

PEMBUATAN *EDIBLE FILM* PROTEIN WHEY: KAJIAN RASIO PROTEIN DAN GLISEROL TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA

Production of Whey Protein Edible Film: The Study of Protein and Glycerol Ratio on Physical and Chemical Properties

Khotibul Umam Al Awwaly¹⁾, Abdul Manab¹⁾ dan Esti Wahyuni²⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

²⁾Alumni Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

diterima 15 Agustus 2009; diterima pasca revisi 21 Januari 2010
Layak diterbitkan 25 Februari 2010

ABSTRACT

The aim of the research was to know the effect of various protein: glycerol ratio as plasticizer on physical and chemical properties of whey protein edible film. The result of the research showed that there was highly significant effect ($P < 0.01$) of the protein: glycerol ratio on the WVP, protein solubility, and moisture content. The G3 treatment with protein: glycerol ratio (1:1.5) gives lower values of the WVP, protein solubility, and moisture content. Microstructure of edible film appears unflat on treatment G1, flat on treatment G2 and porous on treatment G3 on its surface.

Keywords : *edible film, whey protein, glycerol.*

PENDAHULUAN

Perkembangan *edible film* atau yang dikenal sebagai bahan pelapis dari suatu produk pangan akhir-akhir ini mengalami kemajuan dengan pesat. Penelitian *edible film* yang pada awalnya diutamakan formulasi film dan sifat fisik, sekarang telah meningkat sampai kemungkinan struktur film mempengaruhi sifat film (Sothronvit and Krochta, 2000^a). Kemungkinan *edible film* sebagai agen pembawa bahan tambahan seperti antimikroba yang dapat meningkatkan masa simpan produk dan mengurangi risiko pertumbuhan bakteri patogen pada permukaan makanan juga semakin berkembang (Cagri, Ustunol and Ryser, 2004). *Edible film* biasanya dibentuk dengan bahan dasar protein, polisakarida, dan lemak yang sangat

berpotensi untuk meningkatkan kualitas pangan dan mengurangi penggunaan bahan pengemas. Formulasi film biasanya terdiri atas 3 komponen besar yaitu polimer dengan berat molekul tinggi, *plasticizer* dan pelarut.

Edible film yang sudah banyak beredar umumnya berasal dari bahan protein, misalnya film dari kolagen, gelatin, protein jagung (*corn zein*), protein gandum (*wheat gluten*), protein kedelai (*soy protein*), kasein, dan film dari protein whey. Film dengan bahan dasar protein biasanya diperoleh dari pencetakan dan pengeringan.

Edible film berpotensi untuk mengontrol perpindahan massa sehingga dapat mempertahankan kualitas makanan dan memperpanjang masa simpan makanan (Guilbert, 1986). *Edible film* mempertahankan kualitas makanan dengan cara menahan

perpindahan aroma, gas dan air (Kim and Ustunol, 2001).

Film dari protein whey dapat menghasilkan film yang transparan, lunak, fleksibel, tidak berbau, tidak berwarna, dan mempunyai sifat penahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya. Film dengan bahan dasar protein whey distabilkan oleh ikatan disulfida dan tidak mudah larut dalam air. Meskipun begitu, film tersebut mempunyai sifat hidrofil yang tinggi, sehingga film dari jenis ini kurang mampu mempertahankan penguapan air dari produk yang dilapisinya. Kelemahan ini dapat diatasi dengan perlakuan pemanasan menggunakan suhu 90°C.

Perlakuan pemanasan ditujukan untuk mendenaturasi protein whey sehingga dapat memacu gugus sulfhidril internal membentuk ikatan disulfida intermolekuler. Ikatan disulfida intermolekuler berperan dalam pembentukan struktur film sehingga protein whey tidak mudah larut dan integritas film serta produk pangan yang dilapisinya dapat terjaga. Hasil penelitian Wieddyanto (2006), pemanasan 90°C memperoleh nilai *Water Vapor Permeability* (WVP) 0,008561 g.mm/kPa-h-m² dan kelarutan protein film 1,6316 % lebih rendah dari pemanasan 70°C. Roy, Weller, Genadios, Zeece and Testin (1999) menyatakan bahwa nilai kelarutan protein pemanasan 90° C (6,5%) lebih rendah daripada pemanasan 55°C (65,2%).

