

## **Pengujian sifat fisik dan cemaran mikroba pada cangkang kapsul pati sago rumbia (*Metroxylon sago* Rottb) dan karagenan**

### ***Testing of physical properties and microbial contamination of capsule shell made from starch sago rumbia (*Metroxylon sago* Rottb) and carrageenan***

**Hamlan Ihsan<sup>a\*</sup>, I Dewa Gede Putra Prabawa<sup>a</sup>, Dwi Harsono<sup>a</sup>, Rinne Nintasari<sup>a</sup>, Rina Apriani<sup>a</sup>, Afandy Bayu Nurcahyo<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru

Jalan Panglima Batur Barat No. 2. Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70711 Indonesia

\*Email : hamlan.ihsan@gmail.com

Diterima 18 Februari 2019 Direvisi 10 April 2019 Disetujui 01 Mei 2019

#### **ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kemampuan fisik dan cemaran mikroba dari pati sago hasil modifikasi menggunakan propilena oksida dengan metode hidroksipropilasi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dimana variabel tetap adalah pati sago termofikasi propilena oksida. Sedangkan variabel tidak tetap menggunakan *sodium tripolyphosphat* (STPP) pada konsentrasi 0,3%; 0,5%; 0,6% (b/b) dan karagenan pada konsentrasi 3%; 2% (b/b). Proses ini dilakukan dengan dua tahapan yaitu dengan penambahan *plasticizer* (gliserol) dan tanpa *plasticizer* dengan konsentrasi 2% (v/v). Sebagai pelarutnya digunakan aquadest dengan jumlah seluruhnya adalah 100% (b/v). Hasil pengujian sifat fisik pada proses uji FTIR menunjukkan adanya spektrum pada wilayah 3000 – 2500 cm<sup>-1</sup> yang merupakan spesifikasi dari propilen oksida. Sedangkan untuk uji kelarutan pati sago terhadap air, larutan asam, dan serupa cairan dalam usus telah memenuhi standar sesuai Farmakope Indonesia ed.IV. Pengujian cemaran mikroba pada jenis bakteri yang bersifat patogen yaitu *E. coli*, *Salmonella Sp*, dan *Staphylococcus aureus* memberikan hasil uji negatif, sedangkan untuk nilai angka lempeng total (ALT) cangkang kapsul pati sago menunjukkan nilai 1,5x10<sup>2</sup> cfu/g.

**Kata Kunci :** FTIR, hidroksipropilasi, kelarutan, sago, substitusi

#### **ABSTRACT**

*The purpose of this study was to analyse the physical abilities and microbial contamination of modified sago starch using propylene oxide by the hydroxypropylation method. The research design used was a complete randomized design in which the fixed variable was modified propylene oxide sago starch. While the non-permanent variables used sodium tripolyphosphate (STPP) at a concentration of 0.3%; 0.5%; 0.6% (b/b) and carrageenan at a concentration of 3%; 2% (b/b). This process was carried out in two stages, adding plasticizers (glycerol) and without plasticizers with a concentration of 2% (v/v). Aquadest used as a solvent with the total amount 100% (b/v). The results of testing the physical properties of the FTIR test process indicate the presence of a spectrum in the region of 3000 - 2500 cm<sup>-1</sup> which was a specification of propylene oxide. Whereas for the solubility test of sago starch for water, acid and alike intestinal fluid it met the standards according to Farmakope Indonesia 4<sup>th</sup> ed. Testing of microbial contamination in pathogenic bacteria types, namely *E. coli*, *Salmonella*, and *Staphylococcus aureus* gave negative test results, whereas for the total plate value (ALT) of sago starch capsules shells showed a value of 1.5x10<sup>2</sup> cfu/g.*

**Keywords :** FTIR, hydroxypropylation, solubility, sago, substitution

## I. PENDAHULUAN

Tanaman rumbia atau yang disebut sugu merupakan tanaman serbaguna (*multiple purposes trees*) yang daunnya dapat dimanfaatkan sebagai atap rumah, tangkai daun dibuat tikar maupun dinding bangunan, isi batang dapat diolah sugu, serta untuk ijuknya dimanfaatkan sebagai sapu (Fatriani, 2010). Bagian yang paling penting dari sugu adalah bagian tengah batang tempat akumulasi pati. Pati sugu terdiri atas amilosa dan amilopektin. Amilosa sebagai fraksi terlarut ada dalam pati sugu dengan kadar  $\pm 27\%$  memiliki struktur linier. Sedangkan amilopektin sebagai fraksi tidak larut, ada dalam pati sugu dengan kadar  $\pm 73\%$  memiliki struktur bercabang. Selain itu pati juga mengandung polisakarida yang tersusun atas unit-unit glukosa anhidrat dalam ikatan 1,4- $\alpha$ -D-glikosidik (Bantacut, 2011).

