsul WSC:Alginat+SDS yang terbentuk dan kapsul komersial ditunjukkan oleh Gambar 4.8(a)-4.8(f) berikut.



Tabel 4. 6 Kapsul WSC:Alginat + SDS hasil penelitian dan deskripsi penampakan fisik kapsul

Perbandingan WSC:Alginat (C:A)+SDS	Deskripsi Penampakan Kapsul
C:A (2:1) + SDS	Kuat, kaku, permukaan sedikit kasar, banyak gelembung udara yang terjebak di permukaan kapsul, warna coklat muda
C:A (3:1) + SDS	Kuat, kaku, permukaan kasar, banyak gelembung udara yang terjebak di permukaan kapsul (+), warna kuning kecoklatan
C:A (4:1) + SDS	Kuat, kaku, permukaan kasar dan tidak rata, bentuk tidak beraturan (+++) banyak gelembung udara yang terjebak di permukaan kapsul (+), warna coklat
C:A (5:1) + SDS	Kuat, kaku, permukaan kasar dan tidak rata (+), bentuk tidak beraturan, banyak gelembung udara terjebak di permukaan kapsul, warna coklat (++)
C:A (6:1) + SDS	Kuat, kaku, permukaan kasar dan tidak rata (++) , banyak gelembung udara yang terjebak di permukaan kapsul (++) , warna coklat (+++)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 4. 8 Kapsul WSC:Alginat 2:1 (a), 3:1 (b), 4:1 (c), 5:1 (d) 6:1 (e) + SDS hasil sintesis dan kapsul komersial (f)

#### **4.4.1 Hasil Uji Keseragaman Bobot**

Uji keseragaman bobot dilakukan untuk mengetahui keseragaman bobot kapsul WSC:Alginat+SDS yang diperoleh. Sebanyak 5 kapsul disiapkan dan ditimbang masing-masing kapsul. Massa masing-masing kapsul dibandingkan dengan massa rata-ratanya. Hasil uji keseragaman bobot ditunjukkan oleh Tabel 4.7.

Berdasarkan syarat dari Farmakope Indonesia, perbedaan massa setiap kapsul terhadap massa rata-ratanya tidak boleh lebih dari 10% untuk massa rata-rata  $\leq 120$  mg dan 7,5% untuk massa rata-rata  $\geq 120$  mg (Syamsuni, 2013). Dari data uji keseragaman bobot pada Tabel 4.9, dapat dilihat bahwa kapsul yang terbentuk ada yang memiliki bobot  $\leq 120$  mg dan  $\geq 120$  mg. Tetapi, semua variasi kapsul memenuhi syarat kapsul yang dikeluarkan oleh Farmakope Indonesia. Variasi Kapsul WSC:Alginat (2:1) + SDS memiliki nilai rata-rata beda paling kecil dibandingkan dengan variasi kapsul WSC:Alginat lainnya.

Tabel 4. 7 Hasil uji keseragaman bobot kapsul WSC:Alginat + SDS

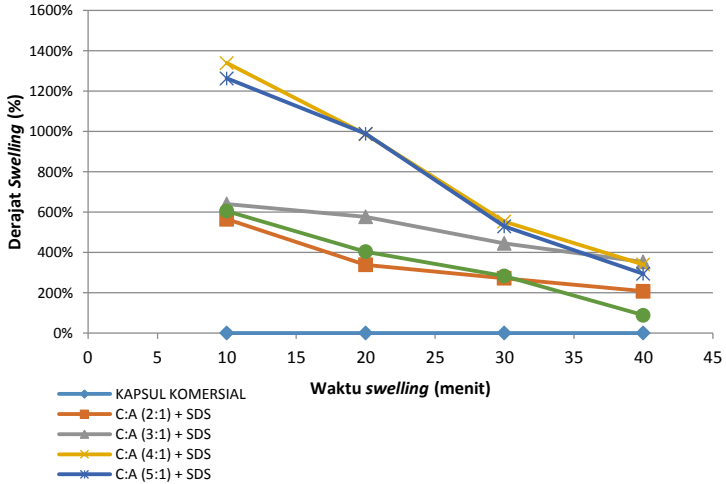
Perbandingan WSC : Alginat (C:A)+ SDS		Sampel Kapsul				
		1	2	3	4	5
C:A (2:1) + SDS	massa (gram)	0,1045	0,1057	0,1064	0,1048	0,1041
	rata-rata (gram)	0,1051				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>0,57%</b>	<b>0,57%</b>	<b>1,24%</b>	<b>0,29%</b>	<b>0,95%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>0,72%</b>				
C:A (3:1) + SDS	massa (gram)	0,0669	0,0688	0,0653	0,0663	0,0688
	rata-rata (gram)	0,06722				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>0,48%</b>	<b>2,35%</b>	<b>2,86%</b>	<b>1,37%</b>	<b>2,35%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>1,88%</b>				
C:A (4:1) + SDS	massa (gram)	0,0848	0,0804	0,0809	0,0805	0,0821
	rata-rata (gram)	0,08174				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>3,74%</b>	<b>1,64%</b>	<b>1,03%</b>	<b>1,52%</b>	<b>0,44%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>1,67%</b>				
C:A (5:1) + SDS	massa (gram)	0,0665	0,0664	0,0598	0,0661	0,0675
	rata-rata (gram)	0,06526				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>1,90%</b>	<b>1,75%</b>	<b>8,37%</b>	<b>1,29%</b>	<b>3,43%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>3,35%</b>				
C:A (6:1) + SDS	massa (gram)	0,1055	0,1016	0,1072	0,1043	0,1045
	rata-rata (gram)	0,10462				
	<b>deviasi (%)</b>	<b>0,84%</b>	<b>2,89%</b>	<b>2,45%</b>	<b>0,31%</b>	<b>0,11%</b>
	<b>rata-rata deviasi (%)</b>	<b>1,32%</b>				

#### 4.4.2 Hasil Uji *Swelling*

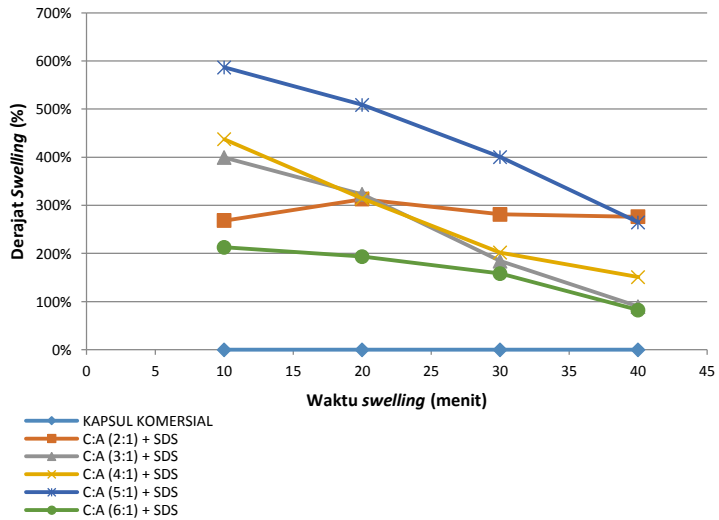
Pada penelitian ini, uji *swelling* terhadap kapsul WSC:Alginat + SDS dilakukan untuk mengetahui pengaruh komposisi WSC serta penambahan surfaktan SDS dengan konsentrasi 0,08% terhadap ketahanan kapsul dalam dua cairan, yaitu air dan HCl 0,1 N. Grafik uji *swelling* kapsul WSC:Alginat + SDS (C:A +SDS) dalam air dan larutan HCl 0,1 N ditunjukkan oleh Gambar 4.9(a) dan 4.9(b) berikut.

Uji *swelling* dilakukan dengan cara merendam kapsul ke dalam air dan HCl selama 40 menit dengan interval 10 menit penimbangan. Uji *swelling* dalam air, pada semua variasi kapsul WSC:Alginat+SDS terjadi proses *swelling* maksimum pada 10 menit pertama, sedangkan untuk menit selanjutnya terjadi penurunan derajat *swelling*. Selama waktu perendaman 40 menit dalam air, variasi kapsul yang memiliki derajat *swelling* paling baik adalah variasi WSC:Alginat (6:1)+SDS yaitu sebesar 88,52%. Nilai derajat *swelling* dari variasi WSC:Alginat (6:1)+SDS paling mendekati nilai derajat *swelling* kapsul komersial dalam air.

Uji *swelling* dalam larutan HCl 0,1 N, sebagian besar variasi kapsul WSC:Alginat + SDS mengalami proses *swelling* maksimum pada menit ke-10 dan selanjutnya terjadi penurunan. Namun, pada variasi WSC:Alginat (2:1)+SDS, *swelling* maksimum terjadi pada menit ke-20 dan selanjutnya terjadi penurunan. Selama waktu perendaman 40 menit dalam larutan HCl 0,1 N, variasi kapsul yang memiliki derajat *swelling* paling baik adalah variasi WSC:Alginat (6:1)+SDS yaitu sebesar 82,50%. Nilai derajat *swelling* dari variasi WSC:Alginat (6:1)+SDS paling mendekati nilai derajat *swelling* kapsul komersial dalam larutan HCl 0,1 N.



(a)



(b)

Gambar 4.9 Hasil uji *swelling* kapsul WSC:Alginat+SDS (C:A + SDS) dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N



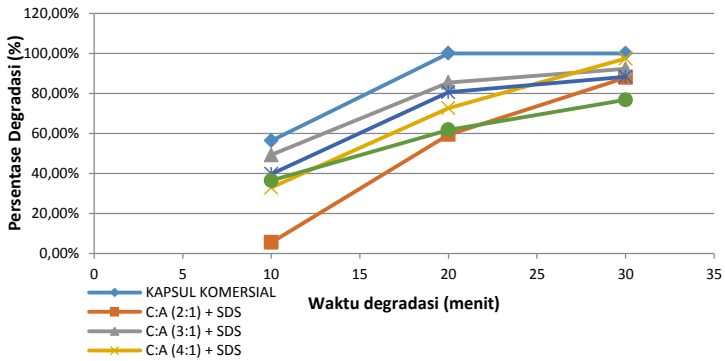
Menurut Buana, dkk. (2014), penambahan surfaktan SDS berfungsi sebagai agen pembentuk pori pada kapsul. Penambahan surfaktan SDS dapat meningkatkan sifat hidrofilitas kapsul. Peningkatan hidrofilitas tersebut sebanding dengan meningkatnya derajat *swelling* dalam air.

#### 4.4.3 Hasil Uji Degradasi

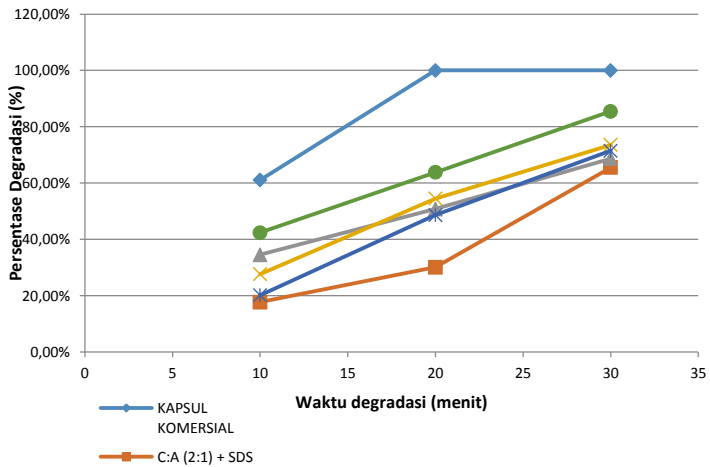
Pada penelitian ini, uji degradasi dilakukan dengan metode pengurangan berat (*weight loss*) (Zhu dkk., 2010). Uji degradasi pada kapsul WSC:Alginat+SDS dilakukan dalam dua cairan, yaitu air dan larutan HCl 0,1 N. Air merepresentasikan kondisi dalam mulut, sedangkan larutan HCl 0,1 N merepresentasikan kondisi dalam lambung. Grafik uji degradasi dari kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam air dan larutan HCl 0,1 N ditunjukkan oleh Gambar 4.10(a) dan 4.10(b).

Hasil uji degradasi dalam air dan larutan HCl 0,1 N selama 30 menit, menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman, semakin besar pengurangan massa (*weight loss*) yang artinya semakin banyak bagian cangkang kapsul yang larut. Dalam air, kapsul yang memiliki persentase degradasi paling baik adalah kapsul dengan variasi WSC:Alginat (4:1)+SDS yaitu sebesar 97,37%. Nilai persentase kapsul dengan variasi WSC:Alginat (4:1)+SDS memiliki nilai paling mendekati persentase degradasi dari kapsul komersial dalam air. Sedangkan dalam larutan HCl 0,1 N, kapsul yang memiliki persentase degradasi paling baik adalah kapsul dengan variasi WSC:Alginat (6:1)+SDS yaitu sebesar 85,48%. Nilai persentase kapsul dengan variasi WSC:Alginat (6:1)+SDS memiliki nilai paling mendekati persentase degradasi dari kapsul komersial dalam larutan HCl 0,1 N. Penambahan surfaktan SDS ke dalam campuran WSC:Alginat dapat meningkatkan sifat hidrofilitas dari kapsul. Penambahan SDS dapat mempercepat proses degradasi karena SDS berfungsi

sebagai agen pembentuk pori serta meningkatkan sifat plastis kapsul yang terbentuk (Buana, dkk., 2014).



