

## Studi Awal Pembuatan Cangkang Kapsul dari Komposit Pati Garut (*Maranta Arundinacea* L.) dan Karagenan

INTAN SITI FATONAH<sup>1</sup>, SANSAN FIRMANSYAH KADARUSMAN<sup>1</sup>, SILVIANAQORI NURULAENI<sup>1</sup>, GINA GIFTIA AZMIANA DELILAH<sup>1</sup>, DAN SONI SETIADJI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati, Jl. A.H. Nasution No. 105, Cibiru, Bandung, Jawa Barat

\* alamat email korespondensi: [s.setiadji@uinsgd.ac.id](mailto:s.setiadji@uinsgd.ac.id)

### Informasi Artikel

### Abstrak/Abstract

Kata Kunci: Cangkang kapsul; pati garut; karagenan; *Maranta arundinacea*; *Eucheuma cottonii*.

Kebutuhan bahan pembungkus makanan dan obat di Indonesia terus meningkat. Salah satu bahan pembungkus obat adalah cangkang kapsul. Cangkang kapsul berbahan dasar gelatin merupakan kapsul yang banyak digunakan. Perkembangan produk halal di Indonesia terus meningkat seiring banyaknya permintaan konsumen terhadap produk halal. Pada penelitian ini cangkang kapsul keras telah dibuat menggunakan pati garut (*Maranta arundinacea* L.) dan karagenan sebagai bahan utama. Ikat silang  $\text{CaCl}_2$  dan pemlatis sorbitol digunakan sebagai bahan penunjang. Karagenan yang digunakan adalah karagenan semi halus dari rumput laut merah jenis *Eucheuma cottonii*. Komposit dibuat dengan mencampurkan pati garut dan karagenan (2:1) serta sorbitol dengan memvariasikan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  (1-3%) yang dilarutkan dengan air disertai pengadukan dan pemanasan hingga homogen. Kemudian komposit dicetak menyerupai cangkang kapsul keras. Karakterisasi yang dilakukan terdiri dari uji mekanik, *swelling*, disintegrasi, dan spektra Infra-merah. Ketiga sampel cangkang kapsul memiliki derajat *swelling* pada nilai 34,19-38,59%, elongasi pada nilai 0,0332-0,0369, dan kuat tarik pada nilai 1,3647-1,2095  $\text{kN/m}^2$ . Cangkang kapsul 3%  $\text{CaCl}_2$  memiliki waktu hancur 15 menit 20 detik pada suhu 37 °C.

Keywords: Capsule shell; arrowroot starch; carrageenan; *Maranta arundinacea*; *Eucheuma cottonii*.

*The need for food and drug packaging materials in Indonesia continues to increase. Capsule shells are one of the materials used in drug packaging. Capsule shells made from gelatin are widely used capsules. The development of halal products in Indonesia continues to increase, along with the increasing consumer demand for halal products. In this study, we made hard capsule shells using arrowroot starch (*Maranta arundinacea* L.) and carrageenan as the main ingredients.  $\text{CaCl}_2$  crosslinking and sorbitol plasticizers are used as supporting materials. The semi-fine carrageenan used is made from red seaweed, *Eucheuma cottonii*. The composite is made by mixing arrowroot starch-carrageenan (2:1), and sorbitol by varying the concentration of  $\text{CaCl}_2$  (1-3%) dissolved in water, followed by stirring and heating until homogeneous. Next, we mold the composite into the shape of a hard capsule shell. The characterization carried out consists of mechanical tests, swelling, disintegration, and Infra-red spectra. The three capsule shell samples have a swelling degree of 34.19–38.59%, elongation of 0.033–2.0366, and tensile strength of 1.3647–1.2095  $\text{kN/m}^2$ . At 37 °C, the 3%  $\text{CaCl}_2$  capsule shell has a disintegration time of 15 minutes and 20 seconds.*

## PENDAHULUAN

Kapsul merupakan sediaan padat yang terdiri dari obat dalam cangkang kapsul keras atau lunak yang dapat larut [1]. Kapsul memiliki banyak kelebihan jika dibandingkan dengan sediaan oral lainnya seperti kombinasi bahan bervariasi sesuai kebutuhan pasien, dosis lebih

tepat, bentuk sediaan kapsul mudah ditelan serta bahan-bahan obat yang memiliki sifat yang tidak menyenangkan seperti rasa yang pahit dan bau yang menyengat dapat ditutupi oleh cangkang kapsul, sehingga bentuk sediaan kapsul banyak dipilih masyarakat sebagai solusi untuk menutupi kekurangan dari sifat-sifat bahan obat yang tidak disukai banyak orang untuk meningkatkan

kepatuhan minum obat dan *release* dalam waktu yang sesuai [2].