Penelitian tentang pembuatan cangkang kapsul telah banyak dikembangkan untuk dapat menanggulangi impor gelatin. Saat ini penelitian cangkang kapsul dikembangkan dari bahan baku seperti kulit kambing (Said, Triatmojo, Erwanto, & Fudholi, 2011), kulit ikan cucut (Suptijah, Suseno, & Kurniawati, 2012), rumput laut (Rakhman & Darni, 2017), Christi A, Ambarsari, & Purwoto (2016) mengembangkan amilopektin dari pati singkong untuk pembuatan cangkang kapsul. Amilopektin mempunyai sifat granuler dan daya pengikat yang baik, dari sifat tersebut amilopektin pada pati sugu dapat diaplikasikan sebagai bahan baku pembuatan cangkang kapsul. Pada penelitian ini akan dikembangkan pemanfaatan sugu yang juga memiliki kandungan amilopektin yang tinggi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kemampuan fisik dan cemaran mikroba dari cangkang kapsul yang dibuat dengan bahan baku pati sugu agar dapat memenuhi syarat mutu industri. Pada penelitian yang dilakukan (Ihsan, Khairiah, & Rufida, 2018) pati sugu yang dibuat *edible film* memberikan hasil positif berdasarkan SNI 06-3735-1995 untuk syarat gelatin dan Farmakope Indonesia Ed. IV tentang mutu cangkang kapsul. Pati sugu sendiri memiliki kekurangan untuk

sifat alir dan daya kompresibilitas sehingga pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi dengan metode hidroksipropilasi menggunakan propilen oksida untuk meningkatkan sifat fisik dari pati sugu (Maulani, Fardiaz, Kusnandar, & Sunarti, 2013). Selain itu juga dilakukan variasi pengujian dengan penambahan karagenan dan sodium tripolyphosphate (STPP) untuk melihat kemampuan pati sugu saat dilakukan pencetakan.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan baku utama yang digunakan adalah batang pohon rumbia yang sudah dipisahkan dan diambil bagian patinya. Bahan-bahan lain yang diperlukan dalam penelitian ini adalah gliserol, gelatin (sigma), propilena oksida, karagenan, *sodium tripolyphosphate* (STPP),  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , NaOH, *akuades*, pewarna makanan (komersial), serta bahan-bahan kimia pro analitik lainnya yang diperlukan untuk analisis. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain *hot plate*, *magnetic stirrer*, *beaker glass*, pH meter, *stopwatch*, *oven*, gelas ukur, alat cetakan cangkang kapsul skala laboratorium dan peralatan gelas laboratorium lainnya.

### 2.2 Metode Penelitian

#### 2.2.1 Proses modifikasi pati sugu

##### dengan metode hidroksipropilasi

Proses modifikasi dari pati sugu dengan dilakukan penimbangan (100 g bk) kemudian larutan natrium sulfat 10% dilarutkan hingga diperoleh suspensi 40% (b/v). pH larutan dinaikkan menjadi 10,5 dengan menambahkan NaOH 5%. Modifikasi dilakukan dengan menggunakan propilena oksida pada konsentrasi 8% (b/v) (Maulani et al., 2013). Suspensi diaduk selama 30 menit pada suhu kamar ( $25^\circ\text{C}$ ), selanjutnya suspensi ditempatkan pada *shake incubator* ( $40^\circ\text{C}$ ; 200 rpm) selama 24 jam. Selanjutnya endapan yang terbentuk dicuci dengan air distilasi sebanyak 5 kali. Kemudian endapan dikeringkan pada suhu  $40^\circ\text{C}$  sampai kadar air 10-12%, dihaluskan dengan disaring pada ayakan 100 mesh.

### 2.2.2 Proses pencetakan cangkang kapsul dari pati sagu

Pencetakan cangkang kapsul dilakukan pada skala laboratorium, alat yang digunakan terbuat dari *stainless steel* yang diadopsi dari bentuk cangkang kapsul ukuran (0). Pencetakan cangkang kapsul menggunakan formulasi 10% (b/b) bahan baku, 2% (v/v) dengan atau tanpa bahan *plasticizer* dan 88% (v/v) pelarut (Wattimena, Ega, & Polnaya, 2016). Pada penelitian ini pencetakan cangkang kapsul digunakan pati sagu yang telah dimodifikasi menggunakan propilen oksida. Selain pati sagu juga digunakan karagenan 2%; 3% (b/b), STPP 0,3%; 0,5%; dan 0,6% (b/b) tanpa *plasticizer*, dan digunakan juga variasi *plasticizer* dengan konsentrasi 2% (v/v) terhadap 10% (b/b) bahan baku. Penggunaan karagenan dan STPP digunakan untuk memperbaiki dan meningkatkan sifat dari pati sagu. Proses pencetakan diujicobakan terhadap beberapa variasi dan kemudian akan dibandingkan dengan cangkang kapsul komersial berbahan dasar gelatin hewani dan cangkang kapsul dari rumput laut untuk kompetitor berbahan dasar nabati.

### 2.2.3 Pengujian berdasarkan sifat fisik dan aktivitas antibakteri

Pengujian sifat fisik cangkang kapsul dilakukan dengan uji kelarutan dalam air dengan cara melarutkan 10 buah cangkang kapsul ke dalam 75 ml akuades, suhu air ditetapkan 37°C kemudian waktu sejak cangkang dimasukkan sampai salah satu diantara cangkang kapsul tersebut larut di catat sebagai data analisis (Junianto, Haetami, & Maulina, 2013).