(a)



(b)

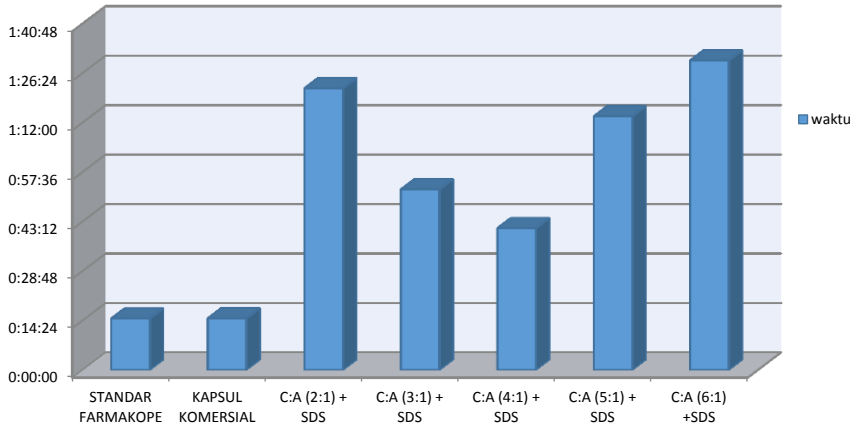
Gambar 4. 10 Hasil uji degradasi kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N

#### 4.4.4 Hasil Uji Kelarutan

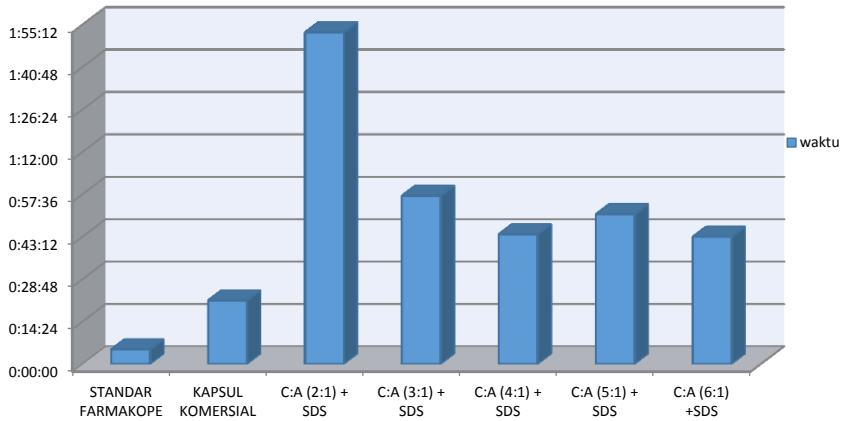
Pada penelitian ini, dilakukan uji kelarutan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh kapsul WSC:Alginat+SDS agar bisa larut sempurna. Menurut syarat Farmakope Indonesia, standar kelarutan cangkang kapsul dalam air adalah minimal 15 menit. Sedangkan standar kelarutan cangkang kapsul dalam larutan HCl 0,1 N adalah minimal 5 menit. Data hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS ditunjukkan oleh Tabel 4.8 serta grafik waktu kelarutan dalam air dan larutan HCl 0,1 N ditunjukkan oleh Gambar 4.11(a) dan 4.11(b).

Tabel 4. 8 Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam air dan larutan HCl 0,1 N

Cangkang Kapsul	Waktu Larut	
	Dalam Air	Dalam Larutan HCl 0,1 N
Standar Farmakope	0:15:00	0:05:00
Komersial	0:15:04	0:21:38
C:A (2:1) + SDS	1:22:00	1:52:40
C:A (3:1) + SDS	0:52:36	0:57:11
C:A (4:1) + SDS	0:41:18	0:44:07
C:A (5:1) + SDS	1:13:52	0:50:52
C:A (6:1) + SDS	1:30:08	0:43:13



(a)



(b)

Gambar 4. 11 Hasil uji kelarutan kapsul WSC:Alginate (C:A)+SDS dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N

Dari data pada Tabel 4.8 terlihat bahwa baik dalam air maupun dalam larutan HCl 0,1 N, kapsul WSC:Alginat+SDS hasil sintesis memiliki waktu kelarutan yang memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Farmakope Indonesia. Uji kelarutan dalam air menunjukkan bahwa kapsul WSC:Alginat (4:1)+SDS memiliki kelarutan paling cepat yaitu selama 41 menit 18 detik dan kapsul WSC:Alginat (2:1)+SDS memiliki waktu kelarutan paling lama yaitu selama 1 jam 22 menit. Uji kelarutan dalam larutan HCl 0,1 N, variasi kapsul WSC:Alginat (6:1)+SDS memiliki waktu kelarutan paling cepat yaitu selama 43 menit 13 detik dan kapsul WSC:Alginat (2:1)+SDS memiliki kelarutan paling lama yaitu selama 1 jam 52 menit 12 detik. Perbedaan dan ketidakteraturan waktu kelarutan antar variasi kapsul WSC:Alginat+SDS disebabkan karena massa antar variasi kapsul dan ketebalan lapisan kapsul yang tidak sama. Kapsul yang memiliki massa dan ketebalan yang lebih besar membutuhkan waktu yang lebih lama untuk bisa larut sempurna dibandingkan kapsul yang memiliki massa dan ketebalan yang lebih kecil.

#### **4.4.5 Hasil Uji Rilis Obat**

Pada penelitian ini dilakukan uji rilis obat pada cangkang kapsul WSC:Alginat+SDS hasil sintesis yang kemudian dibandingkan dengan waktu rilis obat dari cangkang kapsul komersial.

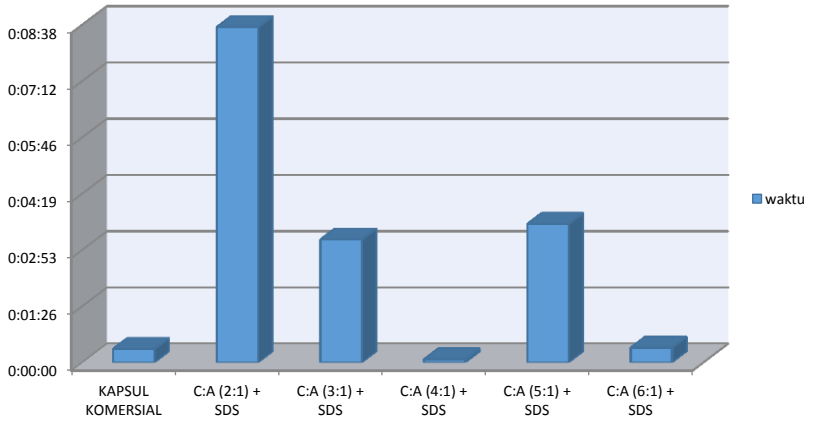
Uji rilis obat dilakukan dengan cara merendam cangkang kapsul yang telah diisi dengan serbuk obat yang dicampur pewarna ke dalam dua larutan, yaitu air dan larutan HCl 0,1 N pada suhu 37 °C. Fungsi pemberian pewarna ke dalam isian cangkang kapsul adalah sebagai indikator untuk mengetahui saat pertama kali obat keluar dari cangkang kapsul. Waktu rilis obat dicatat pada saat pertama kali obat lolos dari cangkang kapsul yang ditandai dengan lepasnya pewarna dari cangkang kapsul. Hasil uji rilis obat cangkang kapsul hasil sintesis dengan cangkang kapsul komersial

ditunjukkan pada Tabel 4.9 serta grafik waktu rilis obat dalam air dan larutan HCl 0,1 N ditunjukkan oleh Gambar 4.12(a) dan 4.12(b) berikut.

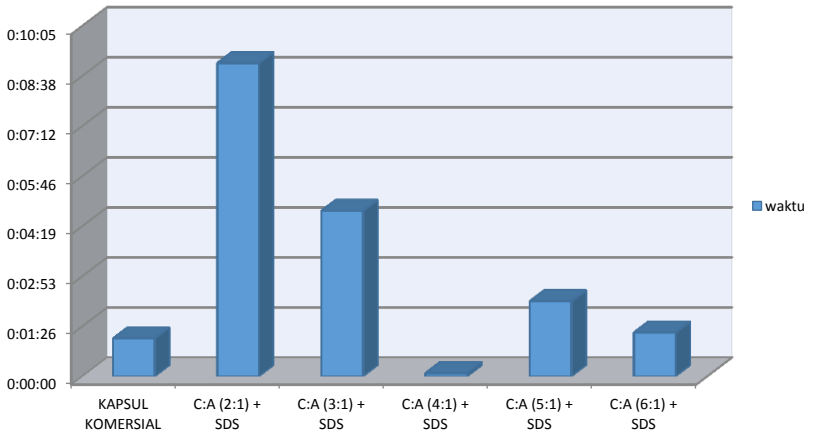
Tabel 4. 9 Hasil uji rilis obat kapsul WSC:Alginat (C:A)+SDS dalam air dan larutan HCl 0,1 N

Cangkang Kapsul	Waktu Rilis Obat	
	Dalam Air	Dalam Larutan HCl 0,1 N
Komersial	0:00:21	0:01:06
C:A (2:1) + SDS	0:08:35	0:09:01
C:A (3:1) + SDS	0:03:09	0:04:46
C:A (4:1) + SDS	0:00:05	0:00:06
C:A (5:1) + SDS	0:03:33	0:02:10
C:A (6:1) + SDS	0:00:23	0:01:16

Hasil uji rilis obat dalam air seperti yang terlihat pada Tabel 4.9, cangkang kapsul komersial yang digunakan sebagai pembanding memiliki waktu rilis obat dalam air selama 21 detik. Kapsul WSC:Alginat+SDS dengan variasi C:A (2:1), (3:1), (5:1) dan (6:1) memiliki waktu rilis obat yang lebih lama dibandingkan kapsul komersial. Sedangkan kapsul WSC:Alginat (4:1)+SDS memiliki waktu rilis obat yang lebih cepat dibandingkan kapsul komersial yaitu selama 5 detik. Waktu rilis obat yang terlalu cepat dapat menyebabkan sediaan obat yang berada dalam cangkang kapsul akan cepat keluar dan larut di dalam mulut sehingga mengakibatkan rasa pahit dari obat menjadi terasa (Junianto dkk., 2013).



(a)



(b)

Gambar 4. 12 Hasil uji rilis obat kapsul WSC:Alginate (C:A)+SDS dalam (a) air dan (b) larutan HCl 0,1 N

Pada uji rilis obat dalam larutan HCl 0,1 N, cangkang kapsul komersial yang digunakan sebagai pembanding memiliki waktu rilis obat dalam larutan HCl 0,1 N selama 1 menit 6 detik. Kapsul WSC:Alginat+SDS dengan variasi C:A (2:1), (3:1), (5:1) dan (6:1) memiliki waktu rilis obat yang lebih lama dibandingkan kapsul komersial. Sedangkan kapsul WSC:Alginat (4:1)+SDS memiliki waktu rilis obat yang lebih cepat dibandingkan kapsul komersial yaitu selama 6 detik.

Ketidakteraturan waktu rilis obat dari kapsul WSC:Alginat+SDS hasil sintesis disebabkan oleh perbedaan ketebalan dan kerataan permukaan masing-masing kapsul. Kapsul yang permukaannya tebal dan rata memiliki waktu rilis obat yang lebih lama dibandingkan kapsul yang permukaannya tipis dan tidak rata.

