

## Karakteristik Fisis Gel *Edible Film* yang Dibuat dengan Variasi pH dan Rasio Kasein dan Tapioka

### *Physical Characteristics of Edible Film Gel Made under Various pH and Ratio of Casein and Tapioca*

Triana Lindriati<sup>\*</sup>, Yhulia Praptiningsih, Dwi Fatma Wijayanti  
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember  
Jln. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Jember 68121  
<sup>\*</sup>E-mail: lindriatitriana@yahoo.com

#### ABSTRACT

Gelation from casein and tapioca take place in the edible film making. An interaction of carbohydrate and protein in the formation of gel could be affect on the physical properties of edible film gel. An appropriate ratio of casein-tapioca and pH was expected to produce physical characteristics of edible film gel. The aims of this research were to know the influence of casein-tapioca ratio, pH and the interaction of casein-tapioca ratio and pH to produce edible film gel. The research was conducted by randomized completely block design with two factors. The first factor was casein-tapioca ratio (0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20; 100:0) and the second factor was pH (4; 7; 9). The parameter of observation were colour (lightness and chroma), moisture content, WHC, precipitation and viscosity of edible film gel. The data analysis uses minitab V.1.6 carried on Tukey test. The result shows that casein-tapioca ratio influenced on colour (lightness and chroma), moisture content, WHC, precipitation and viscosity of edible film gel. The treatment of pH influenced on colour (lightness and chroma), moisture content, WHC and precipitation of edible film gel. An interaction between the ratio of casein-tapioca and pH influenced on colour (lightness and chroma), moisture content, WHC and precipitation of edible film gel.

Keywords: Edible film gel, interaction of carbohydrate-protein, physical characteristics

#### PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan pangan semakin meningkat seiring dengan jumlah penduduk yang semakin meningkat. Bahan pangan umumnya bersifat rentan terhadap beberapa kerusakan yang diakibatkan oleh beberapa faktor seperti fisik, kimia, mikrobiologi dan biokimia sehingga dibutuhkan bahan pengemas agar tidak mudah mengalami penurunan mutu. *Edible film* merupakan lapisan yang digunakan untuk melapisi produk dan dapat dimakan. *Edible film* berfungsi sebagai pelindung dari kerusakan secara mekanik, penghambat perpindahan uap air, menghambat pertukaran gas, mencegah

kehilangan aroma, mencegah perpindahan lemak, meningkatkan karakteristik fisik dan sebagai pembawa zat aditif (Kumalasari, 2005).

Pembuatan *edible film* dengan menggunakan teknik *solvent casting* dipengaruhi oleh proses pembentukan gel

saat pemanasan. Pembentukan gel pada campuran karbohidrat dan protein diakibatkan oleh proses gelatinisasi pati dan gelasi protein. Umumnya, gel pati lebih kental dan stabil dibandingkan gel protein. Gel pati dan protein yang terbentuk dapat dipengaruhi oleh pH. Apabila pH terlalu tinggi, pembentukan gel pati semakin cepat tercapai namun teksturnya semakin menurun. Apabila pH terlalu rendah, pembentukan gel akan semakin lambat. Pembentukan gel pati optimum pada pH 4-7. Pengaruh pH terhadap gel protein ditunjukkan dengan perubahan kelarutan. Perlakuan pH titik isoelektrik mengakibatkan protein menggumpal dan mengendap sehingga menurunkan kelarutannya. Tekstur akan bertambah karena molekul mengembang dan menjadi asimetrik (Winarno, 2002).

Gel *edible film* dapat dibuat dari kasein dan tapioka. Gel *edible film* yang terbuat dari tapioka memiliki sifat lentur yang tinggi dan sifat kohesif yang baik sedangkan gel *edible film* yang dibuat dari kasein akan mempengaruhi permeabilitas uap air (Krochta, et al., 1994).