Pengujian pada kondisi suasana lambung dilakukan dengan pembuatan cairan dengan cara melarutkan 2,0 gram NaCl dalam 7,0 ml HCl pekat. Campuran ditambahkan dengan akuades hingga 1 liter pada pH  $1,2 \pm 0,1$ . Selain itu dilakukan pengujian pada kondisi usus buatan tanpa enzim dengan cara mencampurkan larutan  $6,8 \text{ K}_2\text{HPO}_4$  dalam 250 ml akuades dengan 190 ml larutan NaOH 0,2 N yang telah diencerkan hingga 400 ml. Selanjutnya, pH campuran diatur hingga  $7,5 \pm 0,1$  dengan penambahan NaOH 0,2 N dan

ditambahkan dengan air suling hingga 1 liter, kemudian diamati dan dicatat waktu yang diperlukan cangkang kapsul tersebut menggunakan *stopwatch* sehingga diketahui waktu hancur dari cangkang kapsul (Suryani, Sulistiawati, & Fajriani, 2009).

Pengujian aktivitas antibakteri pada penelitian ini dilakukan pada jenis *E. coli*, *Salmonella*, dan *Staphylococcus aureus* yang bersifat patogen. Sebanyak 1 mL (kultur sekitar  $1,0 \times 10^6$  CFU/mL), diinokulasi ke dalam 100 ml *Nutrient Agar* (NA) digoyang sampai homogen dan dituang ke dalam petri, tunggu sampai media agar mengeras. Sumuran dibuat dengan cara memotong agar dalam bentuk *disk* berdiameter 6 mm (Ihsan & Rahmi, 2017). Kemudian sampel uji berupa cangkang kapsul dari pati sagu, cangkang komersial dan cangkang dari rumput laut dimasukkan sebanyak 50  $\mu\text{L}$  dan larutan akuades sebagai kontrol negatif. Inkubasi selama 24~48 jam pada suhu 37°C. Terbentuknya zona jernih pada petri menunjukkan adanya aktivitas antibakteri

Metode pemeriksaan Angka Lempeng Total merujuk kepada ISO/TS4833:2003, dilakukan penimbangan 25 g sampel uji, kemudian ditambahkan 225 mL larutan *Peptone Dilution Fluid* (PDF). Campuran dihomogenkan hingga diperoleh suspensi dengan pengenceran  $10^{-1}$ . Suspensi kemudian diencerkan hingga tingkat pengenceran  $10^{-4}$ . Suspensi tiap pengenceran diinokulasikan yaitu sebanyak 1 mL dan dimasukkan dalam cawan petri steril dan analisis dilakukan triplo. Media PCA cair dengan suhu  $\pm 45^\circ\text{C}$  dituangkan pada cawan sebanyak 15–20 mL, dicampur sampai homogen dan dibiarkan memadat. seluruh cawan diinkubasi pada suhu 30°C selama 72 jam dengan posisi cawan dibalik. Koloni yang tumbuh berwarna merah pada cawan diamati dan dihitung (Puspandari & Isnawati, 2015).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

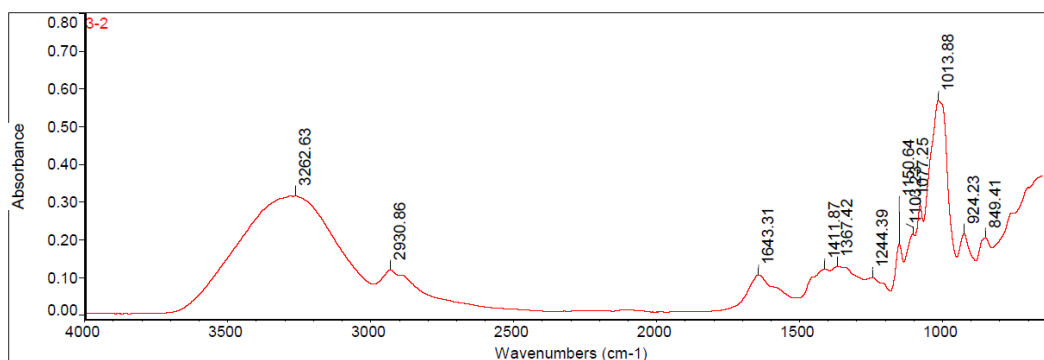
### 3.1 Hasil Proses Modifikasi Pati Sagu dengan Metode Hidroksipropilasi

Proses modifikasi pati sagu dilakukan dengan analisis menggunakan FTIR yang bertujuan untuk melihat gugus fungsi yang terbentuk dari pati sagu dan propilena oksida. Berikut akan disajikan perbandingan hasil analisis FTIR dari cangkang kapsul komersial (gelatin hewani), cangkang kapsul dari rumput laut, pati sagu dengan karagenan, dan pati sagu dengan modifikasi propilena oksida.