Kapsul secara umum terbuat dari gelatin. Gelatin merupakan produk hasil hidrolisis kolagen [3]. Pada tahun 1999, gelatin yang beredar di masyarakat 28,7% berasal dari kulit sapi, 41,4% berasal dari kulit babi, 29,8% berasal dari tulang sapi, dan sisanya berasal dari ikan [4]. Pada tahun 2011, gelatin yang beredar di masyarakat 80% berasal dari kulit babi, 15% berasal dari kulit sapi, dan 5% berasal dari tulang babi, tulang sapi, unggas, dan ikan [5]. Sedangkan pada tahun 2012, produksi gelatin yang beredar dalam masyarakat 90% berasal dari babi [6]. Peningkatan produksi gelatin dari babi inilah yang menjadikan kekhawatiran di masyarakat. Seperti yang kita ketahui, masyarakat di Indonesia khususnya mayoritas beragama Islam yang mengharamkan segala bentuk produk dari babi, sehingga masyarakat menjadi ragu untuk mengkonsumsi obat dalam bentuk kapsul. Didalam Al-Quran Surah Al-Baqarah Ayat 173 dijelaskan bahwa babi merupakan salah satu hewan yang diharamkan oleh agama Islam. Karena dalam ajaran Islam diharamkan menggunakan, memakai, dan mengkonsumsi berbahan dasar babi, maka dilakukan penelitian untuk mencari bahan alternatif. Upaya pengembangan bahan alternatif lain yang memiliki sifat menyerupai gelatin dan halal.

Pada umumnya, cangkang kapsul gelatin banyak digunakan di pasaran karena material dalam pembuatannya murah dan mudah diproduksi. Namun, material cangkang kapsul gelatin ini memiliki kelemahan yaitu kurang stabil dalam lingkungan berair sehingga waktu *swelling* dan *cracking* cenderung sangat cepat dan menyebabkan efek efikasi obat [7].

Polimer telah banyak digunakan sebagai bahan pembuat material *drug delivery system* [8]. Polimer alam yang berpotensi menjadi material *drug delivery system* adalah pati. Pati yang digunakan adalah pati garut yang mengandung kadar pati, amilosa, amilopektin, gula pereduksi, pati resisten dan daya cerna pati masing-masing sebesar 98,10%, 24,64%, 75,36%, 4,94%, 2,12%, dan 84,35%. Analisis proksimat pati garut mengandung air 11,48%, abu 0,34%, lemak 0,68%, dan protein 0,24%. Produksi pati yang tinggi, penanamannya yang mudah dan mudah didapatkan di Indonesia menjadikan pati garut sangat potensial dijadikan sebagai bahan baku

pembuat cangkang kapsul. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -glikosidik yang terdiri dari dua fraksi yaitu amilopektin dan amilosa. Amilopektin memiliki sifat alir dan daya kompresibilitas yang kurang baik, tetapi memiliki sifat granular yang mengembang dan daya pengikat yang baik, sehingga sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan cangkang kapsul pengganti gelatin.

Penelitian tentang *drug delivery system* menggunakan pati telah dilakukan oleh Wang *et al.*, (2010), Zhang *et al.*, (2013), Lopez *et al.*, (2013), Hosseini *et al.*, (2014), Fakharian *et al.*, (2015), Marto *et al.*, (2015), Lozano-Vazquez *et al.*, (2015), dan Mary and Sasikumar, (2015). Dalam penelitiannya, Wang *et al.*, (2010) menggunakan komposit polimer Pati-Alginat sebagai bahan material lokal *drug delivery system* menggunakan bantuan *crosslinker*  $\text{CaCl}_2$ . Variasi rasio komposisi pati-alginat yang digunakan adalah (90:10), (70:30), (50:50), dan (30:70) dan penambahan  $\text{CaCl}_2$  : etanol sebesar 50 : 50. Uji kontrol *release* obat meningkat seiring dengan meningkatnya komposisi pati di dalam komposit pati-alginat. Hal ini menunjukkan potensi pati yang sangat besar dalam *drug delivery system*.

Lopez *et al.*, pada tahun 2013 menguji *release* antioksidan tumbuhan *yerbamate*, sejenis tanaman yang tumbuh di Amerika Selatan yang dikemas dalam kapsul yang dibuat dari pati-alginat. Karakterisasi yang dilakukan yaitu uji porositas, *swelling air*, dan uji SEM untuk alginat dan komposit dari pati-alginat. Pada hasil *swelling*, komposit pati-alginat memberikan hasil *swelling* yang stabil daripada alginat saja dan porositas kapsul alginat menurun seiring dengan meningkatnya pati yang ditambahkan. Namun dalam penelitian ini hasil *release* kurang maksimal dan cenderung cepat karena kapsul yang dihasilkan terlalu tipis dengan porositas yang cukup tinggi. Hal ini mungkin dikarenakan tidak adanya *crosslinker* yang ditambahkan sehingga tidak adanya penghubung antara pati dan alginat yang menyebabkan ketahanan mekanik rendah.