Gel *edible film* yang dibuat dari campuran karbohidrat dan protein dapat menimbulkan interaksi diantara keduanya. Interaksi antara karbohidrat dan protein memiliki peranan yang penting dalam pembentukan struktur serta sifat fungsional protein seperti kemampuan pembentukan gel. pH larutan pembentuk *film* dan komposisi bahan merupakan faktor penting dalam pembuatan gel *edible film* karena dapat mempengaruhi interaksi karbohidrat-protein pada gel (Tolstoguzov, 1986).

Pembentukan kompleks protein-karbohidrat terjadi pada pH di bawah titik isoelektrik protein. Apabila pH berada di bawah titik isoelektrik protein, maka muatan positif akan berinteraksi dengan karbohidrat bermuatan negatif untuk membentuk kompleks elektrostatik yang stabil. Demikian pula, jika pH berada di atas titik isoelektrik protein, muatan negatif protein akan cenderung membentuk kompleks dengan karbohidrat bermuatan positif (Tolstoguzov, 1986).

Interaksi karbohidrat-protein pada pembentukan gel dapat mempengaruhi sifat fisik gel *edible film*. Interaksi karbohidrat-protein yang terbentuk pada gel antara lain dipengaruhi oleh rasio bahan dasar dan pH, sehingga menentukan kualitas gel yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh rasio kasein-tapioka dan pH terhadap karakteristik fisik gel *edible film* yang dihasilkan dengan penggunaan bahan dasar kasein dan tapioka.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio kasein dan tapioka, pH, dan interaksi antar keduanya terhadap karakteristik fisik gel *edible film*.

## METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kasein (*micellar casein*), tapioka (tapioka 99), gliserol, *aquadest*, NaOH 1M dan HCl 1M. Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari timbangan analitik (Ohaus), spektrofotometri (Genesys 10 W Scawing), colour reader (Minota CR-10), sentrifuge, vorteks (Type 16700 Mixer), pH meter (Orion Research, 407A), penangas air, botol kaca, pipet ukur, gelas ukur, eksikator dan *beaker glass*.

### Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan membuat gel *edible film* dari campuran kasein dan tapioka.

Pembuatan gel *edible film* diawali dengan cara mencampurkan kasein dan tapioka dengan rasio sesuai rancangan percobaan. Sebanyak 10 g campuran tepung tersebut ditambah dengan 100 ml *aquadest* (divariasikan pH-nya sesuai rancangan percobaan), kemudian ditambahkan 2,5 g gliserol hingga membentuk *slurry*. pH diatur dengan menggunakan larutan NaOH 1M dan HCl 1M. Hasil pencampuran dimasukkan kedalam beaker glass dan dipanaskan dengan sistem *water bath* selama  $\pm 30$  menit. Setelah terbentuk gel, diangkat dan gel dituangkan ke dalam wadah. Gel yang dihasilkan disimpan dalam lemari pendingin ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ) selama 24 jam kemudian dilakukan pengukuran parameter uji. Parameter yang diamati meliputi kadar air, pengendapan, *Water Holding Capacity* (WHC), warna dan tekstur gel *edible film*.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu variasi rasio kasein : tapioka (100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100). Faktor kedua adalah pH (4,7,9). Setiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan dan data yang didapat diolah menggunakan program minitab V.1.6, kemudian dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Tukey.

### Prosedur Penelitian

*Warna menggunakan Colour Reader CR-100*

Penentuan warna dilakukan menggunakan sistem  $L^*a^*b$  (CIE Lab. Color scale) dengan menggunakan *Color Reader CR-100* (Minolta Jepang). Pengukuran dilakukan sebanyak lima kali ulangan pada setiap sampel. Hasil yang didapat nantinya di rata-rata. Notasi warna L menyatakan kecerahan (*lightness*) yang berkisar antara 0-100 dari hitam ke putih. Intensitas warna sampel ditunjukkan oleh angka yang terbaca pada *colour reader*. Produk diukur dan diketahui nilai *L*, *a* dan *b*, kemudian dihitung intensitas warna dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

### Viskositas (Bourne, 2002)

Viskositas gel *edible film* diukur menggunakan *Time Measurement Instruments* yang dimodifikasi. Benda berbentuk bulat dengan berat dan diameter tertentu dijatuhkan kedalam gel pada ketinggian 8,8 cm. Gel ditempatkan pada gelas ukur dengan diameter tertentu,

kemudian waktu yang ditempuh diukur. Tekstur dinyatakan dalam g/cm x s.

