



**PENGARUH PERBANDINGAN DAN KONSENTRASI BAHAN PEMBENTUK  
GEL TERHADAP SIFAT FISIKO-KIMIA GEL KOMBINASI  
KARAGINAN DAN PATI SAGU**

***THE EFFECT OF GELLING AGENT COMPARISON AND CONCENTRATION ON  
PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF CARRAGENAN AND  
SAGO STARCH COMBINED GEL***

**Adrianus O W Kaya<sup>1\*</sup>, Martha L Wattimena<sup>1</sup>, Esterlina E E M Nanlohy<sup>1</sup>,  
Sherly Lewerissa**

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Pattimura

*\*Korespondensi: adrianuskaya\_belso@yahoo.com*

**ABSTRAK**

Istilah Gel atau jeli dapat didefinisikan sebagai sediaan semi padat yang terdiri dari suspensi yang dibuat dari partikel organik kecil atau molekul organik besar, berpenetrasi oleh suatu cairan, yang pergerakan medium pendispersinya terbatas oleh sebuah jalinan jaringan tiga dimensi dari partikel-partikel atau makromolekul yang terlarut pada fase pendispersi. Karaginan dan pati sagu mempunyai beberapa sifat yang mirip yaitu sebagai komponen pembentuk gel, penstabil dan pengental, sehingga banyak dimanfaatkan industri pangan, farmasi, kosmetik, pencetakan dan tekstil yaitu sebagai bahan pembentuk gel, pengental, bahan penstabil. Kombinasi bahan pembentuk yang digunakan dalam pembuatan gel pengharum ruangan sangat berpengaruh terhadap produk gel yang dihasilkan, karena dari kombinasi tersebut diharapkan memiliki efek sinergis yang menghasilkan gel dengan kekuatan gel tinggi namun memiliki sineresis yang rendah serta ramah lingkungan karena dibuat dari baha-bahan alami.

Kata Kunci: bahan pembentuk gel, karaginan, pati sagu, perbandingan dan konsentrasi, sifat fisiko-kimia

**ABSTRACT**

*Gel or jelly can be defined as semi-solid material which consists of suspension derived from either small organic particles or large organic molecules, and then is penetrated by a liquid of which its dispersal medium is limited by a three-dimensional texture from dissolved particles or macro-molecules at dispersion phase. Carrageenan and sago starch have similar properties, such as a component of gelling, stabilizer and gelatin agent, as a consequence, the substances are widely utilized in industries, for instance, food, pharmacy, cosmetics, printing and textile. Combined materials used in producing air freshener gels significantly affect the product, and synergic effects are highly expected from the gels that have high gel strength yet low syneresis. Additionally, because the gels are made of natural ingredients, they are environmentally friendly.*

*Keywords: gelling agent, carrageenan, sago starch, comparisson and concentration, physical-chemical properties*

**1. PENDAHULUAN**

Istilah gel atau jeli dapat didefinisikan sebagai sediaan semipadat yang terdiri dari suspensi yang dibuat dari partikel organik kecil atau molekul organik besar, berpenetrasi oleh suatu cairan, yang pergerakan medium pendispersinya terbatas oleh sebuah jalinan jaringan tiga dimensi dari partikel - partikel atau makromolekul yang terlarut pada fase pendispersi [1, 2, 3].

Karaginan adalah kelas polisakarida galaktan yang terdapat sebagai bahan matriks antar sel dalam rumput laut merah atau ganggang laut dari kelas Rhodophyta, memiliki sifat pengembang, pembentuk gel dan penstabil yang sangat baik. Karagenan terutama digunakan sebagai agen pengemulsi, basis gel, agen pensuspensi, dan sebagai agen peningkat viskositas pada formulasi farmasetik seperti suspensi, emulsi, gel, cream, lotion, tetes mata, suppositoria, tablet dan kapsul [4, 5, 6].

Pati sago merupakan salah satu bentuk karbohidrat yang dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai industri dan sangat tergantung pada karakteristik fisikokimia dan fungsionalnya. Karakteristik fisikokimia pati secara spesifik bergantung pada sumber asal dan cara pengolahannya, misalnya bentuk dan ukuran granula pati, warna, serta komposisi amilosa dan amilopektinnya. Komponen amilosa berkaitan dengan daya serap air dan kesempurnaan proses gelatinisasi produk [7].