Film dari protein whey dengan pemanasan 90°C ternyata mudah mengalami keretakan pada saat penyimpanan, sehingga perlu ditambahkan *plasticizer*. *Plasticizer* ditambahkan dalam larutan film untuk mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film. Peningkatan fleksibilitas film

dikarenakan terjadi pengurangan kekuatan tarik intermolekuler di antara rantai polimer. *Plasticizer* yang biasa digunakan adalah poliols dan mono, di dan oligosakarida, gliserol dan sorbitol. Tipe dan konsentrasi *plasticizer* dapat mempengaruhi sifat film protein (Cuq, Gontard, Cuq, and Guilbert, 1997).

Gliserol adalah *plasticizer* dengan titik didih yang tinggi, larut dalam air, polar, *non volatile* dan dapat bercampur dengan protein. Gliserol merupakan molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, mudah masuk ke dalam rantai protein dan dapat menyusun ikatan hidrogen dengan gugus reaktif protein (Galiotta, Di Gioia, Guilbert and Cuq, 1998). Sifat-sifat tersebut yang menyebabkan gliserol cocok digunakan sebagai *plasticizer*. Pada penelitian Kim dan Ustunol (2001), nilai kelarutan protein *Whey Protein Isolate* (WPI) + gliserol (31,6 %) lebih rendah dari WPI + sorbitol (100 %). Nilai WVP film dengan penambahan gliserol (4,99 g.mm/kPa-h-m²) lebih tinggi daripada film dengan penambahan sorbitol (2,58 g.mm/kPa-h-m²).

Gliserol lebih cocok digunakan sebagai *plasticizer* karena berbentuk cair, sedangkan sorbitol berbentuk bubuk. Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena mudah tercampur dalam larutan film dan terlarut dalam air. Sorbitol sulit bercampur dan mudah mengkristal pada suhu ruang, hal tersebut tidak disukai konsumen (Anker, Stading and Anne-Marie, 2000). Penelitian tentang jumlah konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* dalam *edible film* protein whey masih kurang. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui rasio antara protein dengan gliserol pada *edible film*. Rasio penggunaan protein whey dengan gliserol pada penelitian ini untuk menghasilkan *edible film* dengan

fleksibilitas tinggi tanpa merubah sifat film yaitu nilai WVP dan kelarutan yang rendah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan perlakuan terbaik dari berbagai rasio protein dan gliserol sebagai *plasticizer* terhadap sifat fisik dan kimia *edible film* protein whey.

METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Protein whey bubuk dari *milk-cow*, Australia diolah menjadi *edible film* dengan denaturasi panas untuk meningkatkan integritas film dan penambahan gliserol sebagai bahan *plasticizer*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven (Mommert, Jerman dan WTB Binder tipe 53, Jerman), sentrifus (Jovan, Jepang), timbangan analitik (Ohaus BC series dan Mettler Instrumente tipe AJ150L, Swis), pH meter (Hanna Instruments, Prancis), kjeldahl (Buchi, Swis), *refrigerator* (model MR 173 PG *Mitsubishi Electric Corporation*, Jepang), *Hot Plate Stirrer* (IKAMAG RET, Janke dan Kuntel). Digunakan juga alat pompa vakum, teflon (Makbok), *magnetic stirrer*, *beaker glass* (100, 250, 400, 500, 2000 ml), erlenmeyer (50, 100, 250 ml), tabung mikro merk *ependorf*, labu ukur (50 ml), gelas ukur (25 dan 100 ml), eksikator dan pipet mikro ukuran 200-1000 μm (Pipetman, Prancis).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades (Jurusan Biologi Fakultas MIPA UNIBRAW), HCl 1 N dan 0,1 N, NaCl 1 N, NaOH 1 N dan 0,1 N, CaCl₂ 20 %, gliserol (PT. Panadia Corporation Indonesia), bufer pH 4 dan pH 7.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini adalah tiga rasio protein whey: gliserol dengan tiga kali ulangan, seperti di bawah ini :

G₁ = protein whey 1: 1 gliserol

G₂ = protein whey 1,25: 1 gliserol

G₃ = protein whey 1,5: 1 gliserol

Suhu denaturasi yang digunakan adalah 90° C.

Prosedur pembuatan *edible film* dilakukan menurut Galietta *et al.* (1998) yang secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.

Variabel Penelitian

WVP (Perez-Gago dan Krochta, 1999). Kelarutan protein (Morr *et al.*, 1985). Kadar Air (Sudarmadji, Haryono dan Suhardi, 2003). Mikrostruktur menggunakan metode SEM (Montero, Mateos, and Solas, 1997).