*Water Holding Capacity (WHC) (Subagio, 2006)*

Penentuan WHC dilakukan dengan cara sentrifugasi. Pertama, menimbang botol sentrifuse (a gram), kemudian botol dan sampel (3 gram), hasil (b gram) disuspensikan dalam *aquadest* tujuh kali berat bahan (21 gram) pada tabung sentrifuse. Suspensi dikocok dengan menggunakan vortek pada suhu ruang selama 5 menit, dan disentrifuse pada 2000 rpm selama 5 menit. Supernatan dibuang perlahan-lahan dan endapan ditimbang (c gram).

$$WHC = \frac{(c - a) - (b - a)}{(b - a)}$$

Keterangan :

- a = berat botol sentrifuse
- b = berat gel *edible film* + botol sentrifuse
- c = berat endapan

*Pengendapan (Dahle, 1971)*

Sampel sebanyak 2 g dimasukkan ke dalam botol sentrifuse dan ditambahkan 15 ml *aquadest*. Kemudian, sampel tersebut dihomogenkan (*vorteks*) selama 5 menit dan disentrifugasi dengan kecepatan 1200 rpm. Supernatan yang dihasilkan dibaca absorbansinya pada panjang gelombang 650 nm.

*Kadar air (Sudarmadji, dkk., 1997)*

Mula-mula botol timbang ditimbang terlebih dahulu beratnya (a gram), kemudian sampel ditimbang sebanyak 2 gram, dimasukkan ke dalam botol timbang dan ditimbang beratnya (b gram). Botol timbang yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven bersuhu 100 °C selama 24 jam, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit lalu ditimbang beratnya. Perlakuan ini diulang sampai berat konstan hingga selisih penimbangan berturut-turut 0,02 gram (c gram).

$$Kadar Air = \frac{b - c}{c - a} \times 100\%$$

Keterangan :

- a = berat botol timbang
- b = berat gel *edible film* + botol timbang
- c = berat akhir gel *edible film* setelah dioven

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Warna Gel *Edible Film*

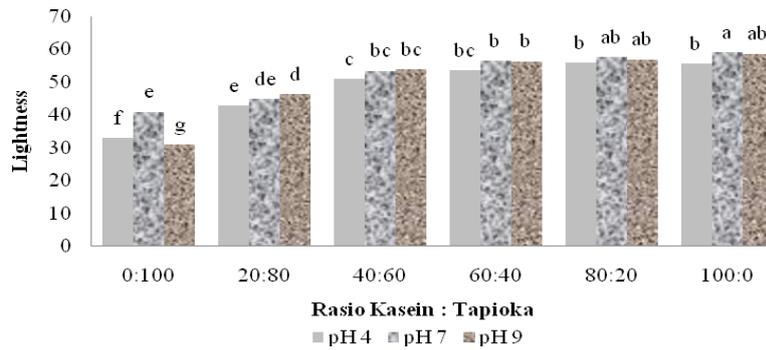
#### *Lightness*

*Lightness* gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 50,97 hingga 79,11. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka dan pH berpengaruh terhadap nilai *lightness* serta terdapat interaksi antar kedua perlakuan ( $\alpha = 0,05$ ). Histogram hasil pengukuran *lightness* gel *edible film* disajikan pada Gambar 1. Gambar ini menunjukkan bahwa nilai *lightness* gel *edible film* meningkat dari rasio kasein-tapioka 0:100 hingga 100:0. Semakin besar penambahan kasein maka nilai *lightness* yang dihasilkan semakin besar pula. Peningkatan nilai *lightness* ini diakibatkan oleh warna putih yang diberikan oleh kasein. Kasein menyumbang warna putih pada susu (Zayas, 1997).