Karaginan dan pati sago mempunyai beberapa sifat yang mirip yaitu sebagai komponen pembentuk gel, penstabil dan pengental, sehingga banyak dimanfaatkan

industri pangan, farmasi, kosmetik, pencetakan dan tekstil yaitu sebagai bahan pembentuk gel, pengental, bahan penstabil [5, 8].

Kombinasi bahan pembentuk yang digunakan dalam pembuatan gel sangat berpengaruh terhadap produk gel yang dihasilkan, karena dari kombinasi tersebut diharapkan terdapat efek sinergis yang akan menghasilkan gel dengan kekuatan gel tinggi namun memiliki sineresis yang rendah. Efek sinergis merupakan salah satu faktor penting yang menentukan mutu akhir dari suatu produk gel khususnya yang akan diaplikasikan ke dalam berbagai produk turunan misalnya produk gel pengharum ruangan, sehingga diharapkan dari penelitian ini dapat menghasilkan gel yang memiliki efek sinergis yang berasal dari kombinasi bahan pembentuk gel yang digunakan sehingga memiliki masa pakai yang lama dan ramah lingkungan karena dibuat dari bahan-bahan alami. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji kesesuaian antara bahan pembentuk gel yang digunakan yaitu karaginan dan pati sago berdasarkan perbandingan dan konsentrasi.

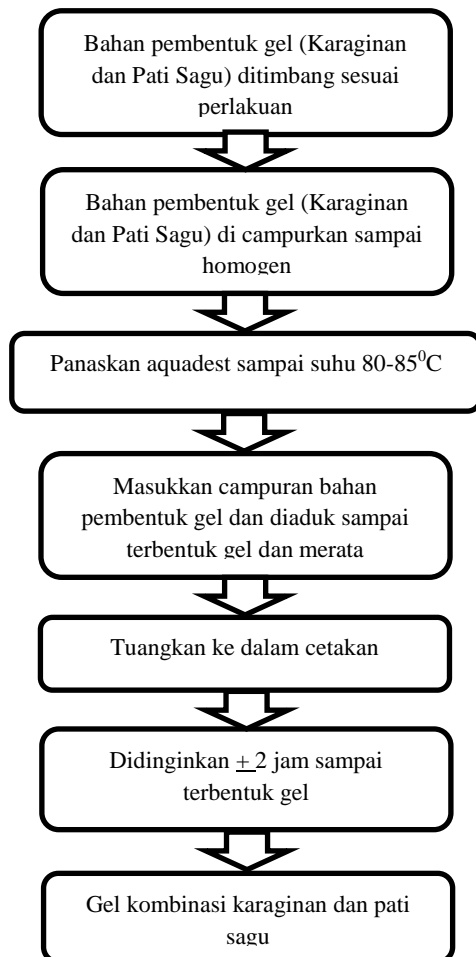
**2. METODE PENELITIAN****2.1. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah kompor listrik, sudip, pengaduk gelas, beaker glass 100 ml, timbangan analitik, cetakan, kemasan plastik, termometer, texture analyzer merek STEVENS-LFRA.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Karaginan, Pati sago, Natrium benzoat, Propilen glikol, Aquades.

## 2.2. Prosedur Pembuatan Gel

Pembuatan gel campuran karaginan dan pati sagu yang dimulai dengan pemanasan akuades dalam beaker glass pada suhu kurang lebih 80 °C sampai dengan 85 °C kemudian karaginan dan pati sagu yang telah dicampur sampai homogen dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam beaker glass yang berisi akuades yang telah dipanaskan kemudian diaduk selama kurang lebih 5 menit sampai terbentuk gel, kemudian gel yang terbentuk dituang ke dalam cetakan plastik dan dibiarkan pada suhu ruang selama kurang lebih 2 jam sampai gel yang dicetak berbentuk sesuai cetakan. Adapun prosedur pembuatan gel campuran karaginan dan pati sagu seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Prosedur Pembuatan Gel Kombinasi Karaginan dan Pati Sagu

**Fig 1.** Procedure For Making Gel Combination of Carrageenan and Sago Starch

## 2.3. Perlakuan

Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian ini terdiri dari dua yaitu :

- A. Perbandingan bahan pembentuk gel yaitu karaginan dan pati sagu yang terdiri dari dua taraf yaitu 2:1 dan 3:1
- B. Konsentrasi bahan pembentuk gel yang terdiri dari tiga taraf yaitu: 7%, 8%, 9%

## 2.4. Parameter

Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri atas : kekuatan gel, sineresis, susut bobot dan total penguapan zat cair.