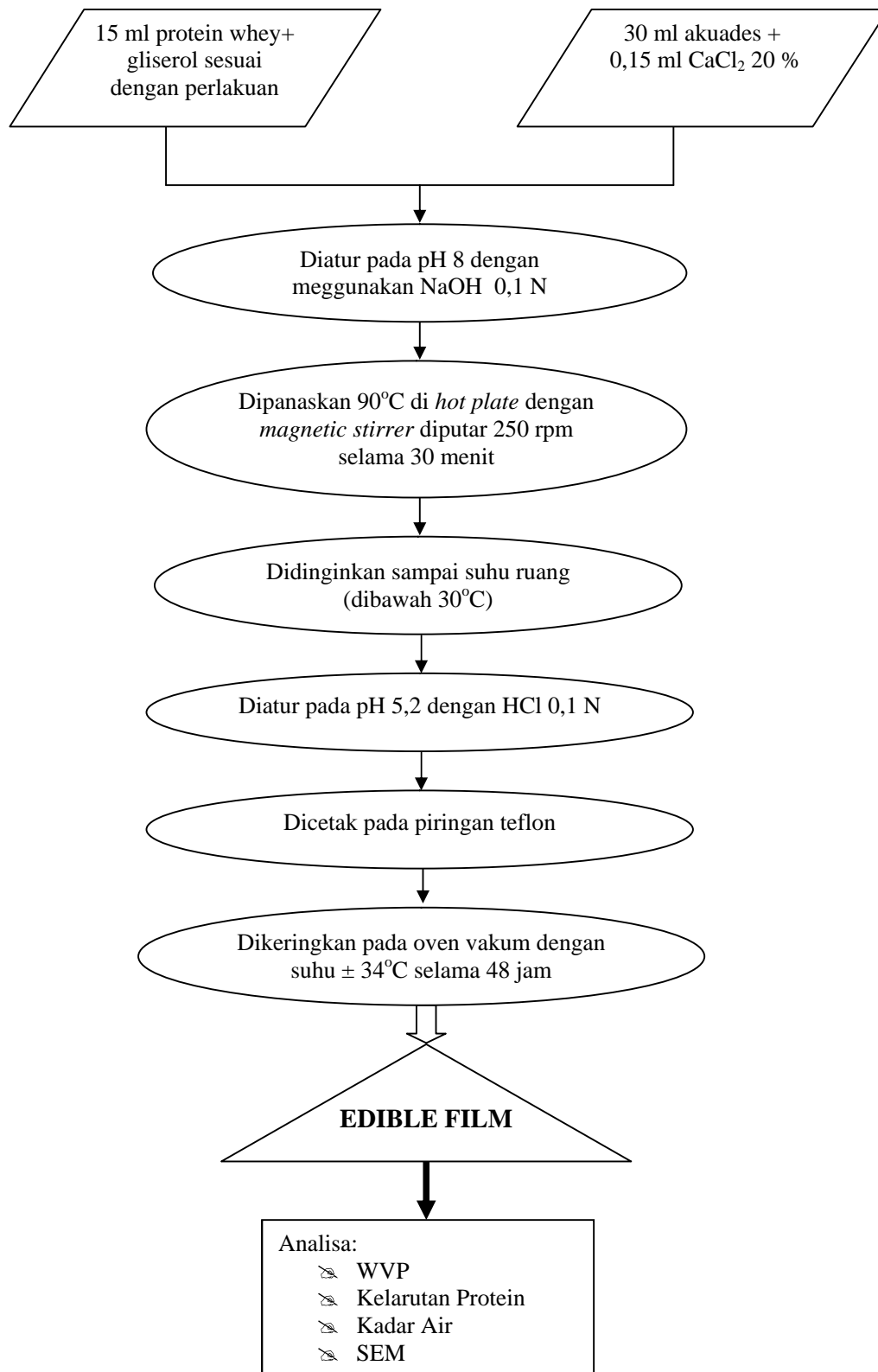
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, apabila hasil analisis tersebut menunjukkan pengaruh, maka analisis data diteruskan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (Yitnosumarto, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelarutan Protein