Nilai *lightness* pada rasio kasein-tapioka 40:60; 60:40 dan 80:20 perubahan pH tidak mengakibatkan perubahan nilai *lightness* yang nyata. Pada rasio kasein-tapioka 0:100, 20:80 dan 100:0 perubahan pH berpengaruh terhadap nilai *lightness*. Nilai *lightness* tertinggi pada rasio kasein-tapioka 0:100 yaitu pada pH 7. Hal ini diduga pada pH 7 pati dapat mengikat air secara optimal sehingga nilai *lightness* gel *edible film* semakin meningkat. Apabila pH terlalu tinggi, pembentukan gel pati semakin cepat tercapai namun teksturnya semakin menurun dan apabila pH terlalu rendah, pembentukan gel akan semakin lambat (Winarno, 2002).

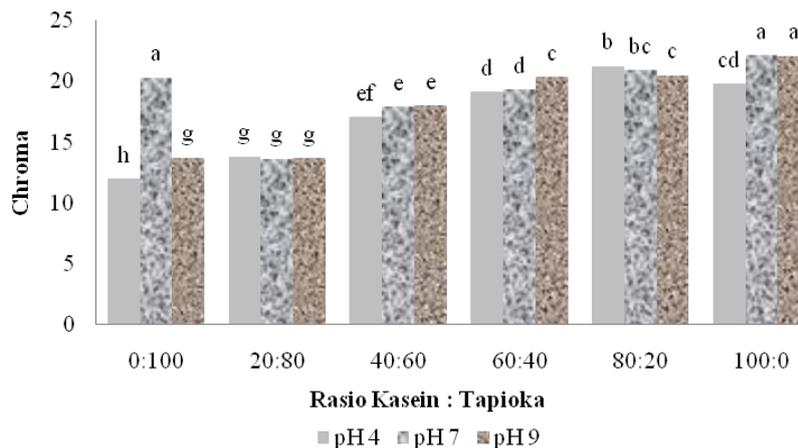
#### *Chroma*

*Chroma* adalah nilai yang digunakan untuk menggambarkan tingkat intensitas warna. Nilai *chroma* yang semakin tinggi menunjukkan bahwa intensitas warna pada produk semakin kuat. *Chroma* gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 12,01 hingga 22,13. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka dan pH berpengaruh terhadap *chroma* serta terdapat interaksi antar kedua perlakuan ( $\alpha = 0,05$ ). Histogram hasil pengukuran *chroma* gel *edible film* disajikan pada Gambar 2. Peningkatan jumlah kasein mengakibatkan nilai *chroma*. Peningkatan nilai *chroma* seiring dengan peningkatan nilai *lightness*. Semakin besar jumlah kasein pada gel *edible film* maka semakin besar pula nilai *lightness* dan *chroma* karena warna gel kasein yang berwarna putih cerah.



Batang yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji Tukey  $\alpha=0,05$

Gambar 1. Histogram hasil pengukuran *lightness* gel *edible film* dengan variasi rasio kasein-tapioka dan pH pelarut



Batang yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji Tukey  $\alpha=0,05$

Gambar 2. Histogram hasil pengukuran *chroma* gel *edible film* dengan variasi rasio kasein-tapioka dan pH

Pada rasio kasein-tapioka 20:80 dan 40:60, pH tidak berpengaruh nyata terhadap nilai *chroma*, sedangkan pada rasio yang lain pH berpengaruh nyata terhadap nilai *chroma*. Pada ratio 0:100 peningkatan pH dari 4 ke 7 meningkatkan nilai *chroma*. Hal ini diduga pada pH 7 pati dapat mengikat air secara optimal sehingga menambah tingkat intensitas warna gel. Apabila pH terlalu tinggi, pembentukan gel pati semakin cepat tercapai dan gel yang terbentuk lebih encer (Winarno, 2002). Hal tersebut diduga