Selain pati, salah satu bahan pembuatan *drug delivery system* yang sering digunakan adalah karagenan. Karagenan dikenal dengan biopolimer yang serbaguna dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Karagenan digunakan dalam sistem penghantaran obat terutama dalam pembuatan *mikrokapsul*, *beads*, dan *nanopartikel*. Karagenan umumnya digunakan dalam kombinasi

dengan polimer bermuatan kationik atau kationik polielektrolit sebagai cangkang *mikrokapsul*. Karagenan juga digunakan bersama dengan kitosan dalam pembuatan mikrokapsul yang mengandung glukosa oksidase untuk pelepasan terkontrol rute oral. Hal ini disebabkan fungsi karagenan yang dapat memperbaiki formulasi obat, memperpanjang lama waktu *drug release*, membuat sistem *delivery* sensitif terhadap perubahan pH dan temperatur sebagai respon terhadap kondisi fisiologi tempat obat tersebut di *release*. Selain itu, karagenan memiliki kelebihan yang sangat berguna dalam memperbaiki disolusi obat, yakni sifatnya yang memiliki kapasitas absorpsi tinggi terhadap air [9].

Pati garut dan karagenan digunakan sebagai material *drug delivery system* karena sifatnya yang *biocompatible*, *biodegradable*, dan juga *non-toxic*. Sifat *biocompatible* dapat memperpanjang waktu *drug release*, membuat sistem *delivery* sensitif terhadap perubahan pH dan suhu sehingga dapat memberikan respon yang sesuai terhadap lingkungan fisiologi. Komposit pati garut-karagenan akan membentuk struktur yang kaku. Oleh karena itu, sifat mekanik ini perlu diperbaiki dengan ditambah *plasticizer*. Salah satu contoh *plasticizer* adalah Sorbitol. *Plasticizer* berfungsi meningkatkan elastisitas dengan cara mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak ikatan antar molekul dari polimer [10-21].

Dalam pembuatan material *drug delivery system*, selain pati garut dan karagenan juga ditambahkan *crosslinker* yang berguna dalam menjembatani terjadinya ikatan antara dua gugus fungsi sehingga kinerja *drug delivery system* dapat meningkat [22]. Jika *crosslinker* ditambahkan, maka tingkat *swelling air* membran dapat diperkecil dan kestabilannya meningkat. *Crosslinker* juga mempengaruhi besarnya kerapatan rantai polimer karena banyaknya tarikan yang dapat terjadi, sehingga mengurangi fleksibilitas dan menjadi kaku. Senyawa *crosslinker* antara lain glutaraldehida, sodium tripolyphosphate (STPP), N,N'-metilen-bis-akrilamida (MBA), asam oksalat, formaldehida, ion sulfat, ion fosfat, dan beberapa senyawa lainnya yang dapat berikatan dengan bahan utama membran [23]. Berdasarkan sifatnya, *crosslinker* dapat dibedakan menjadi kovalen dan ionik [23]. Mekanisme yang paling tepat dalam menurunkan kebebasan molekul adalah ikatan silang kimia yang mengikat silang bersama rantai-rantai

polimer melalui ikatan kovalen atau ikatan ion untuk membentuk suatu jaringan [24]. *Crosslinker* kovalen seperti glutaraldehida, formaldehida, dan asam oksalat. Sedangkan untuk *crosslinker* ionik contohnya *sodium tripolyphosphate* (STPP) dan *Calcium Chlorida* ( $\text{CaCl}_2$ ).

Pada tahun 2011, Paşcalău *et al* melakukan penelitian mengenai pembuatan komposit film alginat-karagenan dengan  $\text{CaCl}_2$  sebagai *crosslinker*. Pada penelitian tersebut dibuat perbandingan sifat komposit alginat-karagenan tanpa penambahan *crosslinker*, ditambah dengan *crosslinker* namun hanya sebagian komposit yang terikat silang, dan menggunakan *crosslinker* dengan seluruh komposit terikat silang.

Uji *swelling* yang dilakukan pada ketiga jenis komposit tersebut dan diperoleh bahwa komposit yang terikat silang sebagian dengan  $\text{CaCl}_2$  memiliki derajat *swelling* yang lebih rendah dan waktu disintegrasi komposit yang lebih lama dibandingkan komposit yang tidak terikat silang. Hal ini menunjukkan komposit terikat silang memiliki struktur yang lebih stabil. Adapun uji *swelling* pada komposit yang seluruhnya terikat silang memiliki derajat *swelling* yang menurun secara signifikan dibanding kedua komposit lainnya. Hal ini disebabkan perubahan pada struktur polimer akibat interaksi ionik antara  $\text{CaCl}_2$  dengan rantai polisakarida sehingga terjadi modifikasi pada struktur. Oleh karena itu, komposit alginat-karagenan yang terikat silang sepenuhnya dengan  $\text{CaCl}_2$  memungkinkan untuk diaplikasikan dalam sistem *drug release* [25].

## EKSPERIMEN

### Material

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah karagenan semi halus (*Eucheuma cottonii*) komersil, pati garut komersil,  $\text{CaCl}_2$  (Merck), sorbitol (Merck), pelumas makanan Eazee Spray, dan akuades.

### Instrumentasi

Instrumen yang digunakan terdiri dari spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR) untuk analisis gugus fungsi dan Strenght Tester Merk Autograph untuk uji mekanik.