#### **4.5 Perbandingan Kapsul WSC:Alginat dengan WSC:Alginat+SDS**

Pada penelitian ini, kapsul berbahan dasar kitosan larut air (WSC) dibuat menjadi 2 jenis, yaitu kapsul WSC:Alginat dan kapsul WSC:Alginat +SDS. Pada masing-masing jenis kapsul tersebut, dilakukan variasi komposisi kitosan larut air (WSC) terhadap alginat (C:A). Tujuan dari pembuatan kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan surfaktan sodium dodesil sulfat (SDS) terhadap kapsul yang terbentuk. Sodium dodesil sulfat dapat digunakan dalam industri farmasi sebagai agen pelarut atau pembasah pada obat oral. Konsentrasi sodium dodesil sulfat yang diperbolehkan dalam aplikasinya di bidang farmasi yaitu sebesar 0,02-1,5% (Rowe dkk., 2012). Walaupun sodium dodesil sulfat aman digunakan dalam konsentrasi tersebut, namun sodium dodesil sulfat merupakan senyawa kimia sintesis yang biasa digunakan sebagai bahan pembersih atau detergen. Sehingga, apabila memungkinkan untuk menghilangkan sodium dodesil sulfat

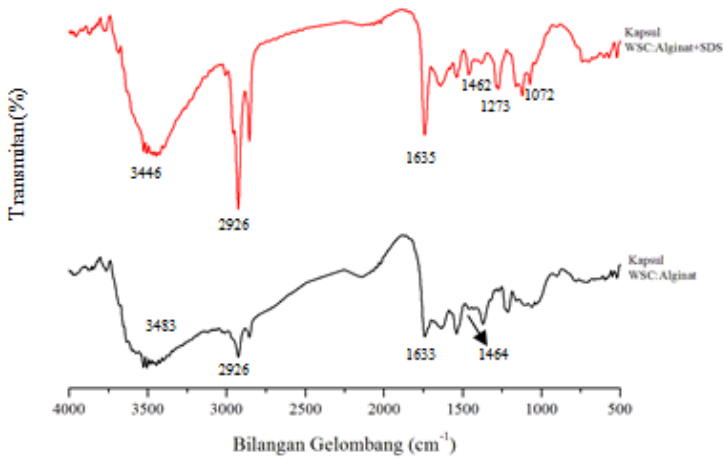


sebagai bahan tambahan pada pembuatan kapsul WSC, tentu akan menghasilkan kapsul yang lebih baik jika dilihat dari kandungan senyawa di dalamnya. Oleh sebab itu, dilakukan beberapa pengujian terhadap kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS yang terbentuk. Parameter uji meliputi uji FTIR, uji keseragaman bobot, uji *swelling*, uji degradasi, uji kelarutan dan uji rilis obat. Hasil uji FTIR ditunjukkan oleh Gambar 4.13, sedangkan hasil uji keseragaman bobot, uji *swelling*, uji degradasi, uji kelarutan dan uji rilis obat dari kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS ditunjukkan oleh Tabel 4.10.

Pada hasil uji FTIR kapsul WSC:Alginat, terdapat puncak pada bilangan gelombang 3483, 2926, 1633 dan 1464  $\text{cm}^{-1}$  yang secara berturut-turut menunjukkan adanya gugus O-H, CH  $\text{sp}^3$ , C=O dan vibrasi Na dalam isomer alginat. Sedangkan pada hasil uji FTIR kapsul WSC:Alginat+SDS, terdapat puncak pada bilangan gelombang 3446, 2926, 1635, 1462, 1273 dan 1072  $\text{cm}^{-1}$  yang secara berturut-turut menunjukkan adanya gugus O-H, CH  $\text{sp}^3$ , C=O, vibrasi Na dalam isomer alginat,  $-\text{SO}_2$  asimetris dan  $-\text{SO}_2$  simetris. Munculnya puncak baru pada spektra IR kapsul WSC:Alginat+SDS, yaitu puncak pada bilangan gelombang 1273 dan 1072  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus  $-\text{SO}_2$  merupakan indikasi bahwa terjadi reaksi antara WSC dengan SDS (Amani, dkk., 2011). Perbandingan puncak spektra IR dari kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS ditunjukkan oleh Tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Hasil uji kapsul WSC:Alginat dan WSC:Alginat+SDS

Perbandingan WSC:Alginat (C:A)	Parameter Uji								
	Keseragaman Bobot (rata-rata beda)	Swelling (40 menit)		Degradasi (30 menit)		Kelarutan		Rilis Obat	
		Air	HCl 0,1 N	Air	HCl 0,1 N	Air	HCl 0,1 N	Air	HCl 0,1 N
C:A (2:1)	0,60%	84,45%	1096,06%	92,83%	41,58%	0:40:52	1:38:33	0:03:34	0:21:59
C:A (3:1)	2,05%	305,23%	557,37%	86,25%	58,89%	0:41:37	0:49:59	0:02:32	0:01:06
C:A (4:1)	1,24%	264,72%	342,72%	97,28%	42,62%	0:40:31	1:15:12	0:01:15	0:03:56
C:A (5:1)	1,18%	666,34%	368,32%	54,33%	48,81%	0:51:24	1:01:19	0:00:40	0:00:58
C:A (6:1)	2,36%	454,30%	262,23%	62,45%	59,52%	0:50:42	0:48:14	0:00:15	0:00:17
Perbandingan WSC : Alginat (C:A) + SDS									
C:A (2:1) + SDS	0,72%	207,47%	276,41%	87,82%	65,49%	1:22:00	1:52:40	0:08:35	0:09:01
C:A (3:1) + SDS	1,88%	352,56%	89,60%	92,24%	68,69%	0:52:36	0:57:11	0:03:09	0:04:46
C:A (4:1) + SDS	1,67%	339,52%	150,81%	97,37%	73,59%	0:41:18	0:44:07	0:00:05	0:00:06
C:A (5:1) + SDS	3,35%	294,11%	264,67%	88,27%	71,47%	1:13:52	0:50:52	0:03:33	0:02:10
C:A (6:1) + SDS	1,32%	88,52%	82,50%	76,72%	85,48%	1:30:08	0:43:13	0:00:23	0:01:16



Gambar 4. 13 Spektra IR kapsul WSC:Alginate dan kapsul WSC:Alginate+SDS

Tabel 4. 11 Perbandingan puncak spektra IR antara kapsul WSC:Alginate dan WSC:Alginate+SDS

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		
	Literatur (Bahar, dkk., 2012 dan Amani, dkk., 2011)	Kapsul WSC:Alginate	Kapsul WSC:Alginate+ SDS
		Hasil Sintesis	Hasil Sintesis
-OH	3446	3483	3446
CH sp <sup>3</sup>	2934	2926	2926
C=O	1614	1633	1635
Na dalam isomer alginat	1415	1464	1462
-SO <sub>2</sub> asimetris	1261	-	1273
-SO <sub>2</sub> simetris	1076	-	1072

Pada uji keseragaman bobot, baik kapsul WSC:Alginat maupun WSC:Alginat+SDS, semuanya lolos standar keseragaman bobot yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia. Keseragaman bobot terbaik terdapat pada kapsul WSC:Alginat (2:1).

Pada uji *swelling*, kapsul hasil sintesis dibandingkan dengan kapsul komersial. Dari hasil uji *swelling*, kapsul yang memiliki derajat *swelling* dalam air yang paling mendekati kapsul komersial adalah kapsul WSC:Alginat (2:1), yaitu sebesar 84,45% dalam waktu 40 menit dan kapsul yang memiliki derajat *swelling* dalam larutan HCl 0,1 yang paling mendekati kapsul komersial yaitu kapsul WSC:Alginat (6:1)+SDS yaitu sebesar 82,50% dalam waktu 40 menit. Perbedaan nilai derajat *swelling* antar variasi kapsul, dapat dimanfaatkan sesuai aplikasinya. Kapsul yang memiliki derajat *swelling* kecil, dapat digunakan sebagai obat maag dan kapsul yang memiliki derajat *swelling* besar dapat dimanfaatkan sebagai kapsul pembungkus obat untuk kebutuhan sistem pencernaan di usus.

Pada uji degradasi, kapsul hasil sintesis dibandingkan dengan kapsul komersial. Dari hasil uji degradasi menunjukkan bahwa kapsul yang memiliki persentase degradasi dalam air yang paling mendekati kapsul komersial adalah kapsul WSC:Alginat (4:1)+SDS yaitu sebesar 97,37% dalam waktu 30 menit. Sedangkan dalam larutan HCl 0,1 N, kapsul yang memiliki persentase degradasi paling mendekati kapsul komersial adalah kapsul WSC:Alginat (6:1)+SDS yaitu sebesar 85,48% dalam waktu 30 menit.

Pada uji kelarutan, semua jenis kapsul hasil sintesis lolos standar kelarutan yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia. Menurut Farmakope Indonesia, kapsul sebagai material pembungkus obat harus larut minimal 15 menit dalam air dan minimal 5 menit dalam larutan HCl 0,1 N. Baik kapsul

WSC:Alginat maupun WSC:Alginat+SDS, memiliki waktu larut lebih dari 15 menit dalam air dan lebih dari 5 menit dalam larutan HCl 0,1 N, seperti yang terlihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11. Kapsul yang memiliki kelarutan dalam air paling cepat yaitu kapsul WSC:Alginat (4:1) yaitu selama 40 menit 31 detik. sedangkan dalam larutan HCl 0,1 N adalah kapsul WSC:Alginat (6:1)+SDS yaitu selama 43 menit 13 detik.

Pada uji rilis obat, kapsul hasil sintesis dibandingkan dengan kapsul komersial. Kapsul yang memiliki waktu rilis obat dalam air yang paling mendekati kapsul komersial yaitu kapsul WSC:Alginat (6:1)+SDS yaitu selama 23 detik. Sedangkan kapsul yang memiliki waktu rilis obat dalam larutan HCl 0,1 N yang paling mendekati kapsul komersial yaitu kapsul WSC:Alginat (3:1) yaitu selama 1 menit 6 detik.

Dari hasil beberapa uji tersebut, menunjukkan bahwa kapsul WSC:Alginat+SDS mempunyai sifat fisik yang lebih baik daripada kapsul WSC:Alginat. Hal tersebut ditunjukkan oleh adanya beberapa variasi kapsul WSC:Alginat+SDS yang memiliki hasil uji paling mendekati kapsul komersial dan lolos standar Farmakope Indonesia. Namun, kapsul WSC:Alginat memiliki penampilan fisik yang lebih baik daripada kapsul WSC:Alginat+SDS. Kapsul WSC:Alginat memiliki tampilan yang lebih halus dan lebih rapi daripada kapsul WSC:Alginat+SDS. Hal tersebut disebabkan karena penambahan SDS ke dalam campuran WSC:Alginat membuat gelembung udara yang terjebak di dalam larutan kapsul menjadi lebih banyak. Sehingga kapsul WSC:Alginat+SDS yang terbentuk memiliki permukaan yang tidak rata.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kitosan larut air yang dikombinasikan dengan alginat dengan dan tanpa penambahan SDS dapat digunakan sebagai bahan alternatif pada pembuatan cangkang kapsul keras yang dapat menggantikan cangkang kapsul keras berbahan dasar gelatin.

Uji keseragaman bobot dan uji kelarutan menunjukkan bahwa kapsul kitosan larut air lolos standar keseragaman bobot dan standar waktu kelarutan minimum yang ditetapkan oleh Farmakope Indonesia.

Uji *swelling* menunjukkan bahwa kapsul kitosan larut air memiliki derajat *swelling* yang lebih besar daripada kapsul komersial. Derajat *swelling* terbaik dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing sebesar 84,45% dan 82,50%.

Uji degradasi menunjukkan bahwa kapsul kitosan larut air memiliki persentase degradasi lebih kecil dibandingkan dengan kapsul komersial. Persentase degradasi terbaik dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing sebesar 97,37% dan 85,48%.

Uji waktu rilis obat menunjukkan bahwa kapsul kitosan larut air memiliki waktu rilis obat yang tidak jauh berbeda dari kapsul komersial. Uji rilis obat terbaik dalam air dan larutan HCl 0,1 N masing-masing adalah 23 detik dan 1 menit 6 detik.

Berdasarkan sifat-sifat tersebut, dapat disimpulkan bahwa kapsul berbahan dasar kitosan larut air (WSC) memenuhi standar Farmakope Indonesia. Tetapi, dari penampakan fisik atau tekstur, kapsul yang paling baik dan mendekati kapsul komersial adalah kapsul WSC:Alginat 2:1.

## **5.2    Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan jenis surfaktan yang berbeda agar kapsul yang dihasilkan memiliki bentuk yang lebih baik.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amani, E., Mayyas, A. R., Nidal, Q., Asim, F., Khaldoun, A. A. dan Badwan, A. A. (2011). *Chitosan-Sodium Lauryl Sulfate Nanoparticles as a Carrier System for the In Vivo Delivery of Oral Insulin*. *AAPS PharmSciTech*, Vol. 12(3):958.
- Angka, S. dan Suhartono, M. T. (2000). *Bioteknologi Hasil Laut*. Bogor : Pusat Pengkajian Sumberdaya dan Pesisir Lautan. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- Ansel, H. (2005). *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi Edisi Keempat*. UI Press:Jakarta.
- Badan Pusat Statistika. (2007). *Data Ekspor Impor Indonesia*. Badan Pusat Statistika. Jakarta.
- Bahar, R., Arief, A. dan Sukriadi. (2012). *Daya Hambat Ekstrak Alga Coklat (Sargassum sp.) terhadap Pertumbuhan Bakteri Escherichia coli*. *Journal of Marine and Coastal Science*, Vol.1(2):53-60.
- Balley, J.E. dan Ollis, D.F. (1977). *Biochemical Engineering Fundamental*. Mc. Graw Hill Kogakusha, Itd:Tokyo.
- Bastman, S. (1989). *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn Shells*. Thesis. The Departement of Mechanical Manufacturing. Aenautical and Chemical Engineering. The Queen's University.
- Belitz, H.D., Grosch, W. dan Schieberle, P. (2009) *Food Chemistry 4th Revised and Extended Edition*. Berlin : Springer.
- Bernd, H.A.R. (2009) *Alginates : Biology and Applications*. Berlin : Springer.