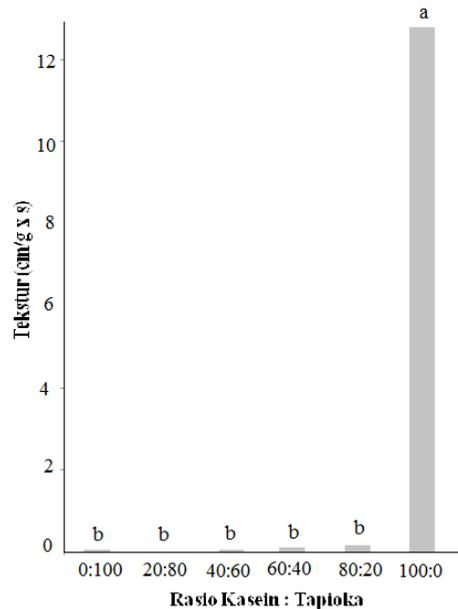
berperan terhadap penurunan nilai *chroma* pada peningkatan pH dari 7 ke 9.

**Viskositas Gel Edible Film**

Hasil pengukuran viskositas dinyatakan dalam g/cm.s. Semakin kecil nilai pengukuran menunjukkan bola dengan berat yang sama akan jatuh dengan kecepatan lebih kecil hal tersebut menunjukkan gel semakin kental. Viskositas gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 0,007 hingga 13,142 g/mm.s. Hasil sidik ragam

menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka berpengaruh terhadap viskositas akan tetapi pH dan interaksi diantara kedua parameter tidak berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ).

Histogram hasil pengukuran viskositas gel *edible film* disajikan pada Gambar 3.



Batang yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji Tukey  $\alpha=0,05$

Gambar 3. Histogram hasil pengukuran viskositas gel *edible film* dengan variasi rasio kasein-tapioka.

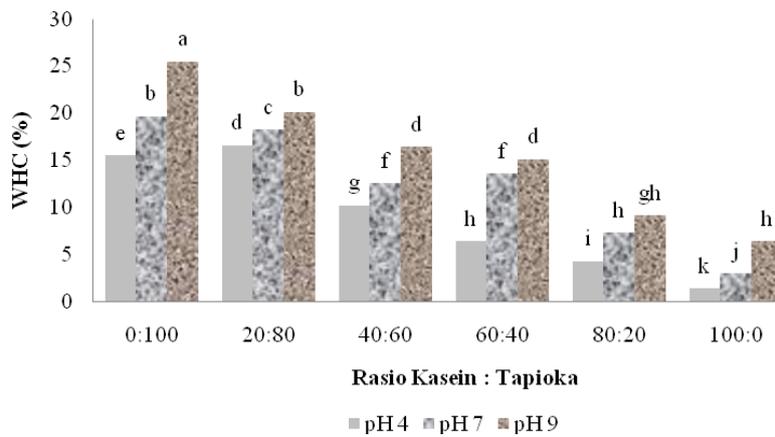
Gambar 3 menunjukkan bahwa gel *edible film* dengan nilai pengukuran tertinggi terdapat pada rasio kasein-tapioka 100:0 sebesar 13,142 g/cm.s, sedangkan gel *edible film* dengan nilai pengukuran terendah terdapat pada rasio kasein-tapioka 0:100 sebesar 0,007 g/cm.s. Gambar 3 juga menunjukkan bahwa semakin besar rasio kasein yang ditambahkan meningkatkan nilai pengukuran yang berarti menurunkan nilai viskositas gel *edible film*. Pada rasio kasein-tapioka 0:100; 20:80; 40:60; 60:40 dan 80:20 nilai pengukuran tidak berbeda nyata, akan tetapi pada rasio kasein-tapioka 100:0 terjadi peningkatan yang nyata dari nilai hasil pengukuran yang menunjukkan penurunan yang nyata nilai viskositas gel, hal tersebut disebabkan karena gel hanya terdiri dari kasein dan tidak terdapat tapioka. Gel tapioka memiliki kemampuan membentuk gel yang lebih tinggi dari pada protein.