## 2.5. Prosedur Analisis

### 2.5.1. Kekuatan Gel [9]

Metode analisis karakteristik gel campuran karaginan dan pati sagu yang dihasilkan adalah sebagai berikut kekuatan gel. Analisis dilakukan dengan menggunakan *texture analyzer* merk STEVENS-LFRA. Jarum penusuk memiliki ukuran luas 0,1923 cm<sup>2</sup> pada kecepatan 0,5 mm/detik sampai kedalaman 20 mm, apabila posisi jarum penusuk telah berada di tengah permukaan gel, alat *texture analyzer* diaktifkan sampai jarum menembus permukaan gel. Evaluasi hasil pengukuran dilakukan dengan membaca grafik yang dihasilkan. Persamaan kekuatan, kekerasan, dan *rigidity* gel adalah sebagai berikut :

$$\text{Kekuatan gel} = \frac{\text{Puncak gaya (g)}}{\text{Luas kontak area (cm}^2\text{)}}$$

### 2.5.2. Sineresis [9]

Sineresis yang terjadi selama penyimpanan diamati dengan menyimpan gel pada suhu ruang selama 24 jam. Syneresis dihitung dengan mengukur kehilangan bobot selama penyimpanan lalu dibandingkan dengan berat awal gel. Syneresis dinyatakan dengan rumus :

$$\text{Sineresis} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

### 2.5.3. Susut Bobot [9]

Nilai susut bobot diuji dengan melakukan penimbangan berat gel seminggu sekali sebanyak 4 kali. Susut bobot dihitung dengan cara menimbang nilai penurunan berat gel setiap minggu (Mn) dikurangi

dengan nilai berat gel pada hari pertama pembuatan gel ( $M_0$ ).

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{Bobot minggu ke } n \text{ (} M_n \text{)} - \text{Bobot minggu ke } 0 \text{ (} M_0 \text{)}}{\text{Bobot minggu ke } 0 \text{ (} M_0 \text{)}} \times 100\%$$

#### 2.5.4. Penguapan Zat Cair [9]

Cara pengujian penguapan zat cair adalah dengan mengukur berat gel seminggu sekali sebanyak 4 kali, sehingga lama penyimpanan gel pengharum ruangan adalah 4 minggu. Total penguapan zat cair dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Penguapan zat cair} = \frac{\text{Total zat cair yang menguap (} M_n - M_0 \text{)}}{\text{Bobot minyak + aquades}} \times 100\%$$

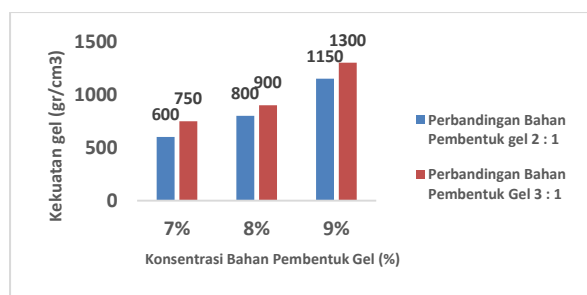
#### 2.5.5. Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (Steel and Torrie (21)). Hasil analisa ditampilkan dalam bentuk gambar.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kekuatan Gel

Kekuatan gel didefinisikan sebagai gaya maksimum yang diberikan pada bahan selama kompresi gel pati dan diamati sebagai puncak gaya (g) pada saat gel pecah dibagi luasan yang kontak area/bidang tekan ( $\text{cm}^2$ ) [9, 11]. Hasil uji kekuatan gel kombinasi karaginan dan pati sago sebagai bahan pembentuk gel berdasarkan perbandingan dan konsentrasi mempunyai nilai berkisar antara 600 – 1300  $\text{gr/cm}^3$  (Gambar 2).



**Gambar 2.** Nilai Kekuatan Produk Gel Kombinasi Karaginan dan Pati Sagu

**Fig 2.** Gel Strength of Combination from Carrageenan and Sago Starch

Nilai kekuatan gel produk gel kombinasi karaginan dan pati sago mengalami peningkatan sejalan dengan variasi peningkatan perbandingan dan konsentrasi karaginan dan pati sago yang di tambahkan dalam pembuatan gel. Meningkatnya kekuatan gel dari produk gel yang diteliti mengindikasikan bahwa terdapat efek sinergis yang baik dari kombinasi antara karaginan dan pati sago sebagai bahan pembentuk gel.