### Prosedur

### *Pembuatan Komposit Pati Garut-Karagenan*

Pembuatan komposit pati garut-karagenan dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$ . Larutan  $\text{CaCl}_2$  dibuat sebanyak 25 mL dengan konsentrasi yang digunakan adalah 1%, 2%, dan 3% (% b/v). Ke dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  ditambahkan 2,67 gram pati garut dan 1,33 gram karagenan, 60 mL akuades, serta 2,5 mL sorbitol pada suhu 70-80 °C selama 1-2 jam, diaduk hingga merata hingga terbentuk larutan yang kental. Selama proses pemanasan, gelas beker ditutup dengan aluminium foil dan pemanasan dilakukan menggunakan penangas air.

### *Pencetakan Kapsul dari Komposit Pati Garut-Karagenan*

Pencetakan kapsul dari komposit pati garut-karagenan dilakukan dengan pencelupan batang pengaduk yang sudah terlebih dahulu dilumasi oleh pelumas makanan. Komposit yang menempel pada batang pengaduk dikeringkan pada oven pada suhu 60 °C selama 12 jam.

### *Karakterisasi Cangkang Kapsul*

#### *Uji Mekanik*

Tingkat ketahanan material terhadap gaya luar ditentukan dengan uji mekanik menggunakan Tensile Strength Tester Merk Autograph. Membran yang akan diuji dipotong dengan ukuran 4 × 1 cm dan dikaitkan pada alat Autograph. Ujung-ujung membran dikaitkan dengan alat uji dan penarik dipasang pada satuan beban kilogram-Force. Membran ditarik dengan kecepatan 1 cm/menit hingga putus. Besar beban penarik dan perubahan panjang membran pada saat putus dicatat. Selanjutnya kuat tarik, elongasi, dan modulus young ditentukan dengan persamaan :

$$\text{Kuat tarik } (\sigma) = \frac{F}{A}$$

$$\text{Elongasi } (\varepsilon) = \frac{\Delta l}{l}$$

$$\text{Modulus young} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

#### *Uji Swelling Air*

Uji *swelling* air bertujuan untuk mengetahui kemampuan kapsul untuk menyerap air. Uji ini dilakukan dengan cara mengeringkan sampel film dalam oven sehingga didapatkan berat kering film ( $W_{\text{kering}}$ ). Sampel film kering di rendam dalam air, lalu air di permukaan film dihilangkan, dan film ditimbang untuk mendapatkan berat basah ( $W_{\text{basah}}$ ). Hal ini dilakukan berulang hingga diperoleh massanya konstan. Selanjutnya persen *swelling* ditentukan dengan persamaan:

$$\% \text{ Swelling} = \frac{W_{\text{basah}} - W_{\text{kering}}}{W_{\text{kering}}} \times 100\%$$

#### *Uji Disintegrasi*

Uji disintegrasi bertujuan untuk mengetahui laju kelarutan zat aktif dari sediaan obat berada dalam tubuh untuk diabsorpsi [26]. Pertama-tama masukkan 6 kapsul ke dalam tabung, dimana tiap 1 tabung diisi dengan 1 kapsul. Naik turunkan keranjang secara teratur 30 kali tiap menit. Kapsul dinyatakan hancur jika tidak ada bagian kapsul yang tertinggal di atas kasa, kecuali fragmen yang berasal dari zat penyalut. Catat waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing kapsul untuk hancur.

#### *Uji FTIR (Fourier Transform Infrared)*

Kapsul pati garut-karagenan dengan *crosslinker*  $\text{CaCl}_2$  dapat ditentukan gugus fungsinya menggunakan FTIR. Teknik yang digunakan adalah pembentukan pelet KBr. Sebanyak 2 gram masing-masing sampel dihaluskan dan dicampur dengan KBr. Agar terbentuk lempengan tipis campuran ditekan dengan alat tekan hidrolik 10.000-15.000 Psi. Lempengan tipis dipasang dalam sel dan ditempatkan pada berkas jalannya sinar.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### *Pembuatan Komposit Pati Garut-Karagenan*

Pembuatan komposit dimulai dengan membuat masing-masing larutan  $\text{CaCl}_2$  sesuai dengan konsentrasinya dan dimasukkan ke dalam gelas beker.  $\text{CaCl}_2$  berfungsi sebagai pengikat silang pada komposit yang dapat meningkatkan kekuatan ikatan antara pati garut dan karagenan. Selanjutnya, ke dalam larutan  $\text{CaCl}_2$  ditambahkan


2,67 gram pati garut, 1,33 gram karagenan, dan 60 mL akuades sambil dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer*. Kemudian, ke dalam larutan ditambahkan sorbitol 2,5 mL sebagai pemlatis yang berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas komposit. Larutan dipanaskan pada rentang suhu 70-80 °C agar komposit dari pati garut dan karagenan menjadi homogen.

Selama pemanasan, terjadi proses gelatinisasi pada larutan dimana pada proses gelatinisasi ini granula pati mengalami pembengkakan yang dapat mengurangi volume air bebas dalam fase diskontinu. Berkurangnya volume air bebas akan menyebabkan peningkatan konsentrasi dari hidrokoloid, karena air bebas yang terdapat dalam suspensi (sistem pati-hidrokoloid) banyak terserap dalam granula pati, sehingga menyebabkan viskositas meningkat ketika mengalami pemanasan atau disebut dengan gelatinisasi [27].