**Water Holding Capacity (WHC) Gel Edible Film**

Water Holding Capacity (WHC) dapat diartikan sebagai kemampuan suatu bahan

Journal homepage: <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/JID>

untuk menahan air yang terdapat dalam jaringan. WHC gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 1,425% hingga 25,480%. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka dan pH berpengaruh nyata terhadap WHC serta terdapat interaksi antara kedua parameter ( $\alpha = 0,05$ ). Histogram WHC gel *edible film* disajikan pada Gambar 4. Gambar 4 menunjukkan bahwa gel *edible film* dengan nilai WHC tertinggi terdapat pada rasio kasein-tapioka 0:100 pH 9, sedangkan gel *edible film* dengan nilai WHC terendah terdapat pada rasio kasein-tapioka 100:0 pH 4. Semakin besar penambahan kasein maka semakin kecil nilai WHC. Gel protein memiliki kemampuan mengikat air lebih rendah dibandingkan gel pati. Gel pati memiliki gugus hidroksil yang mampu mengikat air. Jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati lebih besar dibandingkan gel protein sehingga kemampuan mengikat air juga lebih tinggi (Winarno, 2002).

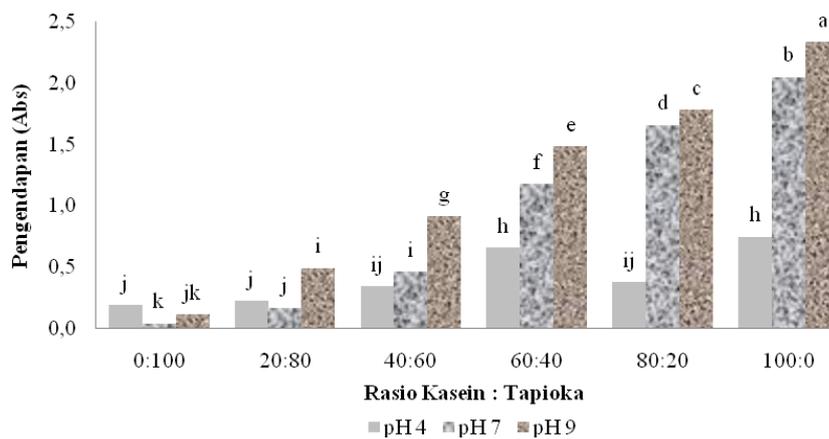


Batang yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji Tukey  $\alpha=0,05$   
 Gambar 4. Histogram hasil pengukuran WHC gel *edible film* dengan variasi rasio kasein-tapioka dan pH.

Pada semua rasio kasein-tapioka pH berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai WHC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan pH meningkatkan WHC. Protein akan mudah mengikat air ketika berada pada pH di atas titik isoelektrik atau di bawah titik isoelektrik. Kemampuan mengikat air pada protein akan menurun ketika berada pada pH mendekati titik isoelektrik. Titik isoelektrik kasein pada pH sekitar 4,6-4,7, pada pH tersebut kasein akan mengendap (Winarno, 2002).

**Pengendapan Gel Edible Film**

Pengendapan gel *edible film* berhubungan dengan kelarutan suatu bahan pada pelarut. Semakin kecil endapan yang dihasilkan maka semakin besar bahan tersebut larut dalam suatu pelarut. Hasil pengukuran dinyatakan dalam absorbansi. Semakin besar nilai absorbansi menunjukkan jumlah bahan yang larut semakin besar dan pengendapan semakin kecil. Pengendapan gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 0,080 hingga 2,333.