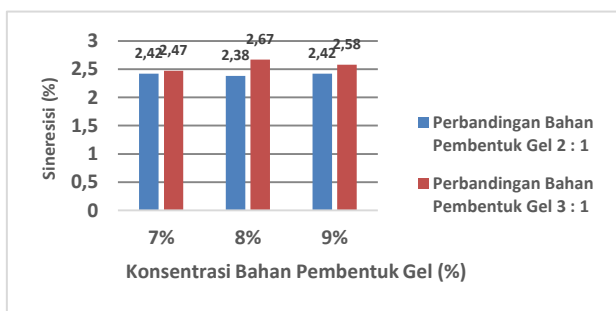
Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [12], yang menemukan bahwa peningkatan konsentrasi bahan pembentuk gel kombinasi antara karaginan dan glukomanan mengakibatkan terjadinya peningkatan kekuatan gel dari produk gel yang dihasilkan, selanjutnya dikemukakan juga oleh [13, 14] bahwa peningkatan kekuatan gel dari produk gel yang dihasilkan disebabkan karena adanya efek sinergis antara karaginan dan glukomanan yang ditambahkan dalam pembuatan gel, hal tersebut disebabkan karena molekul glukomanan terabsorpsi pada permukaan *junction zone* dari kaaginan yang teragregasi dan menyebabkan terjadinya proses penggabungan antara karaginan dan glukomanan.

Disamping itu menurut [15] Gel pati pregelatinisasi yang mengandung berbagai rasio perbandingan dan konsentrasi karagenan dapat menawarkan berbagai kekuatan bioadhesif, yang mengarah pada peningkatan sifat fisik, terbentuknya gel yang kuat dan stabil [16]. Rendahnya kadar sulfat dalam karagenan mengakibatkan kekuatan gelnnya semakin tinggi. Pengurangan sulfat menyebabkan terbentuknya konformasi 3,6-*anhydro galactose* (DA) yang dapat menyebabkan *crosslinking* sehingga terbentuk fase gel [5]. Semakin tinggi suhu gelatinisasi dan kadar amilosa maka semakin rendah daya pengembangan pati yang dimiliki karena pengembangan pati berkaitan dengan penyerapan air dan pembentukan gel, dan sebaliknya semakin tinggi daya serap air maka semakin tinggi daya pengembangan pati [17].

#### 3.2. Sineresis

Gel memiliki sistem *disperse* yang banyak tersusun dari air serta sangat rentan

terhadap terjadinya instabilitas fisik, kimia maupun mikroba. Pada umumnya instabilitas fisik yang terjadi pada gel yaitu sineresis yang mana keluarnya medium dispersi dari sistem akibat adanya kontraksi sistem polimer gel serta akibat dari tekanan yang terjadi terhadap molekul air yang posisinya berada diantara rantai polisakarida yang mengakibatkan keluarnya tetes-tetes kecil air yang terjadi pada permukaan bahan cetak. Air dapat keluar dari produk yang dihasilkan khususnya gel diakibatkan oleh proses penguapan [18, 19]. Nilai sineresis produk gel kombinasi karaginan dan pati sago sebagai bahan pembentuk gel pada penelitian ini berdasarkan perbandingan dan konsentrasi dengan pengamatan selama 24 jam mempunyai nilai berkisar antara 2,38 – 2,64% (Gambar 3).



**Gambar. 3.** Nilai Sineresis Produk Gel Kombinasi Karaginan dan Pati Sagu

**Fig. 3.** Syneresis of Gel Combination from Carrageenan and Sago Starch

Nilai sineresis produk gel kombinasi karaginan dan pati sago menunjukkan nilai yang fluktuatif berdasarkan variasi perbandingan dan konsentrasi karaginan dan pati yang di tambahkan dalam pembuatan gel. Hal tersebut dapat disebabkan karena jumlah air bebas yang keluar ke permukaan dari masing-masing gel berbeda satu sama lainnya dan sebaliknya juga jumlah air bebas yang terperap dalam matriks gel juga akan berbeda. Disamping itu agregat yang terbentuk sebagai hasil ikatan silang antar alfa helix juga menentukan banyak dan sedikitnya jumlah air bebas yang keluar ke permukaan gel.