Sifat kelarutan protein di dalam air merupakan hal yang penting untuk *edible film*. Film yang baik mempunyai nilai kelarutan protein rendah karena film akan tidak mudah terlarut atau rusak dalam air. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan nilai kelarutan film dalam air semakin menurun seiring dengan semakin banyak protein yang digunakan (Tabel 1). Penurunan nilai kelarutan disebabkan oleh penambahan



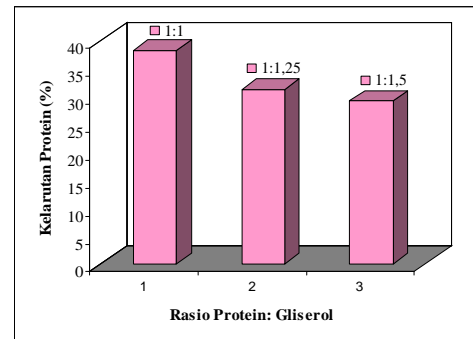
Gambar 1. Diagram alir pembuatan *edible film* protein whey (Galiotta *et al.*, 1998)

gliserol dalam formula larutan film yang bersifat sebagai *plasticizer*. Penurunan nilai kelarutan protein *edible film* dapat dilihat pada Gambar 2. Semakin banyak bahan *plasticizer* yang ditambahkan akan meningkatkan jumlah bahan kering yang terlarut dalam air. Cuq *et al.* (1997) menyatakan bahwa bahan kering film yang terlarut dalam air di antaranya adalah *plasticizer* dan beberapa rantai protein yang mempunyai berat molekul rendah.

Pada perlakuan G1 mempunyai nilai kelarutan protein sebesar 38,2366 % berbeda sangat nyata ($P<0,01$) dengan perlakuan G2 dan G3 pada uji Beda Nyata Terkecil. Perlakuan G2 nilai kelarutan protein sebesar 31,2586 % berbeda sangat nyata ($P<0,01$) dengan perlakuan G1. Perlakuan G3 mempunyai nilai kelarutan protein sebesar 28,3200 % berbeda sangat nyata ($P<0,01$) dengan perlakuan G1.

Menurut Cuq *et al.* (1997), pengaruh penambahan *plasticizer* seperti gliserol pada rantai protein memungkinkan terjadinya pembentukan interaksi baru atau ikatan baru pada rantai protein dengan berat molekul rendah dan mempengaruhi jaringan protein dengan menurunnya kandungan rantai bebas. Selain itu, bahan *plasticizer* umumnya banyak mengandung komponen yang bersifat hidrofilik sehingga menyebabkan sifat film menjadi berubah. Bahan *plasticizer* seperti gliserol semakin banyak yang ditambahkan akan meningkatkan

kereganghan dan fleksibilitas tetapi menurunkan elastisitas dan sifat pertahanan film (Galiotta *et al.*, 1998).



Gambar 2. Grafik pengaruh rasio protein : gliserol terhadap nilai kelarutan protein *edible film* protein whey

Gliserol berperan sebagai *plasticizer* untuk mengurangi daya tarik intermolekuler rantai polimer protein sehingga mengurangi sifat mudah retak, mengakibatkan peningkatan nilai kelarutan *edible film* protein whey. Gliserol merupakan bahan *plasticizer* yang mudah larut dalam air, mempunyai titik didih tinggi dan berat molekul rendah. Selain itu juga mengandung bahan hidrofilik. Semakin banyak bahan hidrofilik yang ditambahkan akan mempengaruhi sifat kelarutan film dalam air. Gliserol adalah molekul hidrofilik dengan berat molekul rendah, mudah masuk ke dalam rantai protein dan dapat menyusun ikatan hidrogen

Tabel 1. Kelarutan protein *edible film* protein whey dengan rasio protein: gliserol yang berbeda

Perlakuan	Rasio Protein:Gliserol	Kelarutan Protein Film (%)	Standar Deviasi
G1	1:1	38,2366 ^b	3,0828
G2	1,25:1	31,2525 ^a	1,5344
G3	1,5:1	28,2326 ^a	0,3175

Keterangan : notasi a,b yang berbeda pada kolom yang sama dari rata-rata nilai kelarutan protein dengan menggunakan rasio protein: gliserol yang berbeda menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ($P<0,01$)

dengan gugus reaktif protein (Galiotta *et al.*, 1998). Gontard, Guilbert and Cuq (1993) juga menyatakan bahwa gliserol mudah masuk di antara rantai protein dan mengatur ikatan hidrogen dengan gugus amina protein. Gliserol bekerja sebagai *plasticizer* dalam film dengan cara merusak ikatan hidrogen, menyebabkan pembentukan campuran protein-*plasticizer* dan mengganggu interaksi protein-protein (Galiotta *et al.*, 1998). Nilai kelarutan yang meningkat juga dapat disebabkan oleh meningkatnya penyerapan molekul polimer terhadap air yang mengakibatkan membesarnya ruang antara air dengan komponen film (Sothornvit and Krochta, 2000^a).