Gambar 5. Histogram hasil pengukuran pengendapan gel *edible film* pada rasio kasein-tapioka dan pH

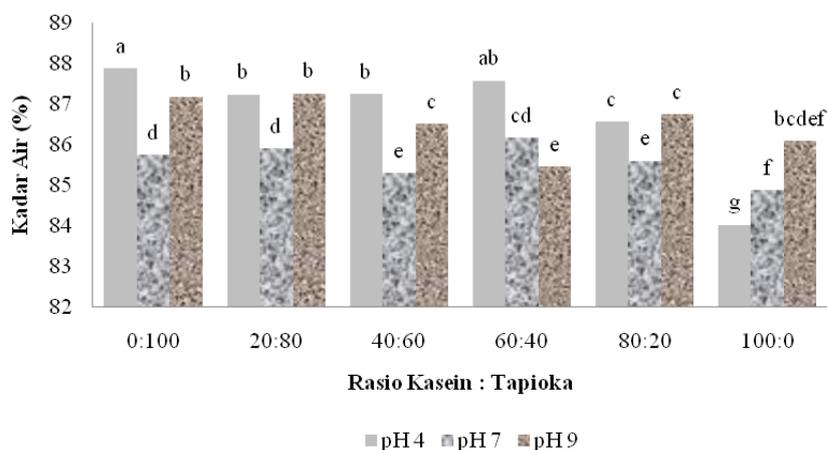
Gambar 5 menunjukkan bahwa gel *edible film* dengan nilai absorbansi tertinggi terdapat pada rasio kasein-tapioka 100:0 pH 9 sedangkan gel *edible film* dengan nilai absorbansi terendah terdapat pada rasio kasein-tapioka 0:100 pH 7. Semakin banyak penambahan kasein maka nilai absorbansi semakin meningkat. Hal ini dikarenakan kelarutan protein yang lebih besar dibandingkan karbohidrat. Penambahan karbohidrat yang semakin besar membuat gel *edible film* yang dihasilkan lebih kokoh dan tidak mudah hancur sehingga tidak mudah larut. Sedangkan pada gel protein memiliki sifat gel *edible film* yang lunak dan mudah hancur sehingga mudah larut (Zayas, 1997).

Pada semua rasio kasein-tapioka pH berpengaruh nyata terhadap perubahan nilai pengendapan. Hasil penelitian menunjukkan nilai absorbansi tertinggi umumnya pada pH 9 sehingga nilai pengendapan terendah yang berarti gel *edible film* mudah larut dalam pelarut. Hal ini diduga akibat adanya perubahan kelarutan pada protein oleh pH, semakin tinggi pH maka nilai kelarutan protein semakin tinggi yang diduga menurunkan nilai pengendapan.

Pada rasio kasein-tapioka 40:60 hingga 100:0 pH 4 memiliki nilai absorbansi paling rendah karena protein pada pH mendekati isoelektrik mengakibatkan nilai kelarutan protein sangat rendah dan pengendapan protein semakin meningkat. Pada pH isoelektrik jumlah muatan positif dan negatif protein seimbang sehingga mengakibatkan protein tidak dapat berinteraksi dengan air dan mengendap (Winarno, 2002).

**Kadar Air Gel Edible film**

Kadar air gel *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 84,037% hingga 87,897%. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa rasio kasein-tapioka dan pH sangat berpengaruh terhadap kadar air serta terdapat interaksi antara kedua parameter ( $\alpha = 0,05$ ). Histogram kadar air gel *edible film* disajikan pada Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan bahwa gel *edible film* dengan kadar air tertinggi terdapat pada rasio kasein-tapioka 0:100 pH 4 sedangkan gel *edible film* dengan kadar air terendah terdapat pada rasio kasein-tapioka 100:0 pH 4.



Batang yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji Tukey  $\alpha=0,05$

Gambar 6. Histogram kadar air gel *edible film* sebagai pengaruh variasi rasio kasein-tapioka dan pH.

Secara umum, semakin banyak penambahan kasein maka kadar air semakin menurun. Hal ini dikarenakan oleh kemampuan gel protein

dalam mengikat air lebih rendah dibandingkan gel tapioka.