Menurut Glicksman, [13] dan [20] hidrokoloid umumnya mempunyai kemampuan membentuk gel dalam air dan

bersifat reversible. Proses pemanasan dengan suhu yang lebih tinggi dari suhu pembentukan gel mengakibatkan polimer dalam larutan menjadi random coil (acak). Bila suhu diturunkan, polimer akan membentuk struktur double helix (pilinan ganda) dan apabila penurunan suhu terus terjadi maka polimer akan saling berikatan silang secara kuat karena bertambahnya bentuk heliks akan terbentuk/ menghasilkan agregat yang berperan penting dalam pembentukan gel dengan struktur yang kuat. Jika proses diteruskan, ada kemungkinan pembentukan agregat terus terjadi dan gel akan mengerut sambil melepaskan air yang dikenal sebagai sineresis

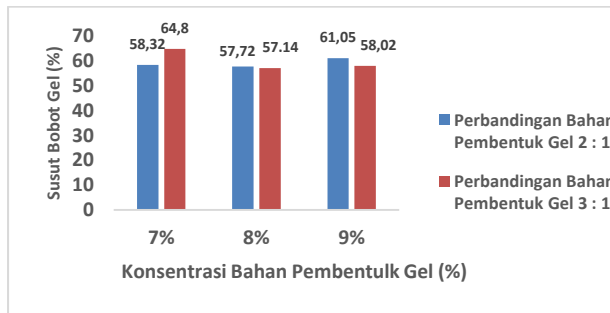
Selanjutnya dikatakan oleh [21], pati yang dipanaskan dan telah mengalami proses dingin kembali, sebagian molekul air masih berada di bagian granula yang membengkak, molekul air ini mengadakan ikatan yang erat bersama dengan molekul-molekul pati yang terdapat pada permukaan butir-butir pati yang membengkak. Sebagian molekul air telah dimasak tersebut berada dalam struktur rongga-rongga jaringan yang terbentuk dari butir pati dan endapan amilosa. Bila gel tersebut disimpan selama beberapa hari pada suhu rendah, maka akan mengakibatkan air yang terdapat dalam bahan dapat keluar meninggalkan bahan.

Sineresis merupakan suatu proses yang terjadi akibat adanya kontraksi di dalam massa gel. Cairan yang terperap di dalam akan keluar dan berada di atas permukaan gel sebagai akibat adanya tekanan elastik pada saat proses pembentukan gel yang diakibatkan oleh kontraksi yang berhubungan dengan fase relaksasi maka terbentuklah massa gel yang tegar. Tekanan elastik mengakibatkan terjadinya perubahan pada ketegaran gel menyebabkan jarak antar matriks berubah, sehingga memungkinkan cairan bergerak ke atas permukaan, pH (keasaman dan kebasaaan yang tinggi), mekanik (pengadukan dan tekanan), suhu (suhu tinggi menyebabkan denaturasi serta keluarnya cairan), garam (kandungan garam yang tinggi dapat mempercepat sineresis) [18].



### 3.3. Susut Bobot

Susut bobot produk gel menggambarkan berat sisa gel yang diperoleh pada akhir pengamatan selama 4 minggu. Hasil perhitungan susut bobot gel kombinasi karaginan dan pati sagu sebagai bahan pembentuk gel mempunyai nilai berkisar antara 57.14 – 61.05% (Gambar 4).



**Gambar 4.** Nilai Susut Bobot Produk Gel Kombinasi Karaginan dan Pati Sagu

**Fig. 4.** Weight Loss of Gel Combination from Carrageenan and Sago Starch

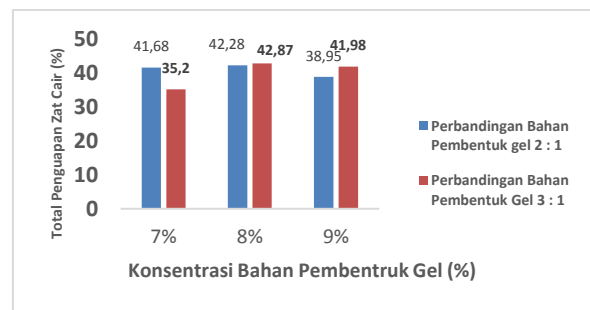
Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa nilai susut bobot gel kombinasi karaginan dan pati sagu terjadi fluktuatif berdasarkan variasi perbandingan dan konsentrasi karaginan dan pati sagu yang di tambahkan dalam pembuatan gel. Hal tersebut mengakibatkan berat sisa dari produk gel yang dihasilkan dalam penelitian ini juga mengalami variasi sesuai dengan perbandingan dan konsentrasi bahan pembentuk gel yang dicobakan.