### Pencetakan Kapsul dari Komposit Pati Garut – Karagenan

Hasil pembuatan kapsul pati garut-karagenan dengan penambahan  $\text{CaCl}_2$  pada berbagai variasi konsentrasi ditunjukkan pada **Tabel 1**. Berdasarkan data pengamatan pada **Tabel 1**, kapsul yang dihasilkan memiliki tekstur yang halus. Kapsul dengan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  paling kecil, yakni 1% memiliki struktur yang lebih kaku dibanding kapsul lainnya yang memiliki struktur lebih lembek sehingga tidak dapat mempertahankan bentuknya (mudah berubah) ketika ditekan. Meskipun kapsul dengan konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  1% lebih kaku namun tekstur kapsul ini tetap elastis sehingga tidak mudah putus ketika ditarik.

**Tabel 1** Karakteristik cangkang kapsul pada masing-masing komposisi

Konsentrasi $\text{CaCl}_2$	Gambar Kapsul	Karakteristik Cangkang Kapsul
1%		Elastis, kuat, tidak mudah berubah bentuk

2%



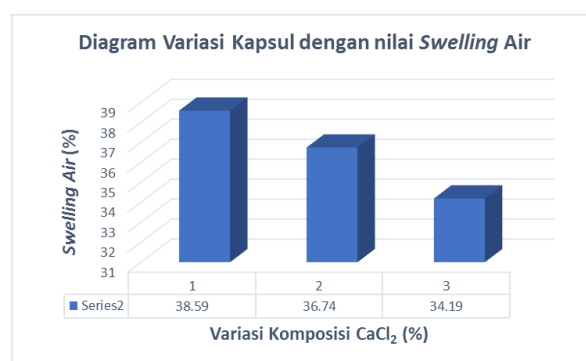
Elastis, mudah berubah bentuk, sedikit kasar

3%



Halus, sangat elastis, mudah berubah bentuk

### Uji Swelling



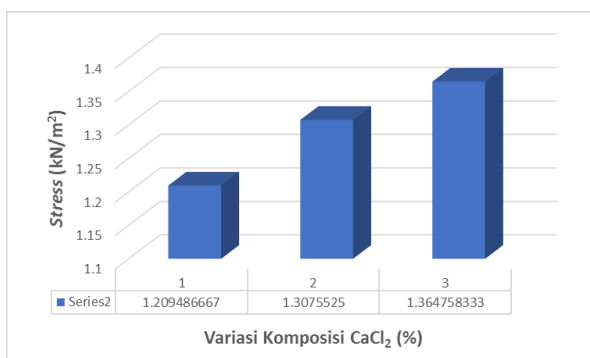
**Gambar 1** Diagram variasi  $\text{CaCl}_2$  terhadap nilai *swelling air*

Uji *swelling air* digunakan untuk mengetahui pengaruh komposisi *crosslinker*  $\text{CaCl}_2$  terhadap persen air yang diserap oleh kapsul. Semakin besar konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  pada kapsul maka semakin besar kekuatan ikatan ionik. Semakin kuat ikatan ionik maka semakin stabil jaringan atau ikatan yang terbentuk. Hal ini menyebabkan derajat *swelling* dan sensitivitas matriks terhadap pH menurun yang berakibat kemampuan *release* obat menurun.

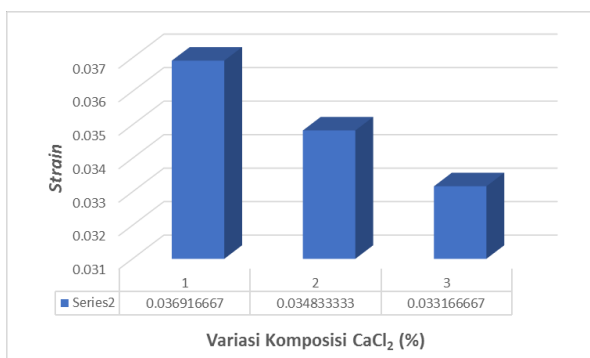
Hasil percobaan pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa semakin tinggi persen komposisi  $\text{CaCl}_2$  semakin menurunkan derajat *swelling*, sehingga kapsul yang memiliki derajat *swelling* terbesar adalah kapsul dengan komposisi  $\text{CaCl}_2$  1%. Derajat *swelling* dipengaruhi oleh ketebalan kapsul pada saat proses pencetakan.

### Uji Tarik

Pada **Gambar 2** nilai kuat tarik terbesar dimiliki kapsul dengan  $\text{CaCl}_2$  3%. Besarnya nilai kuat tarik menunjukkan keelastisan suatu film yang ditandai dengan pertambahan panjang film sebelum putus. Semakin besar nilai kuat tarik maka semakin elastis suatu film dan semakin menurun sifat plastisnya. Turunnya sifat plastis ini dapat terjadi akibat adanya pembentukan ikatan kimia baru antara polimer penyusun membran pada daerah amorf [28].