- Buana, E. S., Dwi, L. dan Asnawati. (2014). *Pengaruh Penambahan Surfaktan Anionik Sodium Dodesil Sulfat terhadap Karakteristik Film Selulosa Asetat*. *Berkata Sainstek*, Vol. 2:49-53.
- Chang, L. B., Ming, C. T. dan Cheng, F. H. (2001). *Kinetics and Products of the Degradation of Chitosan by Hydrogen Peroxide*. *J. Agric. Food Chem*, Vol. 49:4845-4851.
- Chen, Y., Zhao, H., Liu, X., Li, Z., Liu, B., Wu, J., Shi, M., Norde, W. dan Li, Y. (2016). *TEMPO-oxidized Konjac Glucomannan as Appliance for the Preparation of Hard Capsules*. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 143:262-269.
- Cho, Y. W., Jang, J., Park, C. R. dan Ko, S. W. (2000). *Preparation and Solubility in Acid and Water of Partially Deacetylated Chitins*. *Biomacromolecules*, Vol. 1(4):609-614.
- Departemen Kesehatan RI (1995). *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta:Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan RI (2015). *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta:Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Devega, W. (2018). *Pembuatan Film Kapsul dari Kitosan Larut Air dengan Penambahan Sodium Dodesil Sulfat (SDS)*. Skripsi. Departemen Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Du, Y., Zhao, Y., Dai, S. dan Yang, B. (2009). *Preparation of Water Soluble Chitosan from Shrimp Shell and Its Antibacterial Activity*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Vol. 10(1):103-107.
- Eveline, Santoso, J. dan Widjaja, I. (2011). *Kajian Konsentrasi dan Rasio Gelatin dari Kulit Ikan Patin*

- dan Kappa Karagenan pada Pembuatan Jeli. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. Vol. 14(2):98-105.
- Feng, T., Yu, L. Keao, H. dan Binyuan, Z. (2003). *The Depolymerization Mechanism of Chitosan by Hydrogen Peroxide*. *Journal of Materials Science*, Vol. 38:4709-4712.
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. (1986). *Kimia Organik Edisi Ketiga*. Erlangga : Jakarta.
- Floreau-Spiroiu, M., Achimescu, D., Stanculescu, I., Purica, M., Gavrilă, R. dan Peretz, S. (2013). *Anti-fog Chitosan/Sodium Lauryl Ether Sulfate Film*. *Bull*, Issue 70:3350-3316.
- Gelatin Manufactures Institute of America. (2012). *Gelatin Handbook*. Gelatin Manufactures of Amerika, USA.
- Giwangkara, S. E. G. (2006). *Aplikasi Logika Syaraf Fuzzy pada Analisis Sidik Jari Minyak Bumi Menggunakan FTIR*. Sekolah Tinggi Energi dan Mineral. Cepu. Jawa Tengah.
- Goosen, M. F. A. (1997). *Application of Chitin and Kitosan*. USA : Technomich.
- Gyline, O., Razmūtė, I., Tarozaitė, R. dan Nivinskiene, O. (2003). *Chemical Composition and Sorption Properties of Chitosan Produced from Fly Larva Shells*. *Chemija Vilnius*, Vol.14(3):121-127.
- Hargono, Abdullah dan Sumantri, I. (2008). *Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*. *Reaktor*, Vol. 12(1):53-57.

- Hariyanto, Tazwir, Paranginangin, R. (2008). *Studi Teknik Pengeringan Gelatin Ikan dengan Alat Pengering Kabinet. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, Vol. 3(1):89-96.
- Harmami, Ulfin, I., Sakinah, A. H. dan Ni'mah, Y.L. (2019) *Water-soluble Chitosan from Shrimp and Mussel Shells as Corrosion Inhibitor on Tinplate in 2% NaCl. Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, Vol. 15(2):212-217.
- Hartomo, J. A. (1986). *Penyidikan Spektrometric Senyawa Organik Edisi Keempat*. Jakarta:Erlangga.
- Inukai, M., dan Masakatsu, Y. (1999) *Effect of Charge Density on Drug Permeability Through Alginate Gel Membranes. Chem. Pharm. Bul.* Vol. 47(8):1059-1063.
- Jannah, A. (2008). *Gelatin*. UIN Malang Press:Malang.
- Junianto, Hactami, K. dan Maulina, I. (2013). *Karakteristik Cangkang Kapsul yang Terbuat dari Gelatin Tulang Ikan. Jurnal Aktuaria*, Vol. 4(1):46-56.
- Kahya, N. (2018). *Water Soluble Chitosan Derivates and Their Biological Activities : A Review*, Vol. 4(2):16.
- Karimah, M. (2016). *Pembuatan dan Karakterisasi Kapsul Pati-Alginat dari Ekstraksi Rumpuk Laut Coklat (Sargassum sp.) sebagai Material Drug Delivery System*. Skripsi. Departemen Kimia Universitas Airlangga.
- Kristanto, W. (2014). *Komposit Alginat-Karaginan dari Alga Merah (Euचेuma spinosom) sebagai Material Drug Delivery*. Skripsi. Departemen Kimia Universitas Airlangga.

- Kubota, N., Tatsumoto, N., Sano, T. dan Toya, K. (2000). *A Simple Preparation of Half N-acetylated Chitosan Highly Soluble in Water and Aqueous Organic Solvents. Carbohydrate Research*, Vol. 324(4):268-274.
- Lachman, L., Lieberman, H. A. dan Karig, J. L. (1994). *Teori dan Praktek Farmasi Industri Edisi Ketiga Terjemahan : S. Suyatmi*. Universitas Indonesia Press : Jakarta.
- Lee, K.Y. dan Mooney, D. J. (2012). *Alginate : Properties and Biomedical Applications, Progress in Polymer Science*, Vol. 37(1):106-126.
- Lestari, P. I., Ulfan, I., Harmami, Suprpto, dan Ni'mah, Y. L. (2018) *Water-soluble Chitosan from Waste Swimming Crab Shell (Portunus pelagicus)*. *AIP Conference Proceedings*, 2049 (1) 020085
- Li, J., Du, Y., Yang, J., Feng, T., Li, A. dan Cheng, P. (2005). *Preparation and Characterization of Low Molecular Weight Chitosan and Chito-oligomers by a Commercial Enzyme. Polymer Degradation and Stability*, Vol. 87:441-448.
- Li, L., Wang, L., Shao, Y., Ni, R., Zhang, T. dan Mao, S. (2013). *Drug Release Characteristics from Chitosan-Alginate Matrix Tablets Based on the Theory of Self-assembled Film. International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 450(1):197-207.
- Mao, S., Sun, W. dan Kissel, T. (2010). *Chitosan-based Formulations for Delivery of DNA and siRNA, Advanced Drug Delivery Reviews*, Vol. 62(1):12-27.
- Martinez-Ruvalcaba, A., Sanchez-Diaz, J C., Becarra, F., Cruz-Barba, L. E. dan Gonzales-Alvarez, A. (2009). *Swelling Characterization and Drug Delivery Kinetics*

*of Polyacryamide-co-itaconic Acid/Chitosan Hydrogels. Express Polymer Letter, Vol. 3:25-32.*

- Mekawati, F. E. dan Sumardjo, D. (2000). *Aplikasi Kitosan Hasil Transformasi Kiton Limbah Udang (Penaeus merguensis) untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal. Jurnal Science and Matematika. FMIPA Undip. Semarang, Vol. 8(2):51-54.*
- Murobbiyatul, W. (2016). *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Sodium Alginat-Karaginan dengan Crosslinker CaCl<sub>2</sub> dan Plasticizer Gliserol sebagai Material Drug Release. Skripsi. Departemen Kimia Universitas Airlangga.*
- Nather, A. dan Zameer, A. (2005). *Bone Grafts and Bone Substitutes—Basic Science and Clinical Applications. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.*
- Ni'mah, Y. L., Harmami, Ulfin, I., Suprpto dan Saleh, C. W. (2019). *Water-soluble Chitosan Preparation from Marine Sources. Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences, Vol. 15(2):159-163.*
- Pambudi, G. B. R., Ulfin, I., Harmami, Suprpto, Kurniawan, F. dan Ni'mah, Y. L. (2018) *Synthesis of Water-soluble Chitosan from Crab Shells (Scylla serrata) Waste. AIP Conference Proceedings, 2049 (1) 020086*
- Qin, C., Du, Y., Zong, L., Zeng, F., Liu, Y. dan Zhou, B. (2003). *Effect of Hemicellulase on the Molecular Weight and Structure of Chitosan. Polymer Degradation and Stability, Vol. 80(3):453-441.*
- Roncal, T., Oviedo, A., De Armentia, I. L., Fernandez, L. dan Villaran, M. C. (2007). *High Yield Production of Monomer-free Chitosan Oligosaccharides by Pepsin Catalyzed Hydrolysis of A High Deacetylation Degree*

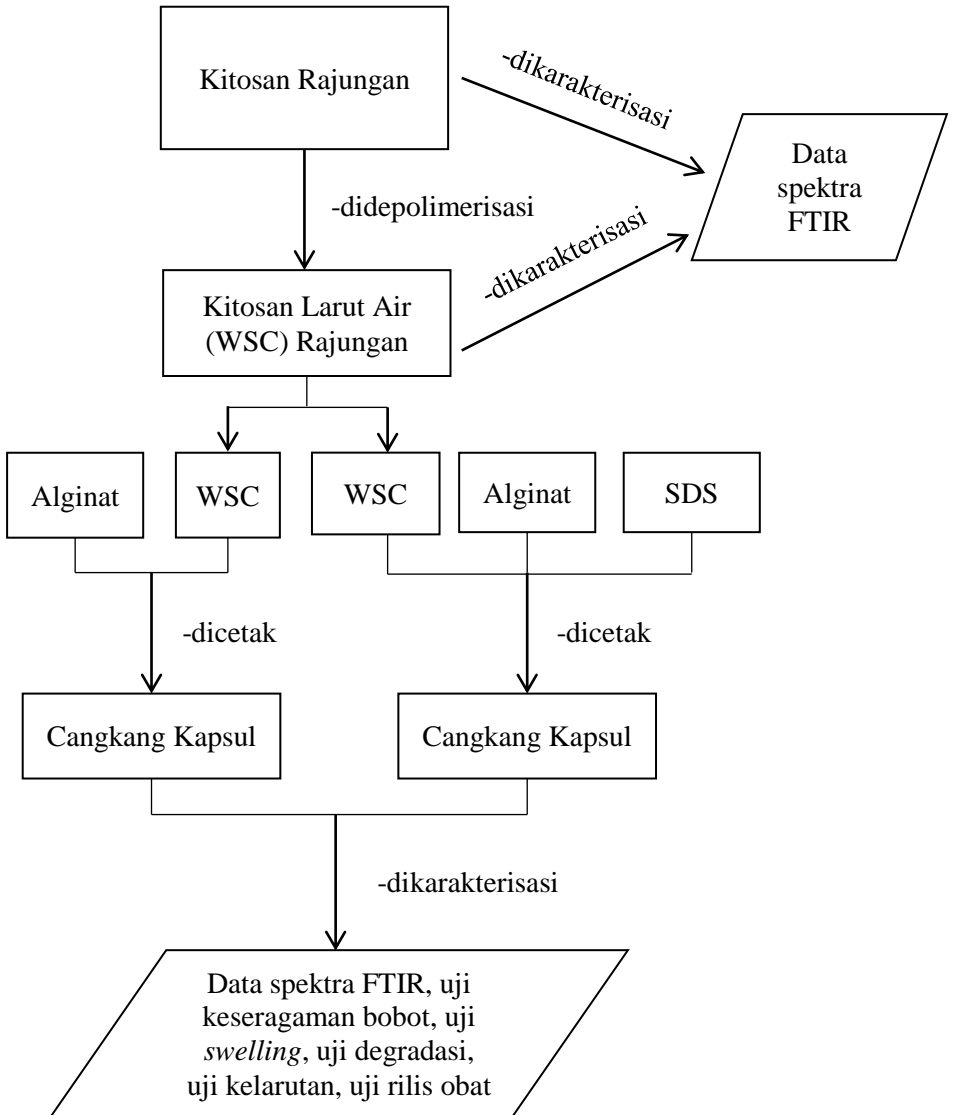
- Chitosan. Carbohydrate Research*, Vol. 342(18):2750-2756.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J. dan Cook, W. G. (2012). *Handbook of Pharmaceutical Excipients Seventh Edition*. Pharmaceutical Press : London
- Salager, J. L. (2002). *Surfactans Types and Uses*. De los Andes University. Venezuela.
- Saleh, C. W., Harmami dan Ulfin, I. (2017). *Pengendalian Korosi Menggunakan Inhibitor Kitosan Larut Air untuk Baja Lunak dalam Media HCl 1 M*. *e-Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol 6 (1).
- Smith, R. (2005). *Biodegradable Polymers for Industrial Application*. Cambridge England : CRC Press.
- Snyman, D., Hamman, J. H., Kotze, J. S., Rolling, J. E. dan Kotze, A. F. (2002). *The Relationship Between the Absolute Molecular Weight and the Degree of Aquaternisation of N-trimethyl Chitosan*. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 50(2):145-150.
- Syamsuni, H. A. (2013). *Ilmu Resep*. Penerbit Buku Kedokteran EGC : Jakarta.
- Therno, N. (2001). *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Thermonicolet Corporation. USA.
- Tiany, H. K. (2018). *Pembuatan Membran Kapsul Halal dari Kitosan Larut Air dengan Penambahan Sodium Lauril Eter Sulfat (SLES)*. Skripsi. Departemen Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Widia, R. (2018). *Konjac Glucomannan-Agar-Gliserin sebagai Biopolimer Hard Capsule*. Tesis. Departemen Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Xia, Z., Wu, S. dan Chen, J. (2013). *Preparation of Water Soluble Chitosan by Hydrolysis Using Hydrogen Peroxide. International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 59:242-245.
- Yusharani, M. S., Stenley, Harmami, Ulfin, I. dan Ni'mah, Y. L. (2019). *Synthesis of Water-soluble Chitosan from Squid Pens Waste as Raw Material for Capsule Shell: Temperature Deacetylation and Reaction Time. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 509 (1) 012070.
- Zhanjiang, F. (1990) *Training Manual of Gracilaria Culture and Processing In China, Regional Seafarming Development*.
- Zhao, F., Yin, Y., Lu, W., Leong, J., Zhang, W., Zhang, J., Zhang, M. dan Kangde, K. (2002). *Preparation and Histological Evaluation of Biomimetic Three-dimensional Hydroxyapatite/Chitosan-gelation Network Composite Scaffolds. Biomaterials*, Vol. 23:3227-3234.
- Zhu, L. Y., Lin, D. Q. dan Yao, S. J. (2010). *Biodegradation of Polyelectrolyte Complex Films Composed of Chitosan and Sodium Cellulose as the Controllable Release Carrier. Carbohydrate Polymer*, Vol. 82:323-328.