Kemampuan gel dalam mengikat air merupakan salah faktor yang sangat mempengaruhi pengurangan berat dari gel, semakin besar kemampuan gel dalam mengikat air atau semakin besar jumlah air yang terperap dalam matriks gel akan memperkecil pengurangan susut bobot dari gel karena semakin sedikit air yang keluar dan sebaliknya. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena efek sinergis yang terdapat pada gel akibat kombinasi bahan pembentuk/polisakrida yang tepat baik dalam perbandingan maupun konsentrasi. Polisakarida seperti karaginan jika dicampurkan dengan konjak, maka akan terjadi interaksi yang sinergis. Sinergisme tersebut akan menghasilkan gel dengan tekstur yang lebih elastis serta kekuatan gel

yang lebih tinggi, memperbaiki kapasitas pengikat uap air, mengubah tekstur gel menjadi lebih elastis dan kenyal serta memungkinkan penggunaan untuk berbagai kepentingan fungsional yang lebih besar dan tekstur untuk formulasi [15].

### 3.4. Total Penguapan Zat Cair

Hasil analisa total penguapan zat cair produk gel kombinasi karaginan dan pati sagu selama 4 minggu pengamatan. Hasil perhitungan total penguapan zat cair produk gel kombinasi karaginan dan pati sagu sebagai bahan pembentuk gel mempunyai nilai berkisar antara 35.20 – 42.87% (Gambar 5).



**Gambar 5.** Nilai Total Penguapan Zat Cair Produk Gel Kombinasi Karaginan dan Pati Sagu

**Fig. 5.** Liquid Evaporation Total of Gel Combination from Carrageenan and Sago Starch

Berdasarkan gambar 5, terlihat bahwa nilai total penguapan zat cair produk gel kombinasi karaginan dan pati sagu menunjukkan nilai yang fluktuatif berdasarkan variasi perbandingan dan konsentrasi karaginan dan pati yang di tambahkan dalam pembuatan gel. Kondisi tersebut berdasarkan jumlah air yang menguap selama masa pengamatan berlangsung, sehingga mengakibatkan jumlah total penguapan zat cair dalam gel juga akan meningkat dan begitu pula sebaliknya. Selain itu juga semakin besar/kecil jumlah molekul air yang terperap dalam matrik gel juga akan mempengaruhi jumlah penguapan zat cair dari gel tersebut. Hasil penelitian Kaya [22] mengemukakan bahwa ketidakstabilan suhu dan kelembaban udara dapat mengakibatkan proses pelepasan pewangi dan air bebas yang