Protein memiliki gugus hidrogen yang mampu mengikat air. Saat protein dipanaskan pada pembuatan gel, protein mengalami perubahan konformasi yaitu gugus-gugus hidrofobik terekspos keluar, maka ikatan hidrogen terputus dan mengakibatkan kemampuan protein mengikat air semakin rendah. Adanya karbohidrat pada gel *edible film* dapat meningkatkan jumlah air yang terikat. Gel pati memiliki gugus hidroksil yang mampu mengikat air. Jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati lebih besar dibandingkan gel protein sehingga kemampuan menyerap air juga semakin tinggi (Winarno, 2002).

Secara umum kadar air tertinggi ditunjukkan pada pH 4 kecuali pada komposisi 100:0. Hal tersebut diduga karena adanya interaksi karbohidrat dan protein. Kemampuan pati dalam mengikat air akan meningkat akibat adanya pengaruh pH asam. Kondisi asam pada pati mengakibatkan penurunan tekstur, pengurangan pembengkakan granula selama gelatinisasi, dan peningkatan pengikatan air saat dipanaskan (Koswara, 1992). Pada perlakuan rasio kasein-tapioka 100:0 memiliki kadar air terendah karena pada pH 4 kelarutan protein rendah. Titik isoelektrik kasein pada pH sekitar 4,6-4,7, pada pH tersebut kasein memiliki kelarutan sangat rendah. Hal ini menyebabkan kemampuan kasein dalam mengikat air juga rendah (Buckle *et al*, 1987).

### KESIMPULAN

Rasio antara kasein dan tapioka berpengaruh terhadap kadar air, pengendapan, *Water Holding Capacity* (WHC), *lightness*, *chroma* dan tekstur gel *edible film*. pH berpengaruh terhadap kadar air, pengendapan, *Water Holding Capacity* (WHC), *lightness* dan *chroma* gel *edible film*. Terdapat interaksi antara rasio kasein-tapioka dan pH terhadap kadar air, pengendapan, *Water Holding Capacity* (WHC), *lightness* dan *chroma* gel *edible film*.

### DAFTAR PUSTAKA

Bourne, M. 2002. *Food Texture and Viscosity Concept and Measurement 2<sup>nd</sup> Edition*. New York: Academy Press.

- Buckle, K.A., Edwards, R. A., Fleet, G. H., dan Wooton, M. 1987. *Ilmu Pangan*. Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Dahle, L.K. 1971. Wheat Protein-Starch Interaction I. Some Starch Binding Effect of Wheat Flour. *Cereal Chem.*, **48**(706-715).
- Fardiaz, S. 1993. *Mikrobiologi Pangan*. Penuntun Praktek-Praktek Laboratorium, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Koswara, S. 1992. *Teknologi Pengolahan Kedelai*. Jakarta: PT Penebar Swadaya.
- Krochta, J. M., Baldwin, E. A., and Nisperos, C. M. O. 1994. *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. New York: Technomic Publishing Company.
- Kumalasari, K. 2005. "Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film dari Pati Bonggol Pisang dengan Penambahan Plasticizer Gliserol dan propilen Glikol". Skripsi. [on line] <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/5919/1/09E01892.pdf>. [03 Maret 2013].
- Subagio, A. 2006. "Pengembangan Tepung Ubi kayu sebagai Bahan Industri Pangan". Seminar Rusnas Diversifikasi Pangan Pokok Industrialisasi Diversifikasi Pangan Berbasis Potensi Pangan Lokal. Serpong: Kementrian Ristek dan Seafast Center IPB.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Tolstoguzov, V.B. 1986. Functional Properties of Protein-Polysaccharide Mixture. Dalam Mitchell, J.R. and Ledward, D.A (Ed.). *Functional Properties of Food Macromolecules*. London: Elsevier.
- Winarno, F. G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Zayas, J. F. 1997. *Functionality of Protein in Food*. Jerman: Springer-Verlag.