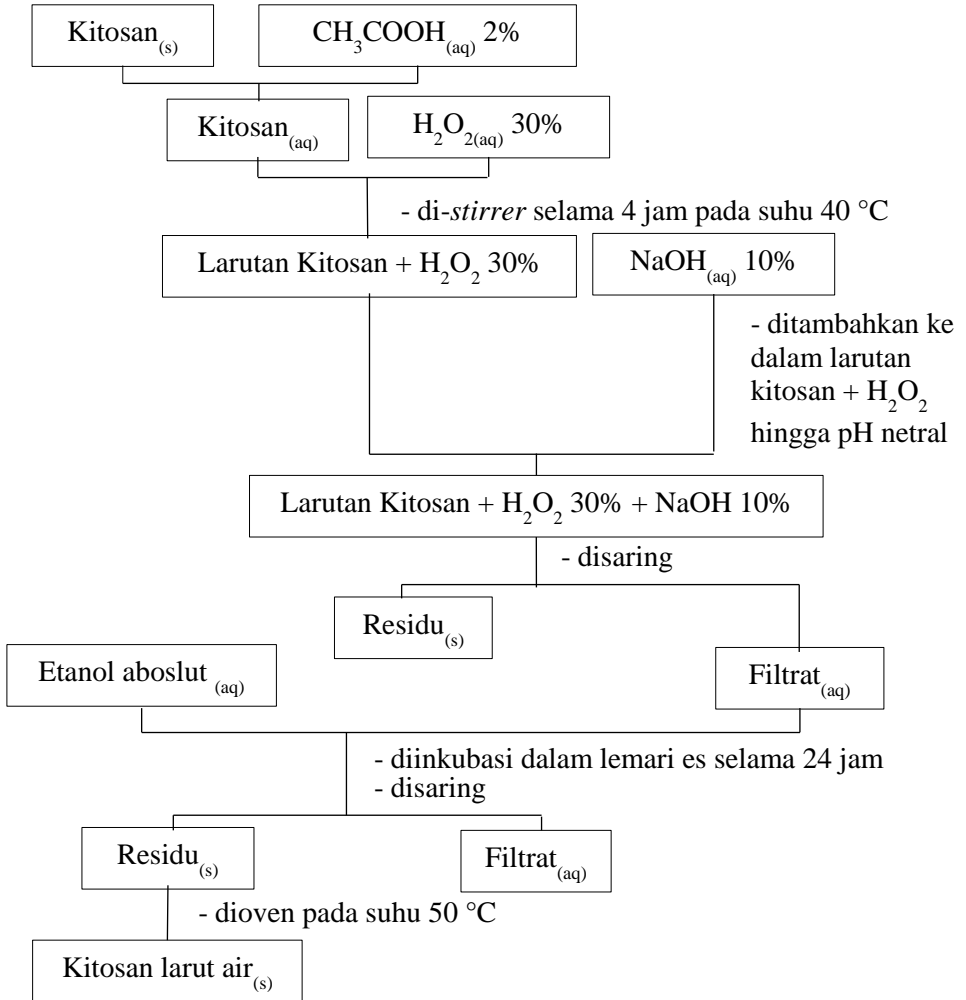


## LAMPIRAN

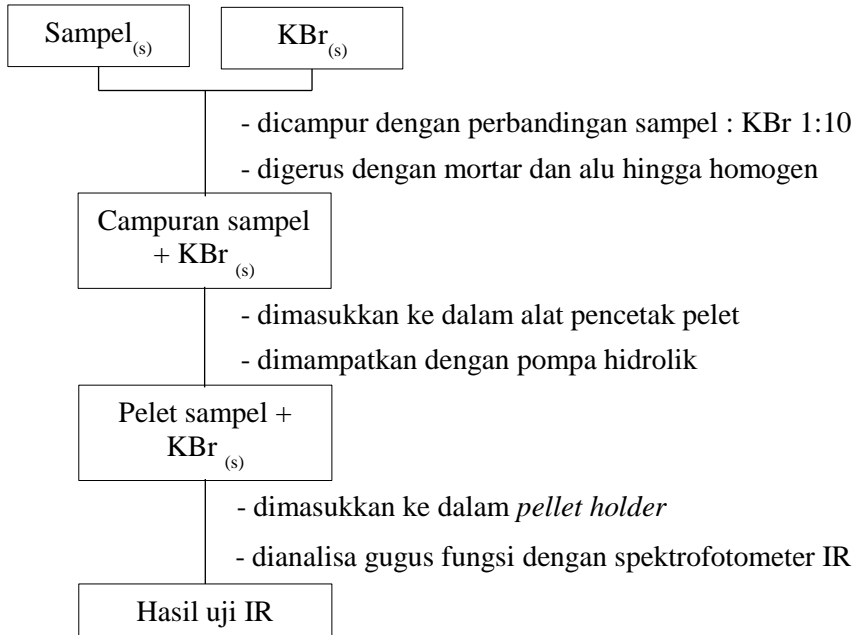
### A. Skema Kerja



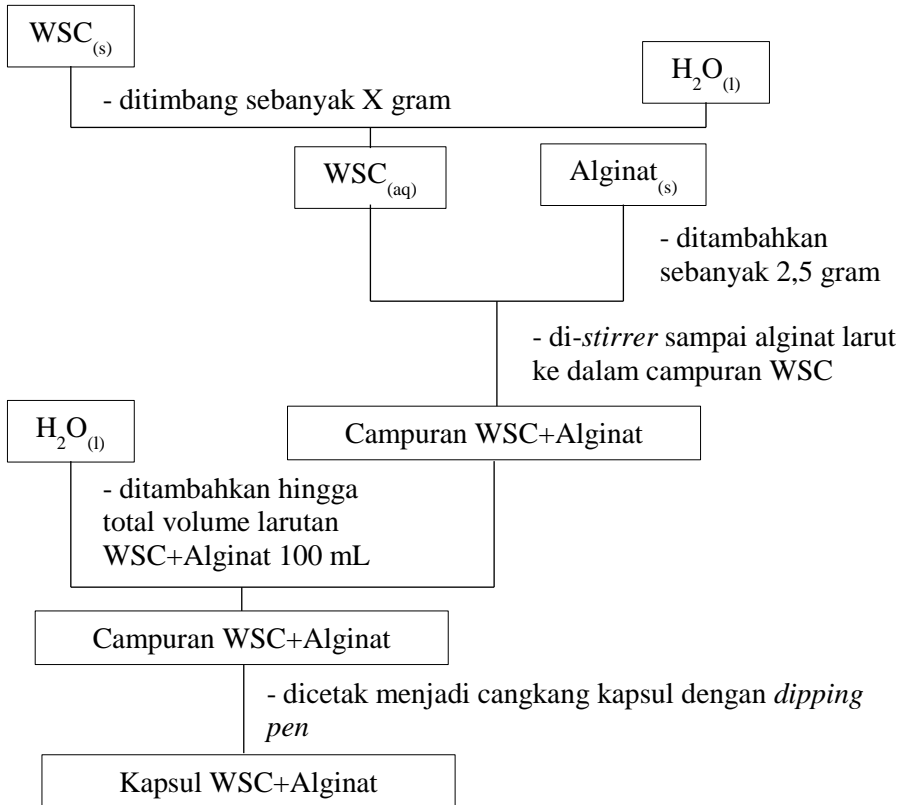
## A.1 Sintesis Kitosan Larut Air



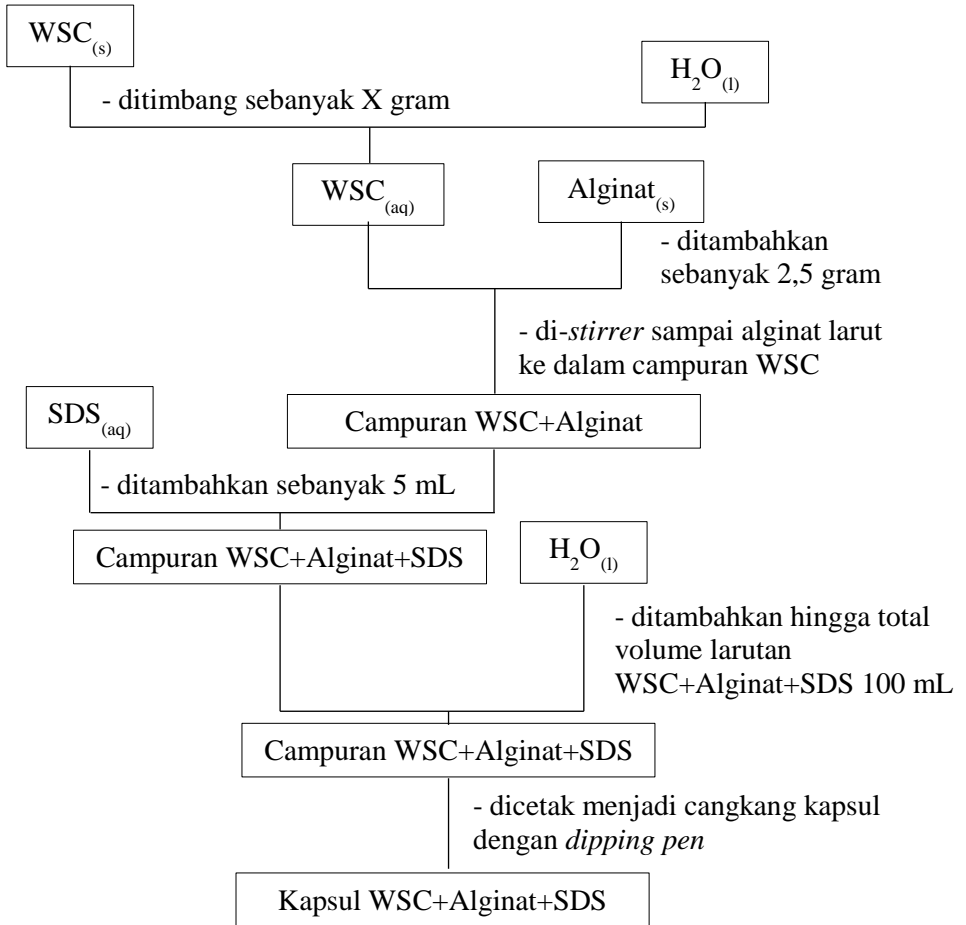
## A.2 Karakterisasi FTIR Kitosan Rajungan dan WSC Rajungan