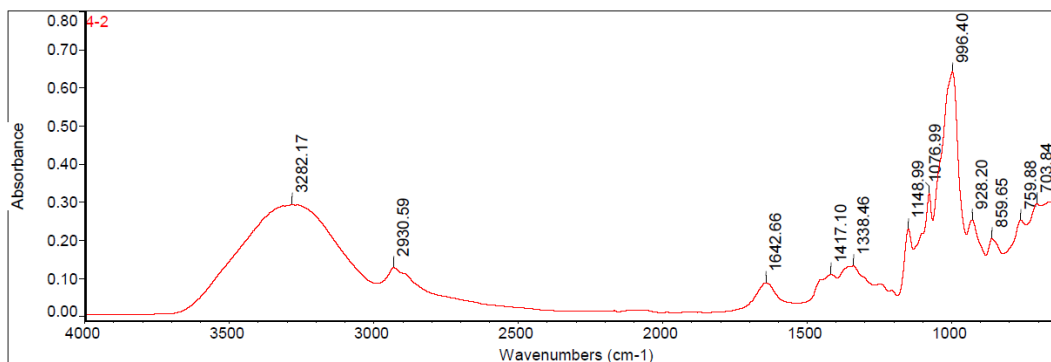
Puncak serapan dari variasi pengujian menggunakan FTIR menunjukkan bilangan gelombang yang hampir identik. Pada gelombang 3000-3300  $\text{cm}^{-1}$  yang terlihat pada Gambar 1 sampai Gambar 4 serapan pada panjang gelombang tersebut identik dengan senyawa organik yang mengandung gugus fungsi CH; OH; NH (Fessenden, 1982). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Roswien & Kusuma (2018) puncak serapan pada spektrum FTIR gelatin memiliki kesamaan yaitu pada bilangan gelombang 3267,11  $\text{cm}^{-1}$  sebagai ciri dari unsur CH; OH; NH ; serta pada 1450-1600  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan ciri dari ikatan C – C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan

Yuliasih et al. (2007) puncak OH; dan CH, yang merupakan unsur penyusun dari amilosa kandungan utama dari pati berada pada bilangan gelombang 3200  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil pembacaan FTIR pada Gambar 3 dan 4 membuktikan bahwa kandungan amilosa dari pati sagu terlihat pada bilangan gelombang 3292,22  $\text{cm}^{-1}$ .

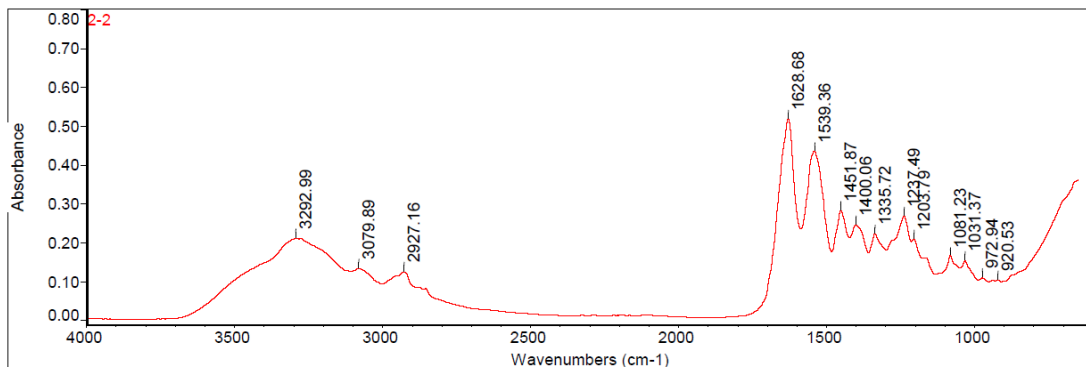
Modifikasi dengan propilen oksida bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik pati yaitu suhu gelatinasi yang lebih rendah, granula yang terbentuk mudah membengkak dan tidak mengalami retrograsi (Miksusanti, 2016). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 yang memiliki rumus kimia  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  terlihat pada wilayah spektrum antara 3000 – 2500  $\text{cm}^{-1}$  (Fessenden, 1982), dimana ikatan yang terjadi antara C – C; C – H; C=O. Sehingga pada penelitian ini modifikasi pati sagu dengan propilen oksida menggunakan metode hidrosipropilasi memberikan hasil yang positif, dan tidak terkecuali pada karagenan dimana memberikan hasil yang positif pada penelitian ini. Seperti pada Gambar 5, reaksi modifikasi pati sagu



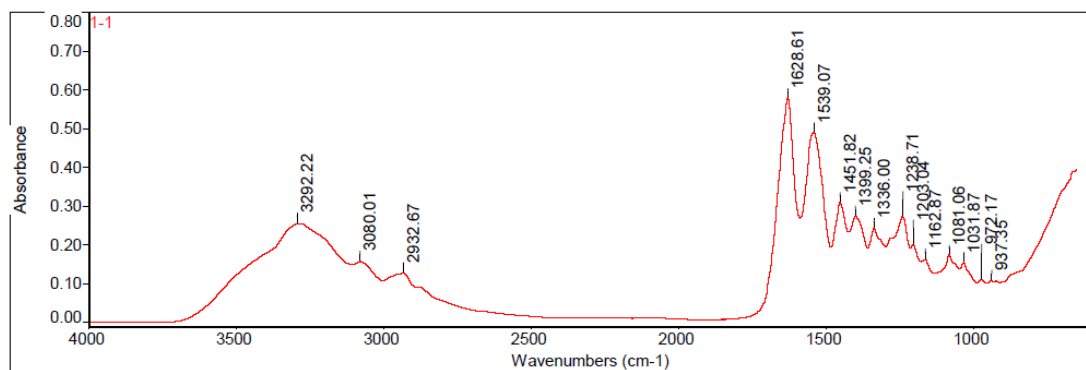
Gambar 1. Grafik Hasil Pembacaan FTIR Cangkang Kapsul Komersial