Selain penambahan gliserol, perlakuan pemanasan atau denaturasi saat pembuatan film juga mempengaruhi penurunan nilai kelarutan protein. Gugus hidrofobik dan ikatan disulfida intermolekuler protein yang tersembunyi akan keluar akibat perlakuan pemanasan. Menurut Fukusima and Van Buren (1970) denaturasi panas akan mengekspos gugus penahan seperti gugus hidrofobik dan sulfhidril (SH). Gugus-gugus tersebut akan berinteraksi selama pengeringan film yang akan meningkatkan berat molekul dari fraksi protein sehingga kelarutan protein akan semakin rendah.

Water Vapor Permeability (WVP)

WVP adalah kemampuan *edible film* dalam menjaga kandungan air produk agar tidak mudah menguap. Penguapan air produk akan menyebabkan penyusutan berat produk yang nantinya akan merugikan secara ekonomi bagi produsen dan penurunan kualitas produk yang akan diterima konsumen. Masalah tersebut berhubungan dengan sifat bahan dasar *edible film* yang digunakan apakah

banyak mengandung gugus hidrofilik atau hidrofobik.

Protein whey merupakan protein yang berbentuk globuler dengan rantai disulfida intermolekuler yang dominan sehingga menyebabkan protein whey bersifat hidrofilik. Protein whey juga mengandung rantai disulfida intermolekuler (kovalen disulfida), ionik, dan ikatan hidrogen yang apabila rantai-rantai ini terekspos akan menyebabkan protein ini lebih bersifat hidrofobik. Berdasarkan penelitian perlakuan rasio protein whey: gliserol pada pembuatan *edible film* menyebabkan nilai WVP menjadi menurun (Tabel 2).

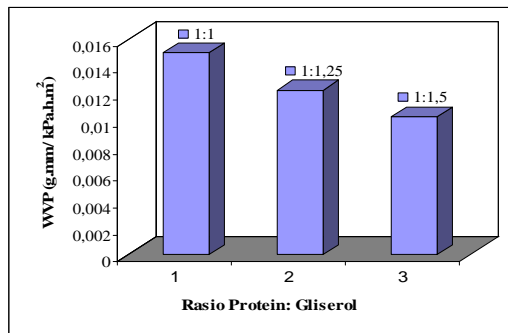
Penggunaan bahan *plasticizer* memberikan efek pada polimer hidrofilik seperti protein whey dengan meningkatkan nilai permeabilitas. Jumlah bahan *plasticizer* yang ditambahkan memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) dalam perubahan nilai WVP film. *Plasticizer* yang ditambahkan semakin banyak akan menyebabkan peningkatan nilai WVP. Peningkatan nilai WVP disebabkan oleh bahan *plasticizer* seperti gliserol bersifat hidrofilik. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan gliserol memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) pada nilai WVP film. Pengaruh rasio protein: gliserol terhadap nilai kelarutan dapat dilihat pada Gambar 3.

Gliserol sebagai *plasticizer* digunakan untuk mengurangi daya tarik intermolekuler film protein whey yang sangat kuat, sehingga menyebabkan film mudah retak. Pengurangan daya tarik intermolekuler di antara rantai polimer dengan cara menurunkan ikatan hidrogen internal dan meningkatkan jarak intermolekuler. Penurunan ikatan hidrogen internal dan peningkatan jarak intermolekuler menyebabkan peningkatan permeabilitas *edible film*.