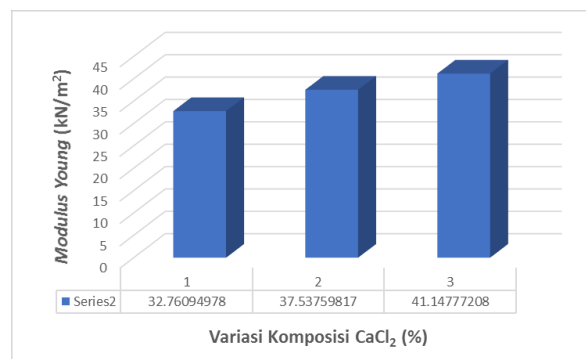


**Gambar 2** Diagram variasi komposisi  $\text{CaCl}_2$  terhadap nilai kuat tarik



**Gambar 3** Diagram variasi komposisi  $\text{CaCl}_2$  terhadap nilai elongasi

Menurunnya nilai kuat tarik film dapat terjadi akibat tidak semua gugus fungsi karboksil (asam karboksilat) dari pati garut berinteraksi dengan gugus fungsi ester sulfat pada karagenan sehingga gugus fungsi karboksil bebas bertambah [29]. Hal ini menyebabkan ikatan antara pati garut dan karagenan kurang kuat sehingga mudah putus ketika ditarik dengan gaya tertentu.



**Gambar 4** Diagram variasi komposisi  $\text{CaCl}_2$  terhadap nilai *modulus young*

**Gambar 4** menunjukkan nilai *modulus young* yang dipengaruhi oleh nilai-nilai kuat tarik dan elongasi film. Dalam hal ini semakin besar konsentrasi  $\text{CaCl}_2$  yang ditambahkan semakin besar kekuatan ikatan ioniknya namun menjadi lebih mudah putus.

#### *Uji Disintegrasi Kapsul Pati Garut-Karagenan*

**Tabel 2** Hasil uji waktu hancur

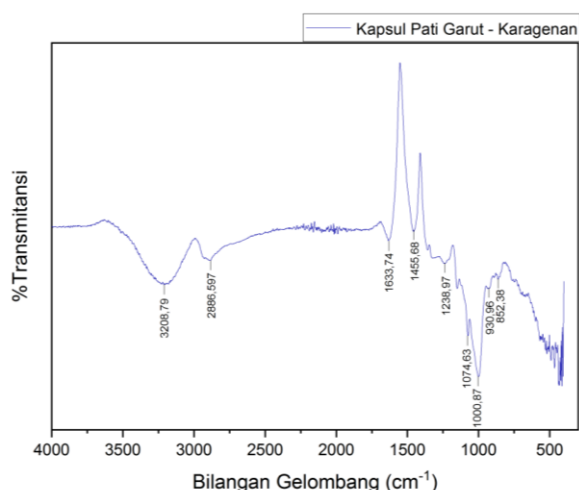
Variasi Komposisi Kapsul	Suhu	Uji Waktu Hancur
$\text{CaCl}_2$ 3%	37 °C	15 menit 20 Detik

Uji waktu hancur dilakukan bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk hancurnya kapsul menjadi partikel-partikel penyusunnya bila kontak dengan cairan. Waktu hancur kapsul juga menggambarkan cepat lambatnya kapsul hancur dalam cairan pencernaan. Waktu hancur yang baik adalah 15 menit atau kurang dari 30 menit. Waktu hancur kapsul yang dihasilkan masih berada dalam rentang waktu hancur yang ditetapkan oleh Farmakope yaitu kurang dari 30 menit. Suptijah (2012) menyatakan bahwa lamanya waktu yang dibutuhkan kapsul untuk hancur dapat disebabkan ketebalan kapsul yang tinggi yang dilihat dari berat kapsul yang dihasilkan. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa ketebalan cangkang yang semakin besar membutuhkan waktu hancur yang lebih lama. Banyaknya substrat yang ditambahkan dalam larutan karagenan dapat mengubah waktu hancur dari 3 menit hingga 8 jam. Jumlah substrat yang ditambahkan dapat berbeda-beda dari 0% sampai 20% dari volume akhir larutan. Selain itu, penggunaan karagenan dapat memperlama waktu

hancur karena dipengaruhi oleh struktur kimia dari tipe karagenan yang digunakan yaitu kappa karagenan. Di mana kappa karagenan memiliki gugus hidrofilik ester sulfat dan unit D-galaktosa sebanyak 25%, sedangkan unit 3,6-anhidro-D-galaktosa yang bersifat hidrofobik sebanyak 35% sehingga mempersulit kelarutannya di dalam air karena jumlah gugus hidrofobiknya lebih banyak dibandingkan gugus hidrofiliknya [30].

### Uji FTIR

Kapsul pati garut-karagenan dengan  $\text{CaCl}_2$  3% sebagai *crosslinker* dilakukan uji FTIR untuk mengetahui ikatan antara bahan-bahan yang mungkin terbentuk pada cangkang kapsul. Hasil uji FTIR ditunjukkan oleh **Gambar 5**.