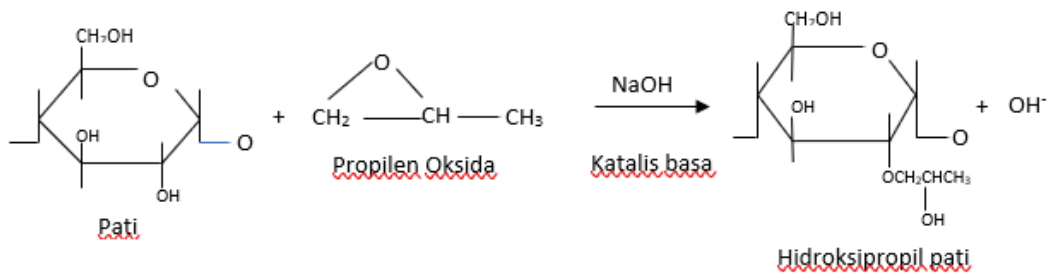
Gambar 2. Grafik Hasil Pembacaan FTIR Cangkang Kapsul dari Rumput Laut



Gambar 3. Grafik Hasil Pembacaan FTIR Cangkang Kapsul dari Pati Sagu dan Karagenan



Gambar 4. Grafik Hasil Pembacaan FTIR Cangkang Kapsul dari Pati Sagu Modifikasi Propilen Oksida



Gambar 5. Mekanisme reaksi pati dan propilen oksida dengan katalis basa (Wurzbug, 1986)

dengan propilen oksida akan menghasilkan hidroksipropil pati, dimana terjadi pelepasan gugus hidroksil pada pati yang digantikan dengan gugus lain dengan bantuan katalis basa (NaOH). Katalis basa terionisasi menjadi OH<sup>-</sup> yang memisahkan satu proton dari 3 gugus hidroksil yang tersedia. Ion pati akan menyerang molekul propilen oksida yang menyebabkan cincin terbuka secara simultan menyebabkan terbentuknya ion alkoksi baru. Selanjutnya ion alkoksi mengambil satu proton ion OH<sup>-</sup>

dari air bebas untuk mengkatalisis reaksi (Wurzbug, 1986).

Modifikasi ganda pati sagu termodifikasi dengan karagenan bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tarik, persen pemanjangan dan struktur internal polimer yang lebih kompak dan padat (Herliany, Santoso, & Salamah, 2013). Hal ini ditandai dengan munculnya gugus fungsi ester sulfat pada bilangan gelombang 1210 – 1260 cm<sup>-1</sup>, ikatan glikosidik yang terbentuk dari hasil modifikasi pada

bilangan gelombang 1010 – 1080 cm<sup>-1</sup>, Anhidro-Galaktosa (AG) pada 928 – 933 cm<sup>-1</sup>, galaktosa sulfat terbaca pada 840 - 850 cm<sup>-1</sup>, dan galaktosa 2 sulfat pada 800 - 805 cm<sup>-1</sup> (Setijawati, 2017). Hal ini sesuai dengan Gambar 3, hasil modifikasi pati sagu dengan karagenan.

### 3.2 Hasil Pencetakan Cangkang Kapsul

Hasil pencetakan cangkang kapsul dilakukan dengan cara memformulasi pati sagu hasil modifikasi dengan beberapa zat tambahan seperti karagenan yang diharapkan akan memberikan elastisitas yang baik pada saat pencetakan cangkang kapsul (Distantina, Wiratni, Fahrurrozi, & Rochmadi, 2011) atau dengan penggunaan STPP sebagai bahan tambahan dan pembentuk tekstur (Maharani, Hamzah, & Rahmayuni, 2017)

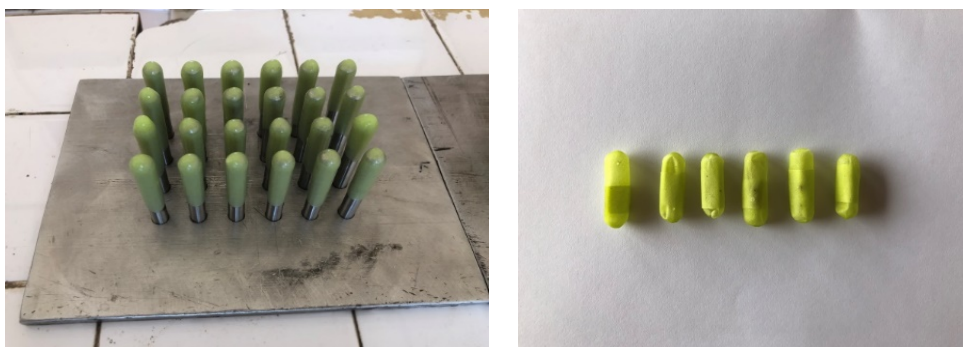
Salah satu cara untuk memperbaiki sifat pati alami adalah dengan dilakukan modifikasi secara ikat silang (*cross-linking*). Pati sagu yang dimodifikasi dengan propilen oksida kemudian ditambahkan sodium tripolyphosphate (STPP). Penambahan STPP bertujuan untuk memberikan tekstur, dan penstabil dari suatu campuran (Maharani et al., 2017). Berdasarkan data pada Tabel 1, variasi 1 –

3 yang menggunakan STPP sebagai bahan tambahan belum mampu memberikan hasil yang maksimal pada saat pencetakan, begitu juga pada variasi 6 – 8 yang menggunakan tambahan *plasticizer* (gliserol). Pada penelitian Maharani et al (2017) dilakukan modifikasi pati sagu menggunakan STPP, dimana memberikan hasil untuk nilai ketebalan yang rendah, hal ini berpengaruh terhadap nilai renggang putus, perpanjangan, dan laju perpindahan uap air (Darawati & Pranoto, 2010). Sehingga pada saat dilakukan pencetakan menjadi bentuk cangkang kapsul menjadi lengket dan tidak terbentuk sempurna.