Tabel 2. Nilai WVP *edible film* protein whey dengan rasio protein: gliserol yang berbeda

Perlakuan	Rasio Protein: Gliserol	Nilai WVP (g.mm/m ² . h. kPa)	Standar Deviasi
G1	1:1	0,0149 ^e	0,00153
G2	1,25:1	0,0121 ^{de}	0,00098
G3	1,5:1	0,0102 ^d	0,00096

Keterangan : notasi d,e yang berbeda pada kolom yang sama dari rata-rata nilai WVP dengan menggunakan rasio protein: gliserol yang berbeda menunjukkan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01)



Gambar 3. Grafik pengaruh rasio protein: gliserol terhadap nilai WVP *edible film* protein whey

Menurut Lieberman and Gilbert (1973), peningkatan bahan *plasticizer* menyebabkan meningkat pula nilai WVP, karena bahan *plasticizer* menurunkan pengikatan internal hidrogen dan meningkatkan ruang intermolekuler. Perbandingan protein : gliserol sebesar 1,5 : 1 memberikan nilai WVP yang relatif tinggi, akan tetapi jika bahan *plasticizer* yang ditambahkan terlalu sedikit akan menyebabkan film yang dihasilkan menjadi rapuh pada pH 4 dan 5. Galiotta *et al.* (1998) juga menyebutkan bahwa semakin meningkatnya bahan *plasticizer* yang ditambahkan akan meningkatkan keregangannya dan fleksibilitas tetapi menurunkan elastisitas dan sifat pertahanan film. Khwaldia, Banon, Perez and Desobry (2004) menyatakan bahwa WVP meningkat seiring dengan meningkatnya gliserol yang ditambahkan pada film. Peningkatan

jarak intermolekuler dan sifat hidrofilik gliserol menyebabkan peningkatan nilai WVP. Meningkatnya jarak intermolekuler menyebabkan matriks film protein whey dapat lebih mudah dilalui oleh uap air.

Kadar Air

Kadar air merupakan hal yang penting dalam pembuatan film. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai kadar air *edible film* menjadi meningkat dengan bertambahnya gliserol yang ditambahkan. Penurunan nilai kadar air dapat dilihat pada Tabel 3.

Peningkatan jumlah gliserol yang ditambahkan mengakibatkan peningkatan kadar air *edible film*. Perlakuan G1 dengan penambahan gliserol terbanyak menghasilkan nilai kadar air yang tinggi yaitu 25,5988 %, sedangkan G3 gliserol yang ditambahkan paling rendah menghasilkan nilai kadar air yang rendah pula yaitu 16,8862 %. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan gliserol memberikan perbedaan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01) pada nilai kadar air film. Peningkatan nilai tersebut kemungkinan disebabkan oleh peranan gliserol mengikat air. Banker *et al.*, (1966) menemukan bahwa polaritas polimer film berhubungan dengan daya tarik-menarik air. Sifat mengikat air fraksi polimer protein whey digunakan untuk pembuatan film. Karakteristik tingginya

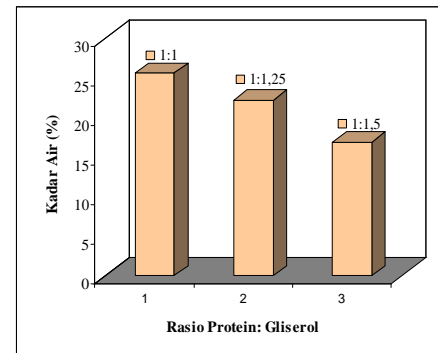
Tabel 3. Nilai kadar air *edible film* protein whey dengan rasio protein: gliserol yang berbeda

Perlakuan	Rasio Protein:Gliserol	Kadar air (%)	Standart Deviasi
G1	1:1	25,5988 ^y	2,6567
G2	1,25:1	22,2097 ^{xy}	1,7577
G3	1,5:1	16,8862 ^x	0,5668

Keterangan : notasi x,y yang berbeda pada kolom yang sama dari rata-rata nilai kadar air dengan menggunakan rasio protein: gliserol yang berbeda menunjukkan pengaruh yang sangat nyata (P<0,01)

Water Holding Capacity (WHC) film dapat dihubungkan dengan besarnya daya tarik-menarik air. Hal tersebut digunakan untuk membuktikan perbedaan konsentrasi gliserol memberikan pengaruh pada kadar air film. Pengaruh rasio protein: gliserol terhadap kadar air dapat dilihat pada Gambar 4. Mahmoud and Savello (1992) menyatakan bahwa konsentrasi gliserol yang ditambahkan pada pembuatan film berpengaruh nyata pada kadar air film β -laktoglobulin. Gliserol adalah *plasticizer* hidrofilik dengan memperpanjang, menambah air dan mengendurkan struktur film. Sifat tersebut menghasilkan peningkatan WHC dan mobilitas penyebaran air. Peningkatan nilai kadar air disebabkan oleh karakteristik higroskopik, peningkatan daya tarik-menarik gliserol. Kadar air merupakan parameter penting untuk menentukan efek *plasticizing* air pada film biopolimer (Anker *et al.*, 2000). Hasil penelitian Banerje and Chen (1995) menunjukkan bahwa penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* pada film WPI menghasilkan nilai kadar air yang besar. Pada penelitian Anker *et al.* (2000), peningkatan nilai WVP pada film WPI:G= 2:1 menyebabkan meningkatnya nilai kadar air film.