### A.3 Pembuatan Kapsul WSC:Alginat

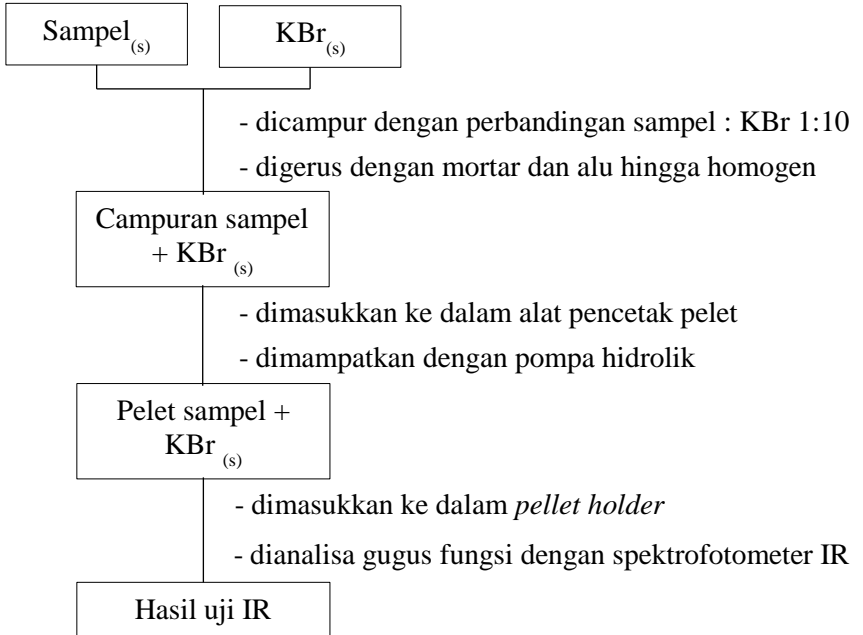


#### A.4 Pembuatan Kapsul WSC:Alginat + SDS

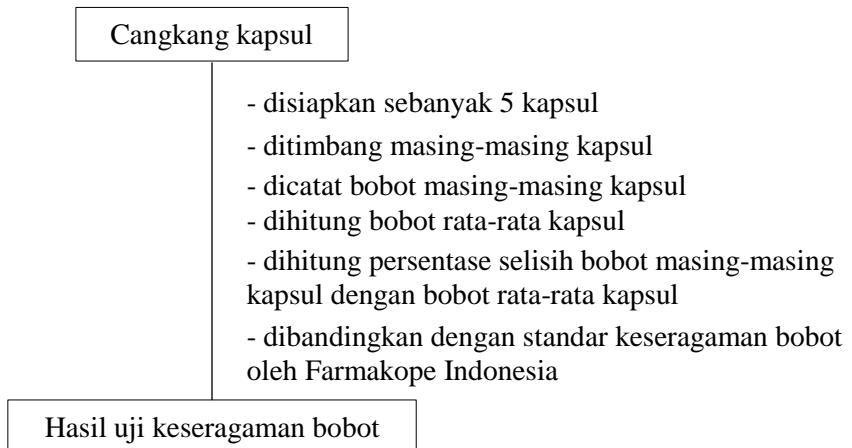


## A.5 Karakterisasi Kapsul

### A.5.1 Uji FTIR

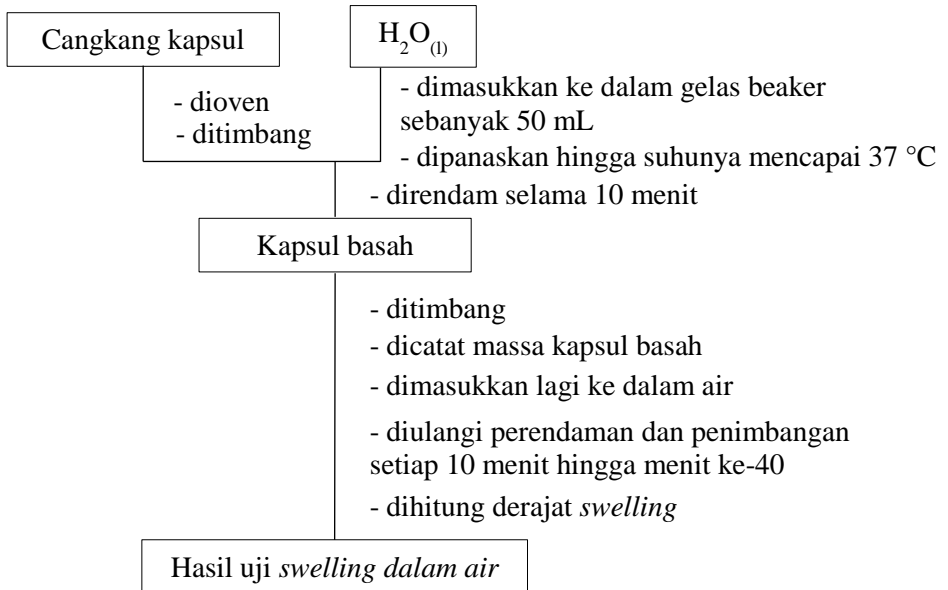


### A.5.2 Uji Keseragaman Bobot

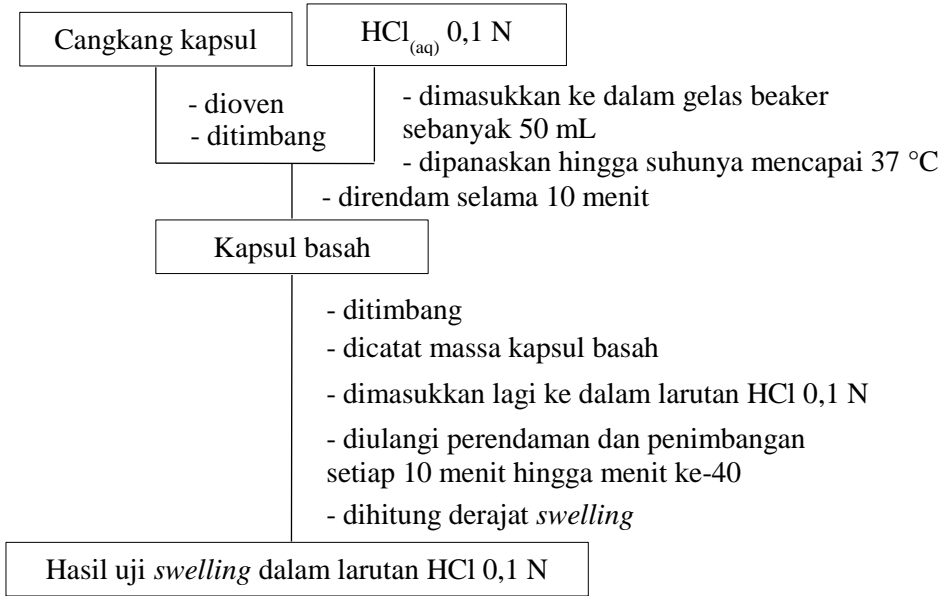


### A.5.3 Uji *Swelling*

- **Dalam air**



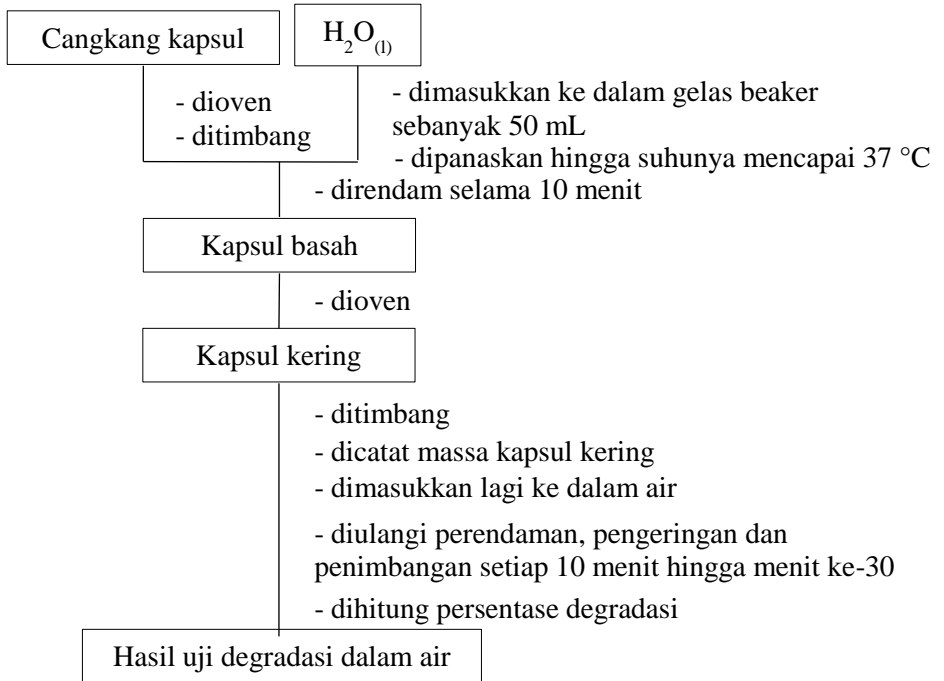
• **Dalam Larutan HCl 0,1 N**



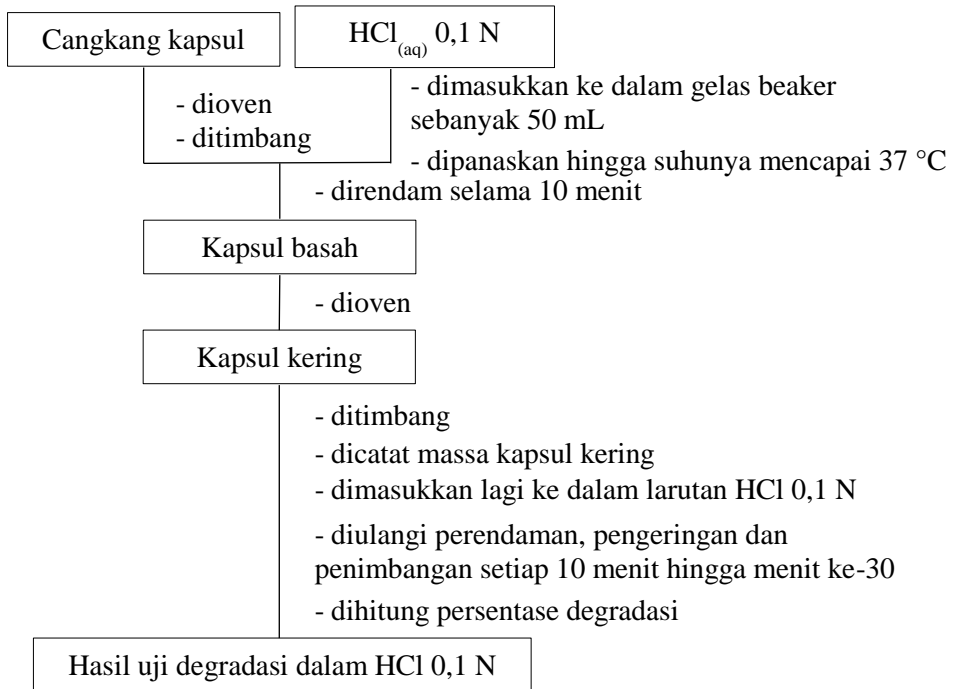


## A.5.4 Uji Degradasi

- **Dalam Air**

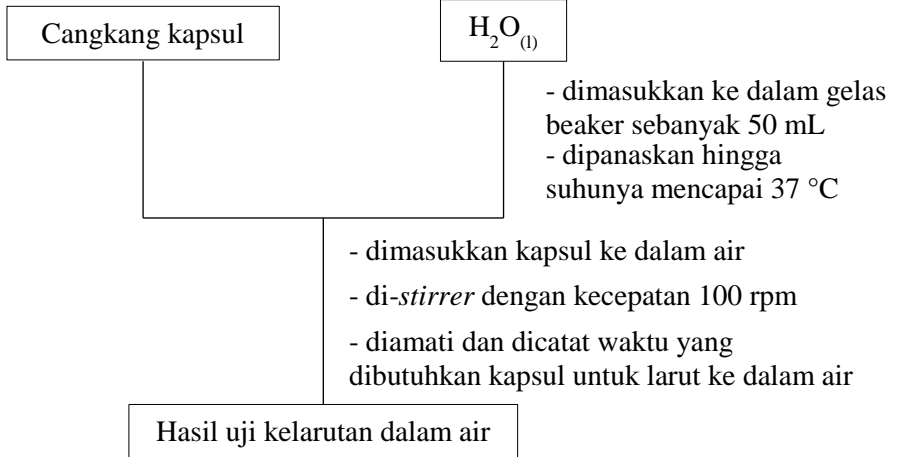


• **Dalam Larutan HCl 0,1 N**

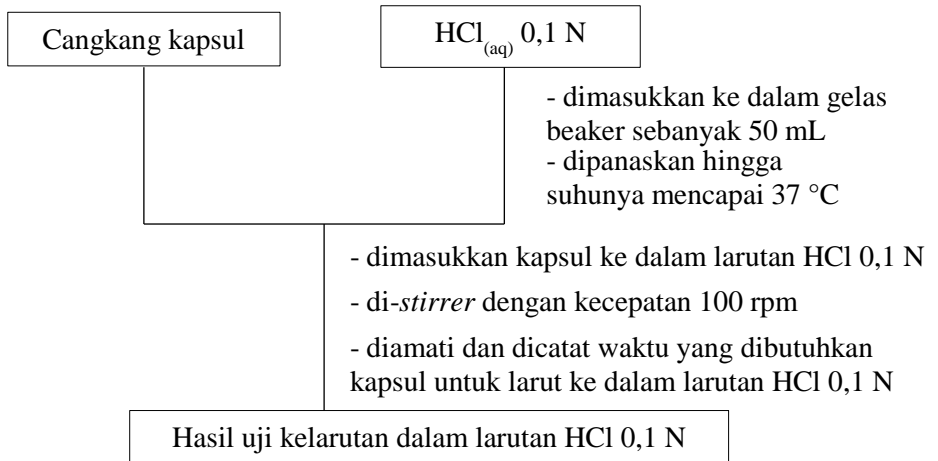


### A.5.5 Uji Kelarutan

- **Dalam Air**

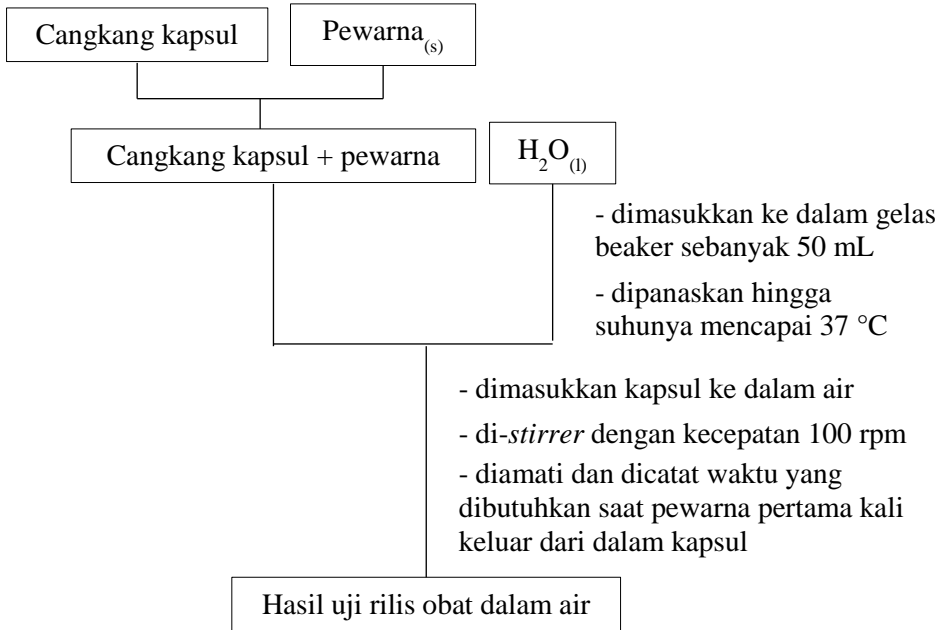


- **Dalam Larutan HCl 0,1 N**

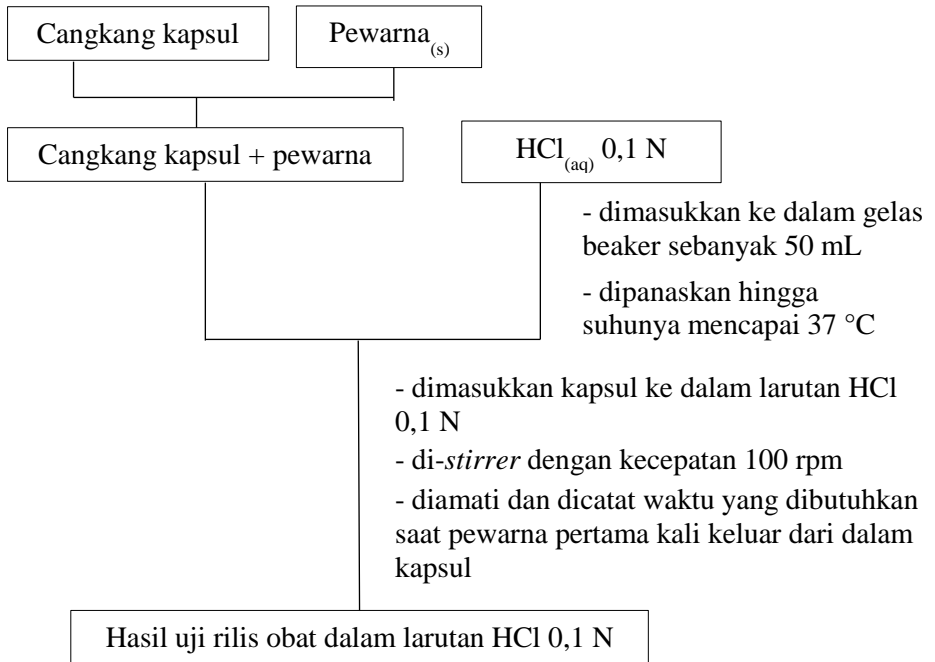


### A.5.6 Uji Rilis Obat

- Dalam Air



• **Dalam Larutan HCl 0,1 N**



## B. Pembuatan Larutan

### B.1 Pembuatan Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 2% (v/v) dari $\text{CH}_3\text{COOH}$ 100%

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$100\% \times V_1 = 2\% \times 500 \text{ mL}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Artinya, untuk membuat larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  2% sebanyak 500 mL dibutuhkan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  100% sebanyak 10 mL yang kemudian diencerkan dengan aquademin dalam labu ukur 500 mL.

### B.2 Pembuatan Larutan $\text{NaOH}$ 10% (w/v) dari $\text{NaOH}$ Pelet

Larutan  $\text{NaOH}$  10% (w/v) artinya 10 gram  $\text{NaOH}$  pelet dalam 100 mL larutan. Sehingga, untuk membuat larutan  $\text{NaOH}$  10% (w/v) sebanyak 1000 mL, dibutuhkan  $\text{NaOH}$  pelet sebanyak:

$$\frac{10 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = \frac{m}{1000 \text{ mL}}$$

$$m = 100 \text{ g}$$

Artinya, untuk membuat larutan  $\text{NaOH}$  10% (w/v) sebanyak 1000 mL dibutuhkan  $\text{NaOH}$  pelet sebanyak 100 gram yang kemudian dilarutkan dengan aquademin dalam labu ukur 1000 mL.

### B.3 Pembuatan Larutan Buffer Asetat pH 5

Larutan buffer asetat pH 5 dibuat dengan cara mencampurkan 500 mL larutan natrium asetat 3% (w/v) dengan 500 mL larutan asam asetat 0,1 M.

- Pembuatan larutan natrium asetat 3% (w/v)

Larutan natrium asetat 3% (w/v) artinya 3 gram padatan natrium asetat dalam 100 mL larutan. Sehingga, untuk membuat larutan natrium asetat 3% (w/v) sebanyak 500 mL, dibutuhkan padatan natrium asetat sebanyak:

$$\frac{3 \text{ g}}{100 \text{ mL}} = \frac{m}{500 \text{ mL}}$$

$$m = 15 \text{ g}$$

Artinya, untuk membuat larutan natrium asetat 3% (w/v) sebanyak 500 mL dibutuhkan padatan natrium asetat sebanyak 15 gram yang kemudian dilarutkan dengan aquademin dalam labu ukur 500 mL.

- Pembuatan larutan asam asetat 0,1 M

Diketahui :  $\rho \text{ CH}_3\text{COOH } 100\% = 1,05 \text{ g/mL}$