Penambahan karagenan pada variasi 4; 5; 9; dan 10 bertujuan sebagai serat untuk meningkatkan nilai kuat tarik. Berdasarkan Tabel 1. untuk variasi 4 dan 5 tanpa *plasticizer* (gliserol) memberikan hasil yang rapuh, salah satu penyebab rapuhnya hasil pencetakan adalah unsur kalsium dari karagenan yang tinggi. Pada penelitian yang dilakukan Rakhman & Darni (2017) perlu ditambahkan *plasticizer* (gliserol) untuk mengurangi kerapuhan serta meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan film. Variasi 10 pada Tabel 1,

Tabel 1. Hasil Formulasi Pencetakan Cangkang Kapsul

| Variasi penelitian | Bahan baku                  | Plasticizer | Pelarut        | Bentuk fisik  | Hasil pencetakan   |
|--------------------|-----------------------------|-------------|----------------|---------------|--|
| Variasi 1          | Sagu : 9,7%<br>STPP : 0,3%  | -           | 90 ml aquadest | Lunak         | Cangkang lengket pada cetakan                                |
| Variasi 2          | Sagu : 9,5%<br>STPP : 0,5%  | -           | 90 ml aquadest | Lunak         | Cangkang lengket pada cetakan                                |
| Variasi 3          | Sagu : 9,4%<br>STPP : 0,6%  | -           | 90 ml aquadest | Lunak         | Cangkang lengket pada cetakan                                |
| Variasi 4          | Sagu : 7%<br>Karagenan : 3% | -           | 90 ml aquadest | Rapuh         | Cangkang pecah pada cetakan                                  |
| Variasi 5          | Sagu : 8%<br>Karagenan : 2% | -           | 90 ml aquadest | Rapuh         | Cangkang pecah pada cetakan                                  |
| Variasi 6          | Sagu : 9,7%<br>STPP : 0,3%  | 2% Gliserol | 90 ml aquadest | Lunak         | Cangkang lengket pada cetakan                                |
| Variasi 7          | Sagu : 9,5%<br>STPP : 0,5%  | 2% Gliserol | 90 ml aquadest | Lunak         | Cangkang lengket pada cetakan                                |
| Variasi 8          | Sagu : 9,4%<br>STPP : 0,6%  | 2% Gliserol | 90 ml aquadest | Lunak         | Cangkang lengket pada cetakan                                |
| Variasi 9          | Sagu : 7%<br>Karagenan : 3% | 2% Gliserol | 88 ml aquadest | Sedikit rapuh | Sebagian cangkang masih pecah                                |
| Variasi 10         | Sagu : 8%<br>Karagenan : 2% | 2% Gliserol | 88 ml aquadest | Semi solid    | Sebagian besar cangkang solid dan tidak lengket pada cetakan |



Gambar 6. Hasil Proses Pencetakan Cangkang Kapsul dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Penambahan Karagenan dan Gliserol Sebagai *Plasticizer*

dilakukan formulasi pati sagu termodifikasi (8%); karagenan (2%); gliserol (2%) dalam 100 ml campuran, memberikan hasil yaitu cangkang kapsul yang tidak rapuh dan proses pelepasan cangkang setelah dikeringkan tidak lengket seperti variasi yang lain.

Proses pencetakan cangkang kapsul dilakukan secara manual menggunakan *stick stainless steel* seperti pada Gambar 6. Karagenan yang ditambahkan gliserol sebagai zat tambahan memberikan hasil yang optimal dari pada variasi yang lain, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Distantina et al., (2011) yang menyebutkan bahwa sifat gel yang diperoleh dari karagenan berasal dari struktur heliks sekunder dengan konformasi 3,6-anhidri-D-galaktosa pada setiap unit karagenan, sedangkan penambahan gliserol menurut (Wattimena et al., 2016) mampu menurunkan interaksi antar molekul-molekul dan melemahkan

daya renggang lapisan sehingga diperoleh *film* yang elastis.

### 3.3 Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Cemaran Mikroba

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik dan uji cemaran mikroba dari cangkang kapsul berbahan dasar pati sagu termodifikasi yang dibandingkan dengan cangkang kapsul komersial dan cangkang kapsul dari rumput laut memberikan hasil pada Tabel 2.

Kelarutan (waktu hancur) merupakan waktu yang diperlukan untuk hancurnya kapsul sehingga tidak ada bagian yang tertinggal. Sebagai pembungkus sediaan obat, cangkang kapsul haruslah mudah dimetabolisme oleh tubuh karena setelah ditelan oleh pasien, kapsul akan langsung menuju ke lambung sehingga cangkang kapsul harus sudah hancur dalam waktu kurang dari 15 menit (Christi et al., 2016).