**Gambar 5** Hasil spektra FTIR kapsul kati karut – karagenan

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa terdapat gugus galaktosa 4-sulfat dan 3,6-anhidrogalaktosa muncul secara identik pada kapsul pati garut-karagenan dengan *crosslinker*  $\text{CaCl}_2$  pada panjang gelombang 852,38  $\text{cm}^{-1}$  dan 930,96  $\text{cm}^{-1}$ , tidak jauh berbeda dengan karagenan, yaitu pada panjang gelombang 848,17  $\text{cm}^{-1}$  dan 929,27  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus ester (C-O) pada kapsul muncul pada panjang gelombang 1000,87  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada karagenan terdapat pada panjang gelombang 931,62  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus ikatan glikosidik pada kapsul muncul pada panjang gelombang 1074,63  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada karagenan terdapat pada panjang gelombang 1069,33  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus (S=O) ester sulfat pada kapsul muncul pada panjang gelombang 1238,97  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada karagenan terdapat pada

panjang gelombang 1259,43  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus alkana (C-H) pada kapsul muncul pada panjang gelombang 1455,68  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada pati garut terdapat pada panjang gelombang 1438,90  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus karboksil (C=O) pada kapsul muncul pada panjang gelombang 1633,74  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada pati garut terdapat pada panjang gelombang 1612,54  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus CH alkana (-CH<sub>3</sub>) pada kapsul muncul pada panjang gelombang 2886,59  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada pati garut terdapat pada panjang gelombang 2929,87  $\text{cm}^{-1}$ , dan pada karagenan terdapat pada panjang gelombang 2927,95  $\text{cm}^{-1}$ . Adanya pergeseran puncak-puncak pada sampel kapsul jika dibandingkan dengan data-data puncak-puncak serapan pada pati dan karagenan, hal ini menunjukkan telah terjadi ikatan antara bahan-bahan penyusun cangkang kapsul. Terdapat juga gugus hidroksil (O-H) pada kapsul pati garut-karagenan yaitu 3208,79  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan pada karagenan puncak gugus hidroksil yaitu 3473,91  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini membuktikan bahwa adanya interaksi baru dari pati garut dan  $\text{CaCl}_2$ . Menurut Holder (2012), gugus hidroksil pati muncul pada panjang gelombang sekitar 2911  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil spektra IR kapsul pati garut - karagenan dapat dilihat pada **Gambar 5**.

### SIMPULAN

Pada studi pendahuluan ini, kapsul pati garut-karagenan dengan *crosslinker*  $\text{CaCl}_2$  dapat digunakan sebagai bahan *drug delivery system*. Konsentrasi *crosslinker*  $\text{CaCl}_2$  berpengaruh terhadap sifat mekanik *drug delivery system* dengan bahan pati garut-karagenan. Sifat dan kinerja *drug delivery system* dari kapsul yang memiliki sifat mekanik paling baik yaitu dapat membuat kapsul *release* hampir 100% dalam rentang waktu 15 menit 20 detik. Waktu hancur kapsul yang dihasilkan masih berada dalam rentang waktu hancur yang ditetapkan oleh Farmakope yaitu kurang dari 15 menit atau 30 menit.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar. Kemudian, terima kasih terhadap semua pihak yang membantu penulis dalam menulis artikel ini.