$$M_r \text{ CH}_3\text{COOH} = 60,05 \text{ g/mol}$$

$$M = \frac{m_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{M_r_{\text{CH}_3\text{COOH}}} \times \frac{1}{V}$$

$$0,1 \text{ M} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{60,05 \text{ g/mol}} \times \frac{1}{0,5 \text{ L}}$$

$$m \text{ CH}_3\text{COOH} = 3,0025 \text{ gram}$$

Densitas ( $\rho$ )  $\text{CH}_3\text{COOH } 100\%$  adalah  $1,05 \text{ g/mL}$ , maka volume  $\text{CH}_3\text{COOH } 100\%$  yang dibutuhkan yaitu sebanyak:

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{m_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{\rho_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{3,0025 \text{ gram}}{1,05 \text{ gram/mL}}$$

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 2,85 \text{ mL}$$

Sehingga, untuk membuat larutan asam asetat 0,1 M sebanyak 500 mL dilakukan dengan cara mengencerkan larutan asam asetat glasial sebanyak 2,85 mL dalam labu ukur 500 mL.

Setelah 500 mL larutan natrium asetat 3% dan 500 mL larutan asam asetat 0,1 M siap, maka kedua larutan tersebut dicampur dan dikocok hingga homogen. Larutan buffer asetat yang terbentuk kemudian dicek pH dengan indikator universal untuk memastikan bahwa pH larutan buffer adalah 5.

#### **B.4 Pembuatan Larutan SDS 0,08% (w/v) dalam Buffer Asetat pH 5**

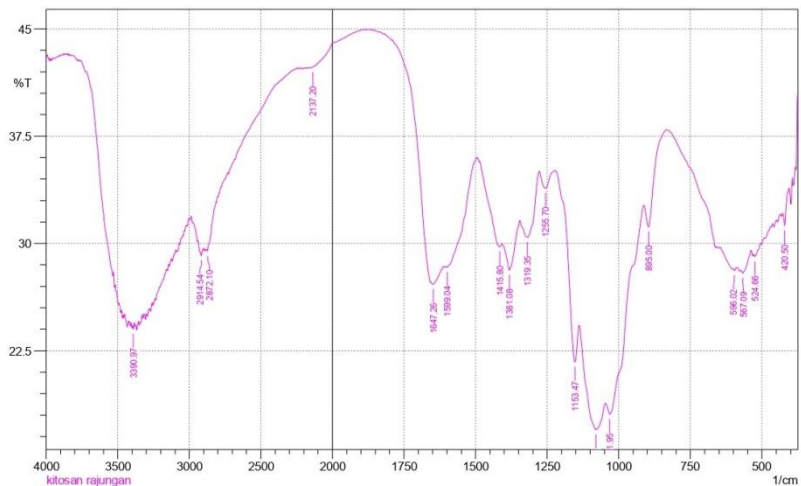
Larutan SDS 0,08% (w/v) artinya 0,08 gram padatan SDS dalam 100 mL larutan. Pelarut yang digunakan adalah larutan buffer asetat pH 5.

Sehingga, untuk membuat larutan SDS 0,08% (w/v) sebanyak 100 mL dibutuhkan padatan SDS sebanyak 0,08 gram yang kemudian dilarutkan dengan larutan buffer asetat pH 5 dalam labu ukur 100 mL.



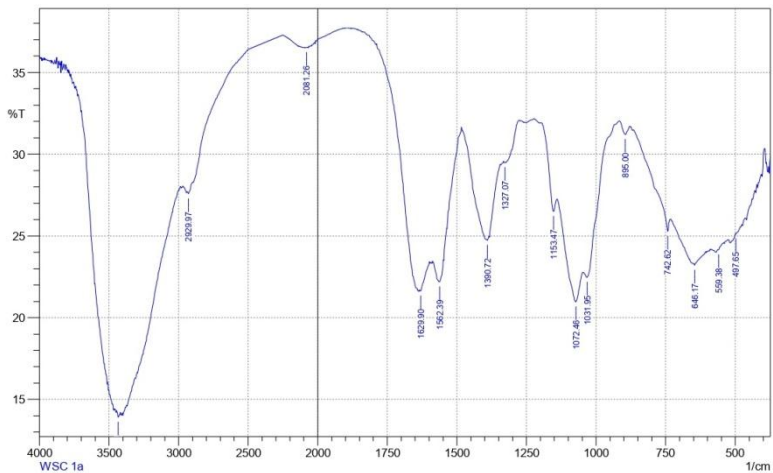
## C. Hasil Uji FTIR

### C.1 Kitosan Rajungan



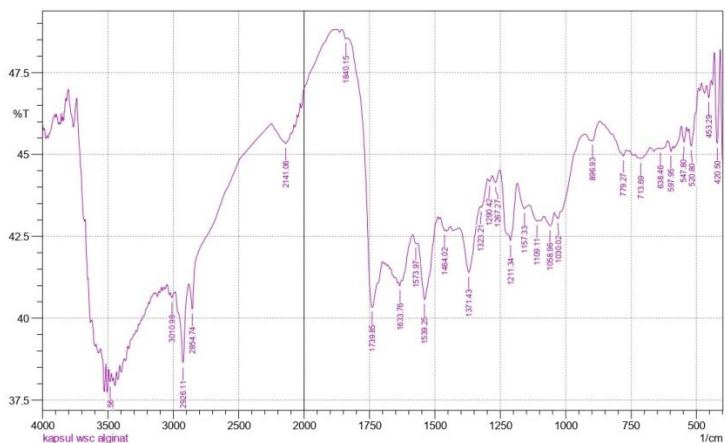
	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	420.5	31.237	1.464	428.21	405.06	11.3	0.149
2	524.66	29.062	0.301	528.51	505.37	12.294	0.061
3	567.09	27.939	0.409	572.88	538.16	18.933	0.167
4	596.02	28.111	0.141	599.88	586.38	7.418	0.012
5	895	31.176	2.678	912.36	835.21	35.382	0.704
6	1031.95	18.074	2.182	1045.45	914.29	81.473	2.557
7	1080.17	16.986	3.819	1136.11	1047.38	64.544	4.915
8	1153.47	21.699	4.561	1222.91	1138.04	46.439	1.707
9	1255.7	33.861	1.204	1276.92	1224.84	24.103	0.404
10	1319.35	30.438	2.471	1344.43	1278.85	32.731	1.428
11	1381.08	28.132	2.516	1406.15	1346.36	31.694	1.106
12	1415.8	29.778	0.753	1492.95	1408.08	41.54	0.481
13	1599.04	28.33	0.325	1602.9	1494.88	54.162	0.87
14	1647.26	27.15	0.347	1654.98	1612.54	23.689	0.137
15	2137.2	42.319	0.023	2139.13	2021.47	43.32	0.131
16	2872.1	29.438	0.454	2877.89	2812.31	33.296	0.135
17	2914.54	29.141	0.355	2924.18	2904.89	10.273	0.045
18	3390.97	24.019	0.319	3394.83	3383.26	7.127	0.03