Tabel 2. Hasil Evaluasi Cangkang Kapsul Berdasarkan Sifat Fisik dan Cemaran Mikroba

| Parameter                      | Kapsul sagu Variasi 10      | Kapsul komersial            | Kapsul rumput laut          | (Christi et al., 2016) | PT. Capsugel Indonesia | Departemen Kesehatan RI Tahun 1995 | Farmakope Indonesia |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Uji kekerasan (kg)             | 4,7                         | 6,5                         | 5,4                         | -                      | -                      | -                                  | -                   |
| Kelarutan dalam air (menit)    | 2:13:06                     | 0:51:32                     | 1:03:30                     | < 15:0:0               | -                      | -                                  | -                   |
| Kelarutan suasana asam (menit) | 1:57:83                     | 0:52:26                     | 2:00:58                     | -                      | -                      | < 5:0:0                            | -                   |
| Kelarutan suasana usus (menit) | 7:22:45                     | 3:28:21                     | 1:54:07                     | -                      | -                      | -                                  | -                   |
| Uji ALT                        | 1,5x10 <sup>2</sup> cfu/g   | <sup>1</sup> Sprider        | < 10x10 <sup>0</sup> cfu/g  | -                      | < 1000                 | -                                  | -                   |
| <i>E. coli</i>                 | < 1,0x10 <sup>0</sup> cfu/g | < 1,0x10 <sup>0</sup> cfu/g | < 1,0x10 <sup>0</sup> cfu/g | -                      | Tidak ada dalam 1 g    | -                                  | Tidak ada           |
| <i>Salmonella</i>              | < 1,0x10 <sup>0</sup> cfu/g | < 1,0x10 <sup>0</sup> cfu/g | < 1,0x10 <sup>0</sup> cfu/g | -                      | Tidak ada dalam 10 g   | -                                  | Tidak ada           |
| <i>Staphylococcus aureus</i>   | Tidak ada                   | Tidak ada                   | Tidak ada                   | -                      | Tidak ada dalam 1 g    | -                                  | Tidak ada           |

<sup>1</sup>Tidak bisa dihitung karena koloni menyatu



Cepat atau lambatnya waktu yang dibutuhkan oleh kapsul untuk hancur dipengaruhi oleh ketebalan cangkang kapsul, semakin tebal cangkang kapsul maka waktu yang dibutuhkan untuk hancur akan semakin lama (Suptijah et al., 2012). Berdasarkan Departemen Kesehatan RI (1995), menyatakan bahwa cangkang kapsul harus larut dalam larutan asam dalam waktu kurang dari 5 menit. Hasil penelitian pada pada Tabel 2 menunjukkan kelarutan cangkang kapsul berada dalam rentang dibawah 3 menit, sehingga dapat dikatakan cangkang kapsul dari pati sagu memenuhi standar untuk kelarutan dalam asam.

Pengujian cemaran mikroba pada penelitian ini dilakukan pada jenis *E. coli*, *Salmonella Sp*, dan *Staphylococcus aureus*. Sebagai standar digunakan peraturan Departemen Kesehatan RI (1995) dan COA PT. Capsulgel Indonesia yang mengembangkan pembuatan cangkang kapsul dari rumput laut. Nilai dari hasil pengujian pada Tabel 2. yaitu negative untuk *E. coli*, *Salmonella*, dan *Staphylococcus aureus*. Pengujian angka lempeng total (ALT) untuk cangkang pati sagu  $1,5 \times 10^2$  cfu/g, cangkang komersial menunjukkan sprider (koloni melebar menutupi media) dan cangkang dari rumput laut negatif. Berdasarkan standar PT. Capsulgel untuk uji ALT yaitu kurang dari 1000 cfu/g sehingga nilai masih memenuhi syarat mutu untuk cangkang pati sagu dan rumput laut. Hasil analisis ini sangat dipengaruhi oleh bahan dan tempat dilakukan preparasi pada saat pembuatan cangkang kapsul.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil modifikasi pati sagu dengan propilen oksida (8%) dengan penambahan karagenan (2%), gliserol (2%) dapat merubah sifat fisik dari cangkang kapsul yang terbentuk. Tersubstitusinya gugus hidroksil pada pati oleh propilena oksida membentuk hidroksipropil pati ditunjukkan dengan pengukuran FTIR dengan adanya spektrum pada wilayah  $3000 - 2500 \text{ cm}^{-1}$ . Selain itu juga hasil modifikasi pati sagu ini

dengan penambahan karagenan dan *plasticizer* menunjukkan hasil yang optimal pada proses pencetakan cangkang kapsul. Pengujian kelarutan cangkang kapsul pati sagu menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan produk cangkang kapsul komersial dan cangkang kapsul rumput laut. Sedangkan pada pengujian cemaran mikroba dimana sangat dipengaruhi oleh tempat dan proses pembuatan cangkang kapsul sehingga nilai hasil pengujian ALT untuk cangkang pati sagu masih positif, untuk pengujian *E. coli*, dan *Staphylococcus aureus*, sedangkan untuk *Salmonella* telah sesuai standar. Dari penelitian ini perlu dilakukan optimalisasi formula dan pengujian agar cangkang kapsul yang dihasilkan dapat memenuhi standar mutu.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Kementerian Perindustrian yang memberikan dukungan pendanaan untuk penelitian yang dilakukan. Serta Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru yang memberikan fasilitas dalam kegiatan penelitian. Kemudian anggota peneliti yang turut membantu dalam kegiatan tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bantacut, T. (2011). Sagu: Sumberdaya untuk penganekaragaman pangan pokok. *Jurnal Pangan*, 20(1), 27–40.
- Christi A, G. J., Ambarsari, L., & Purwoto, H. (2016). Optimasi formula film berbasis amilopektin pati singkong dan karagenan sebagai bahan baku cangkang kapsul. *Current Biochemistry*, 3(1), 20–32.
- Darawati, M., & Pranoto, Y. (2010). Penyalutan kacang rendah lemak menggunakan selulosa eter dengan pencelupan untuk mengurangi penyerapan minyak selama penggorengan dan meningkatkan stabilitas oksidatif selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi Dan Pangan*, XXI(2), 108–116.