terkandung didalam gel pengharum ruangan menjadi tidak konstan atau dapat semakin besar/kecil yang akan mengakibatkan terjadinya perubahan nilai penguapan zat cair. Luas permukaan bahan juga turut mempengaruhi penguapan zat cair yang terdapat dalam gel yang dihasilkan. Dalam penelitian ini menggunakan cup ukuran 100 ml dengan diameter atas 6,6, cm; diameter bawah 4,3 cm; dan tinggi 4,8 cm yang merupakan ukuran cup sedang. Ukuran suatu bahan mempengaruhi proses penguapan zat cair yang ada dalam suatu bahan dimana semakin tipis suatu bahan maka air terikat didalam bahan akan lebih cepat keluar menuju permukaan bahan yang kemudian akan dihembuskan menuju lingkungan dan sebaliknya [23]. Disamping itu menurut [21] terdapat dua faktor utama yang turut mengontrol/mengatur nilai pelepasan aroma atau zat cair dari suatu produk yaitu kemampuan melepaskan aroma dari produk dasar (faktor thermo dinamik) dan kemampuan/daya tahan transfer massa dari produk ke udara/lingkungan dimana produk tersebut disimpan (faktor kinetik).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka kesimpulan yang dapat diambil adalah gel kombinasi karaginan dan pati sagu dengan perbandingan bahan pembentuk gel 3:1 dan konsentrasi 7% memiliki nilai terbaik diantara perbandingan dan konsentrasi bahan pembentuk gel lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allen V L and. Loyd. 2002 The Art, Science and Technology of Pharmaceutical Compounding. American Pharmaceutical Assicoation, Washinton. D.C.
- [2] Farmakope Indonesia Edisi V 2014. Jakarta : Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- [3] Dirjen POM Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. Farmakope Indonesia(4th ed.). Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [4] Thakur V.K and Thakur M.K. 2016. Handbook of Polymers for Pharmaceutical Technologies Volume 4. New Jersey : John Wiley & Sons. 49 p.
- [5] Campo V L, Kawano D F, da Silva Jr, DB Carvalho I. 2009. Carrageenans: Biological Properties, Chemical Modifications and Structural Analysis—A Review. *Carbohyd. Polym*; 77(2): 167–180.
- [6] Narang S, A Boddu, H S.Sai. 2015. Excipient Application in Formulation Design and Drug Delivery. Switzerland : Springer. 43 p.
- [7] Jading, A, E Tethool., P Payung, S Gultom 2011. Karakteristik Fisikokimia Pati Sagu Hasil Pengerinan Secara Fluidisasi Menggunakan Alat Pengering Cross Flow Fluidized Bed Bertenaga Surya dan Biomassa. *Reaktor*. 13 (3): 155-164.
- [8] Van de Velde, F knutsen, S.H. Usov, A.I. Romella, H.S. Cereso, A.S. 2002. 1H and 13 C High Resolution NMR Spectroscopy of Carrageenan: *Application in Research and Industry, Trend in Food Science and Technology* 13:73-92.
- [9] Demars L L and G R Ziegler. 2001. Texture and Structure of Gelatine/Pectine Based Gummy Confection. *Food Hydrocolloids* 15(4-6): 643-653.
- [10] Steel R D, Torrie JH. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Penerjemah : Sumantri B. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [11] Yuan M L, H Lu, Y Q Cheng, L T Li. 2008. Effect of Spontaneous Fermentation on The Physical Properties of Corn Starch And Rheological Characteristics of Corn Starch Noodle. *Journal of Food Engineering* 85: 12-17.
- [12] Kaya A O W, A Suryani, Santoso J, M S. 2015. Karakteristik dan Struktur Mikro Gel Campuran *Semirefined Carrageenan* dan Glukomanan. *Jurnal Kimia dan Kemasan* 37(1):19-28.
- [13] Glikcsman. 1983. *Food Hydrocolloids*. Volume 1. Florida: CRC Press Boca Raton. 53 p.
- [14] Akewan A 2021. Viscosity and Gel Formation of a Konjac Flour From

*Amorphophallus oncophyllus*.  
<http://www.journal.au.edu> (5 Mei 2021)

- [15] Lefnaoui, Sonia., and Moulai-Mostefa, Nadji. 2011. Formulation and in Vitro Evaluation of Kappa-Carrageenan-Pregelatinized Starch-Based Mucoadhesive Gels Containing Miconazole. *Starch-Starke*; 63(8): 512-521.
- [16] Furia T E. 1972. Handbook of Food Additives. Second Edition. Published by CRC Press, Inc, USA. 307-310 p.
- [17] Tethool E F. 2006. Ekstraksi dan Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Buah Aibon (*Bruguiera gymnorhiza* Lamk.), *Skripsi Sarjana Teknologi Pertanian*, Universitas Negeri Papua, Manokwari.
- [18] Gad S C. 2008, Pharmaceutical Manufacturing Handbook: Production and Processes, A John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. 48 p.
- [19] McCabe J F and A W Walls. 2008. Applied Dental Materials. Ninth Edition. Singapore: Blackwell Munksgaard. 52 p.
- [20] Fardiaz D. 1989. Hidrokoloid. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan. Hal 58.
- [21] Kaya A O W. 2020. Karakteristik Produk Gel Kombinasi Karaginan dan Pati Sagu. *Majalah Biam*. 16(02): 79-85.
- [22] Kaya A O W. 2018. Pemanfaatan Karaginan Semi Murni Sebagai Bahan Pembentuk Gel Dalam Pembuatan Gel Pengharum Ruangan. *Majalah Biam*. 14(01): 37-44.
- [23] Widiyasanti A, Sudaryanto, R Arini, A Asgar. 2018. Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Optik Brokoli Selama Proses Pengeringan Vakum Dengan Tekanan 15 cmHg. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*. 22: 49-50.