## C.2 WSC Rajungan



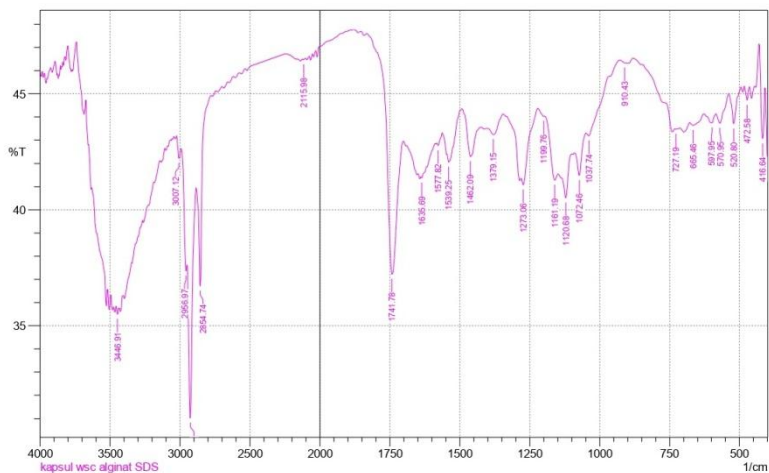
	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	497.65	25.13	0.055	499.58	476.43	13.792	0.024
2	559.38	24.15	0.053	561.3	542.02	11.82	-0.008
3	646.17	23.206	1.579	731.05	597.95	82.061	1.975
4	742.62	25.275	1.142	864.14	732.97	71.689	0.368
5	895	31.203	0.642	916.22	879.57	18.373	0.169
6	1031.95	22.468	1.294	1045.45	918.15	70.856	0.509
7	1072.46	20.98	3.016	1139.97	1047.38	58.777	2.835
8	1153.47	26.492	1.745	1195.91	1141.9	29.127	0.494
9	1327.07	29.489	0.097	1329	1274.99	27.8	0.141
10	1390.72	24.743	5.34	1481.38	1344.43	76.956	6.106
11	1562.39	22.187	3.072	1585.54	1483.31	59.695	2.088
12	1629.9	21.626	0.268	1633.76	1599.04	22.505	0.082
13	2081.26	36.516	0.012	2083.19	2077.4	2.531	0.001
14	2929.97	27.581	0.266	2939.61	2899.11	22.477	0.079
15	3435.34	13.919	0.361	3444.98	3417.98	22.993	0.153

## C.3 Kapsul WSC:Alginat



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	420.5	45.3305	2.8206	432.07	408.92	7.6673	0.3208
2	453.29	46.7248	0.4463	461	443.64	5.6981	0.0345
3	520.8	45.2546	0.8322	530.44	491.86	13.0303	0.1636
4	547.8	45.3778	0.474	557.45	538.16	6.5811	0.0491
5	597.95	45.0894	0.2199	611.45	590.24	7.3062	0.0159
6	638.46	45.1807	0.0044	646.17	636.53	3.3275	0.0002
7	713.69	44.8775	0.1989	734.9	677.04	20.0811	0.0722
8	779.27	44.9546	0.2837	821.7	767.69	18.6159	0.0827
9	896.93	45.4195	0.3927	923.93	868	19.0588	0.0983
10	1030.02	43.0442	0.1986	1043.52	1020.38	8.4532	0.0253
11	1058.96	42.8161	0.3633	1082.1	1043.52	14.1536	0.0789
12	1109.11	42.9658	0.0945	1139.97	1103.32	13.3721	0.0203
13	1157.33	43.3441	0.3617	1186.26	1139.97	16.6948	0.0922
14	1211.34	42.3723	0.6241	1220.98	1186.26	12.7317	0.1234
15	1267.27	44.1445	0.2841	1280.78	1251.84	10.2326	0.04
16	1290.42	44.1711	0.1229	1298.14	1280.78	6.1496	0.0111
17	1323.21	43.3926	0.0744	1325.14	1298.14	9.6978	0.0233
18	1371.43	41.4003	1.6425	1408.08	1325.14	30.9634	0.629
19	1464.02	42.6825	0.0895	1479.45	1460.16	7.1027	0.0111
20	1539.25	40.5676	1.9885	1564.32	1489.1	28.5865	0.7849
21	1573.97	42.2874	0.0438	1583.61	1572.04	4.314	0.0035
22	1633.76	40.9882	0.134	1639.55	1627.97	4.4739	0.0075
23	1739.85	40.3305	3.4053	1832.44	1701.27	46.492	1.2897
24	1840.15	48.5332	0.1057	1855.58	1832.44	7.2459	0.0093
25	2141.06	45.3383	0.3955	2251	2100.55	51.3481	0.3225
26	2854.74	40.2714	0.9859	2881.75	2252.93	224.9502	0.2043
27	2926.11	38.6179	2.3264	2983.98	2883.68	39.9382	1.0234
28	3010.98	40.6156	0.1618	3022.55	2993.62	11.2951	0.024
29	3483.56	38.053	0.3302	3493.2	3471.98	8.8685	0.0435

## C.4 Kapsul WSC:Alginat+SDS



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	416.64	43.07	2.877	430.14	408.92	7.436	0.32
2	472.58	44.717	0.593	482.22	464.86	6.018	0.05
3	520.8	43.699	1.422	538.16	493.79	15.56	0.24
4	570.95	43.731	0.66	584.45	538.16	16.406	0.159
5	597.95	43.747	0.104	601.81	584.45	6.204	0.006
6	665.46	43.637	0.205	677.04	626.89	17.981	0.072
7	727.19	43.475	0.018	731.05	713.69	6.277	0.002
8	910.43	46.328	0.015	927.79	908.5	6.434	0.001
9	1037.74	43.189	0.448	1049.31	964.44	29.993	0.159
10	1072.46	41.476	1.313	1087.89	1049.31	14.402	0.212
11	1120.68	40.515	1.526	1147.68	1101.39	17.74	0.292
12	1161.19	41.277	0.965	1195.91	1147.68	17.963	0.177
13	1199.76	44.03	0.059	1220.98	1195.91	8.9	0.01
14	1273.06	41.075	0.674	1280.78	1220.98	22.027	0.013
15	1379.15	43.252	0.493	1400.37	1344.43	20.182	0.137
16	1462.09	42.295	1.722	1491.02	1423.51	24.588	0.49
17	1539.25	42.056	1.622	1562.39	1498.74	23.36	0.543
18	1577.82	42.771	0.188	1581.68	1562.39	7.072	0.021
19	1635.69	41.378	0.098	1637.62	1587.47	18.856	0.028
20	1741.78	37.224	7.186	1830.51	1701.27	46.933	2.534
21	2115.98	46.47	0.04	2125.63	2100.55	8.34	0.004
22	2854.74	36.712	5.239	2881.75	2777.59	38.98	1.074
23	2926.11	31.028	7.78	2949.26	2883.68	28.985	2.393
24	2956.97	37.359	0.969	2991.69	2951.19	16.166	0.144
25	3007.12	42.227	0.668	3024.48	2991.69	12.161	0.113
26	3446.91	35.495	0.305	3456.55	3437.26	8.642	0.037

## D. Uji Swelling

### D.1 Kapsul WSC:Alginat

- **Dalam Air**

Kapsul	Derajat Swelling (%)			
	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit
Komersial	0%	0%	0%	0%
C:A (2:1)	1020,20%	944,89%	647,51%	84,45%
C:A (3:1)	929,44%	831,27%	575,65%	305,23%
C:A (4:1)	939,61%	757,76%	401,45%	264,72%
C:A (5:1)	1562,37%	1393,62%	971,61%	666,34%
C:A (6:1)	824,31%	951,71%	757,54%	454,30%

- **Dalam Larutan HCl 0,1 N**

Kapsul	Derajat Swelling (%)			
	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit
Komersial	0%	0%	0%	0%
C:A (2:1)	610,06%	841,29%	967,51%	1096,92%
C:A (3:1)	526,66%	776,42%	673,34%	557,37%
C:A (4:1)	622,47%	733,29%	550,28%	342,72%
C:A (5:1)	495,97%	660,71%	553,52%	368,32%
C:A (6:1)	464,52%	367,17%	359,26%	262,23%

## D.2 Kapsul WSC:Alginat+SDS

- **Dalam Air**

Kapsul	Derajat <i>Swelling</i> (%)			
	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit
Komersial	0%	0%	0%	0%
C:A (2:1) + SDS	564,61%	338,48%	271,23%	207,47%
C:A (3:1) + SDS	639,55%	576,51%	444,64%	352,56%
C:A (4:1) + SDS	1338,68%	985,71%	552,57%	339,52%
C:A (5:1) + SDS	1262,47%	988,22%	528,50%	294,11%
C:A (6:1) + SDS	605,24%	403,68%	282,85%	88,52%

- **Dalam Larutan HCl 0,1 N**

Kapsul	Derajat <i>Swelling</i> (%)			
	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit
Komersial	0%	0%	0%	0%
C:A (2:1) + SDS	268,33%	312,75%	281,14%	276,41%
C:A (3:1) + SDS	399,22%	322,64%	184,13%	89,60%
C:A (4:1) + SDS	437,08%	314,10%	201,83%	150,81%
C:A (5:1) + SDS	586,61%	508,83%	400,15%	264,67%
C:A (6:1) + SDS	212,71%	193,35%	158,37%	82,50%

## E. Uji Degradasi

### E.1 Kapsul WSC:Alginat

- **Dalam Air**

Kapsul	Persentase Degradasi (%)		
	10 menit	20 menit	30 menit
Komersial	56,30%	100%	100%
C:A (2:1)	27,44%	58,85%	92,83%
C:A (3:1)	37,50%	76,59%	86,25%
C:A (4:1)	64,81%	83,12%	97,28%
C:A (5:1)	10,59%	42,53%	54,33%
C:A (6:1)	45,57%	58,43%	62,45%

- **Dalam Larutan HCl 0,1 N**

Kapsul	Persentase Degradasi (%)		
	10 menit	20 menit	30 menit
Komersial	61,11%	100%	100%
C:A (2:1)	15,45%	25,52%	41,58%
C:A (3:1)	24,60%	53,02%	58,89%
C:A (4:1)	13,20%	27,71%	42,62%
C:A (5:1)	15,85%	31,51%	48,81%
C:A (6:1)	12,49%	31,29%	59,52%

## E.2 Kapsul WSC:Alginat+SDS

- **Dalam Air**

Kapsul	Persentase Degradasi (%)		
	10 menit	20 menit	30 menit
Komersial	56,30%	100%	100%
C:A (2:1) + SDS	5,47%	59,31%	87,82%
C:A (3:1) + SDS	49,18%	85,42%	92,24%
C:A (4:1) + SDS	32,86%	72,65%	97,37%
C:A (5:1) + SDS	39,66%	80,54%	88,27%
C:A (6:1) + SDS	36,40%	61,75%	76,72%

- **Dalam Larutan HCl 0,1 N**

Kapsul	Persentase Degradasi (%)		
	10 menit	20 menit	30 menit
Komersial	61,11%	100%	100%
C:A (2:1) + SDS	17,70%	30,08%	65,49%
C:A (3:1) + SDS	34,54%	50,77%	68,69%
C:A (4:1) + SDS	27,65%	54,49%	73,59%
C:A (5:1) + SDS	20,17%	48,61%	71,47%
C:A (6:1) + SDS	42,37%	63,78%	85,48%



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Agustina Pertiwi. Penulis adalah anak pertama dari pasangan Bapak Yulianto dan Ibu Harmini. Penulis lahir di Banyuwangi pada 5 Desember 1997. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK Dharmawanita II Tapanrejo (2002-2003), SDN 5 Tapanrejo (2003-2009), SMPN 1 Muncar (2009-2012), SMAN 1 Genteng (2012-2015). Penulis melanjutkan jenjang pendidikan S1 di Departemen Kimia Fakultas Sains Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN tahun 2015 dan terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 01211540000004. Penulis telah mengikuti berbagai pelatihan diantaranya PKTI, LKMM PRA-TD, LKMW TD. Penulis menyelesaikan program sarjana dengan mengambil tugas akhir di bidang Kimia Fisik di bawah bimbingan Dra. Harmami, M.S. dan Dra. Ita Ulfin, M.Si. Penulis dapat dihubungi melalui akun email [agustinapertiwi308@gmail.com](mailto:agustinapertiwi308@gmail.com).