## REFERENSI

- [1] H. Ansel, *Pharmaceutical Dosage Form*, Edisi IX. Philadelphia.: Lipponcott Williams & Wilkins a Wolters Kluwer Business, 2011.
- [2] Hermanto, S. Saputra, and F. Rahman, "Aplikasi Metode SDS-PAGE (Sodium Dodecyl Sulphate Poly Acrylamide Gel Electrophoresis) untuk Mengidentifikasi Sumber Asal Gelatin pada Kapsul Keras," *J. Kim. Val. J. Penelit. dan Pengemb. Ilmu Kim.*, vol. 1, no. 1, pp. 26–32, 2016.
- [3] W. T. Wulandari and A. R. and I. M. Arcana, "Nanocellulose prepared by acid hydrolysis of isolated cellulose from sugarcane bagasse," *Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 107, pp. 1–7, 2016.
- [4] Suryati, N. ZA1, Meriatna1, and Suryani, "Pembuatan dan Karakterisasi Gelatin dari Ceker Ayam dengan Proses Hidrolisis," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 2, no. November, pp. 66–79, 2015.
- [5] M. A. Jamaludin, N. N. M. Zaki, M. A. Ramli, D. M. Hashim, and S. A. Rahman, "Istihalah : Analysis on The Utilization of Gelatin in Food Products," vol. 17, 2011.
- [6] GMIA, *Gelatin Handbook*. USA: Gelatin Manufacturers Institute of America, 2012.
- [7] I. Daberte, I. Barene, J. Rubens, M. Daugavietis, and N. Sazhenova, "Stability of Soft Gelatin Capsules Containing Thick Extract of Pine Needles," vol. 47, no. Suppl 2, pp. 71–77, 2011.
- [8] G. Vilar, J. Tulla-Puche, and F. Albericio, "Polymers and Drug Delivery System," *Curr. Drug Deliv.*, vol. 9, pp. 1–28, 2012.
- [9] S. Nanaki, E. Karavas, L. Kalantzi, and D. Bikiaris, "Miscibility study of carrageenan blends and evaluation of their effectiveness as sustained release carriers," *Carbohydr. Polym.*, vol. 79, no. 4, pp. 1157–1167, 2010.
- [10] S Setiadji, et al., "Synthesis of Polydimethylsiloxane and its Monomer from Hydrolysis of Dichlorodimethylsilane", *Key Engineering Materials* 860, 234-238, 2020.
- [11] S Setiadji, et al., "Optimization of Polydimethylsiloxane synthesized parameters as vitreous humour substitutes", *Materials Science Forum* 966, 189-193, 2019.
- [12] DG Auliya, et al., "Physical characterization and in vitro toxicity test of PDMS synthesized from low-grade d4 monomer as a vitreous substitute in the human eyes", *Journal of Functional Biomaterials* 13 (1), 3, 2022.
- [13] S Setiadji, et al., "Synthesis and Characterization of Polydimethylsiloxane (PDMS) with Medium Viscosity via Ring-Opening Polymerization", *Materials Science Forum* 1028, 346-351, 2021.
- [14] DG Auliya, et al., "Synthesis of low viscosity polydimethylsiloxane using low grade of octamethylcyclotetrasiloxane", *Materials Science Forum* 1028, 365-370, 3, 2021.
- [15] S SETIADJI, dkk., "Uji stabilitas bahan polydimethylsiloxane", *J. Material dan Energi Indonesia* 9, 8-17, 2019.
- [16] DG Auliya, et al., "Use of Dichlorodimethylsilane to Produce polydimethylsiloxane as a substitute for vitreous humour: characteristics and in vitro toxicity", *Journal of Functional Biomaterials* 14 (8), 425, 2023.
- [17] U Fauziah, et al., "Synthesis of Polydimethylsiloxane with hydrolysis and condensation methods using monomer of Dichlorodimethylsilane as vitreous humour substitute", *Journal of Physics: Conference Series* 2165 (1), 012026, 2022.
- [18] DG Auliya, et al., "Stability Test and Storage of PDMS as a Biomaterial for Vitreous Humour Substitution in Vitreoretinal Surgery", *Applied Mechanics and Materials* 915, 25-30, 2023.
- [19] VF Arini, et al., "Synthesis of low viscosity of polymethylhydrosiloxane using monomer of dichloromethylsilane", *Journal of Physics: Conference Series* 2165 (1), 012041, 2022.
- [20] W Waslaluddin, et al., "Formulation, Process, and Scale-Up Engineering of Silicone Oil", *Materials Science Forum* 1028, 377-382, 2021.
- [21] D SANDI, dkk., "SINTESIS DAN KARAKTERISASI MONOMER PENGGANTI



- OCTAMETHYLCYCLOTETRASILOXANE DARI HIDROLISIS SENYAWA DICHLORODIMETHYLSILANE', *Jurnal Material dan Energi Indonesia* 10 (02), 83-88, 2020.
- [22] T. K. Girin, A. Thakur, A. Alexander, Ajazuddin, H. Badwaik, and D. K. Tripathi, "Modified chitosan hydrogels as drug delivery and tissue engineering systems : present status and applications," *Acta Pharm. Sin. B*, vol. 2, no. 5, pp. 439–449, 2012.
- [23] J. Berger, M. Reist, J. M. Mayer, O. Felt, N. A. Peppas, and R. Gurny, "Structure and interactions in covalently and ionically crosslinked chitosan hydrogels for biomedical applications," vol. 57, pp. 19–34, 2004.
- [24] A. D. Katz, Polyurethane Foam. Craft Cast TM, 2008.
- [25] V. Pascalau et al., "The alginate / k-carrageenan ratio's influence on the properties of the cross-linked composite films," *J. Alloys Compd.*, pp. 418–423, 2012.
- [26] D. Hasibuan, "Uji Disolusi Tablet Gliseril Guaiakolat Yang Diproduksi Oleh PT. Kimia Farma (Persero) Tbk. Plant Medan," Universitas Sumatera Utara, 2011.
- [27] T. Funami, Y. Kataoka, T. Omoto and Y. Goto, "Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behavior of starch. 2a. Functions of guar gums with different molecular weights on the gelatinization behavior of corn starch," *Food Hydrocolloids*, vol. 19, no. 1, pp. 15-24, 2005.
- [28] P. Laomongkonnimit and K. Soontrapa, K., Soontrapa, "Chitosan-Zeolite Proton," Chulalongkorn University, 2009.
- [29] R. V. Kulkarni, R. Boppana, G. Krishna Mohan, S. Mutalik, and N. V. Kalyane, "PH-responsive interpenetrating network hydrogel beads of poly(acrylamide)-g-carrageenan and sodium alginate for intestinal targeted drug delivery: Synthesis, in vitro and in vivo evaluation," *J. Colloid Interface Sci.*, vol. 367, no. 1, pp. 509–517, 2012.
- [30] G. A. Towle and O. Christensen, Pectin. New York.: Academic Press, 1973.