- Departemen Kesehatan RI. (1995). In *Farmakope Indonesia (IV)*.
- Distantina, S., Wiratni, Fahrurrozi, M., & Rochmadi. (2011). carrageenan properties extracted from *Eucheuma conttonii*. *World Academy of Science*, (54), 738–742.
- Fatriani. (2010). *Produktivitas pembuatan atap rumbia (Metroxylon sagu Rottb) dan kontribusinya terhadap pendapatan pengrajin di Desa Jambu Hulu Kecamatan Padang Batung Kabupaten Hulu Sungai Selatan Kalimantan Selatan*. Universitas Lambung Mangkurat.
- Fessenden, F. &. (1982). *Kimia Organik*. (P. . Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Ed.) (3rd ed.). Erlangga.
- Herliany, N. E., Santoso, J., & Salamah, E. (2013). Karakteristik biofilm berbahan dasar karagenan. *Jurnal Akuatika*, IV(1), 10–20.
- Ihsan, H., Khairiah, N., & Rufida. (2018). Karakteristik sifat fisik dan kimia edible film pati sagu rumbia (*Metroxylon sagu Rottb*) untuk bahan baku cangkang kapsul. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 10(2), 55–62.
- Ihsan, H., & Rahmi, N. (2017). Skrining fitokimia dan aktivitas antibakteri dari daun bamban (*Donax canniformis*) untuk formulasi obat dari bahan alam. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 1(1), 31–42.
- Junianto, Haetami, K., & Maulina, I. (2013). Karakteristik cangkang kapsul yang terbuat dari gelatin tulang ikan. *Jurnal Akuatika*, IV(1), 46–54.
- Maharani, Y., Hamzah, F., & Rahmayuni. (2017). Pengaruh perlakuan sodium tripolyphosphate (STPP) pada pati sagu termodifikasi terhadap ketebalan, transparansi dan laju perpindahan uap air *edible film*. *Jom Faperta*, 4(2), 1–11.
- Maulani, R. R., Fardiaz, D., Kusnandar, F., & Sunarti, T. C. (2013). Sifat fungsional pati garut hasil modifikasi hidroksipropilasi dan taut silang. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 24(3), 60–67. <https://doi.org/10.6066/jtip.2013.24.1.60>
- Miksusanti. (2016). Potensi prebiotik pati ubi wui (*Dioscorea alata L*) yang termodifikasi propilen oksida. In *Prosiding Seminar Tanaman Obat Indonesia* (pp. 1–9).
- Puspandari, N., & Isnawati, A. (2015). Deskripsi hasil uji angka lempeng total (ALT) pada beberapa susu formula bayi. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 106–112.
- Rakhman, F. A., & Darni, Y. (2017). Aplikasi edible film dari rumput laut *Eucheumma cottoni* dan pati sorgum dengan *plasticizer* gliserol dan filler CaCO<sub>3</sub> sebagai bahan pembuat cangkang kapsul. *Jurnal Kelitbangan*, 5(2), 172–183.
- Roswiem, A. P., & Kusuma, I. (2018). Identifikasi gelatin dalam obat bentuk sediaan tablet menggunakan metode *fourier transform infra red* (FTIR) *spectroscopy*. *Indonesian Journal of Halal*, 1(1), 58–72.
- Said, M. I., Triatmojo, S., Erwanto, Y., & Fudholi, A. (2011). Karakteristik gelatin kulit kambing yang diproduksi melalui proses asam dan basa. *Agritech*, 31(3), 1–9.
- Setijawati, D. (2017). Penggunaan *Eucheuma Sp* dan Chitosan sebagai bahan *edible film* terhadap kualitasnya. *Journal of Fisheries and Marine Sciences and Marine Science*, 1(1), 6–14.
- Suptijah, P., Suseno, S. H., & Kurniawati. (2012). Aplikasi karagenan sebagai cangkang kapsul keras alternatif pengganti kapsul gelatin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(3), 223–231.
- Suryani, N., Sulistiawati, F., & Fajriani, A. (2009). Kekuatan gel gelatin tipe B dalam formulasi granul terhadap kemampuan mukoadhesif. *Makara Kesehatan*, 13(1), 1–4.
- Wattimena, D., Ega, L., & Polnaya, F. J. (2016). karakteristik *edible film* pati sagu alami dan pati sagu fosfat dengan penambahan gliserol. *Agritech*, 36(3), 247–252.
- Wurzburg, O. B. (1986). *Modified starches : Properties and Uses*. Boca Raton, Fla. : CRC Press.

Yuliasih, I., Irawadi, T. T., Sailah, I., Pranamuda, H., Setyowati, K., & Sunarti, T. C. (2007). Aplikasi pati sagu dan modifikasinya sebagai komponen plastik. In *Sumber daya Alam Indonesia : Peranan Teknologi Kimia dalam Pemanfaatannya secara Berkelanjutan* (pp. D5-1 – D5-D9).