Penelitian lain menyebutkan bahwa gel protein susu, protein dengan kandungan asam amino polar tinggi



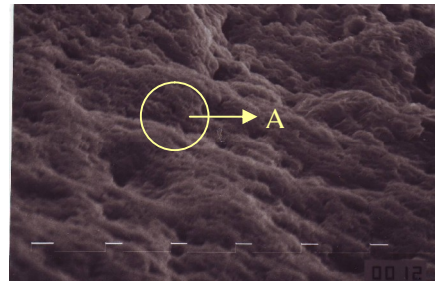
Gambar 4. Pengaruh rasio protein : gliserol terhadap nilai kadar air *edible film* protein whey

seperti Val, Pro, Leu, Ile, Phe, dan Trp akan membentuk gel tipe koagulum menyebabkan nilai WHC rendah. Kandungan asam amino polar yang rendah akan membentuk gel tipe *translucent* menyebabkan nilai WHC tinggi. Kebanyakan gel protein dibentuk oleh penjebakan dan amobilisasi air pada jaringan atau matriks protein, pada protein film air dibentuk oleh ikatan H, ion hidrasi dan interaksi hidrofobik. Konsentrasi grup polar terlihat memberikan efek yang sama pada nilai kadar air. Faktor seperti konformasi, rangkaian asam amino, distribusi hidrofilik dan gugus hidrofobik dapat memperluas jaringan protein, polaritas, pH, kekuatan ionik dan kondisi lingkungan dapat mempengaruhi kekuatan mengikat air protein film (Banerjee and Chen, 1995).

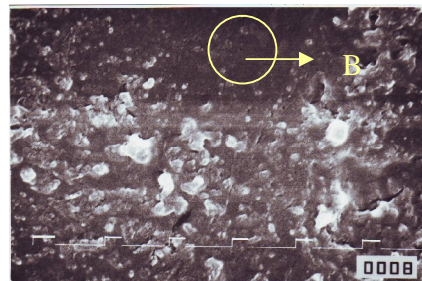
Mikrostruktur

Karakteristik mikrostruktur film merupakan elemen yang penting dalam mengetahui sifat film. Foto mikrostruktur yang dihasilkan dengan menggunakan metode SEM bervariasi dari padat hingga renggang dan rata sampai bergelombang. Gambar struktur *edible film* dapat dilihat pada Gambar 5. Semakin banyak gliserol yang ditambahkan (G1) menghasilkan mikrostruktur *edible film* yang padat dan bergelombang pada permukaannya. Mikrostruktur *edible film* G2 dengan penambahan gliserol yang rendah tampak permukaan yang rata dan agak padat. Adapun penambahan gliserol yang semakin sedikit (G3) mikrostrukturnya memperlihatkan permukaan yang rata dan sedikit lebih renggang. Frinault, Gallant, Bouchet and Dumont (1997) menguji film kasein dengan menggunakan metode SEM menunjukkan bahwa film lebih berpori pada bagian tengah daripada bagian tepi. Penggunaan kondisi vakum untuk menghilangkan gelembung udara pada pembuatan film dapat mengurangi ukuran dan jumlah pori-pori pada film (McHugh, Aujard and Krochta, 1994).

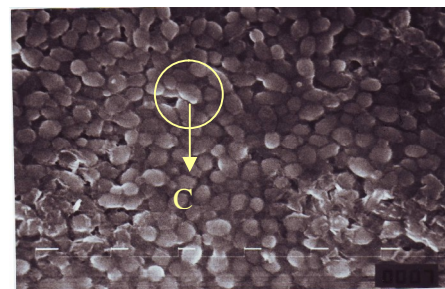
pH akhir *edible film* yang dicetak sebesar 5,2 berada pada pH isoelektrik protein whey sehingga menyebabkan pembentukan gel yang lebih besar. Ketidakrataan dan banyaknya pori-pori pada film disebabkan oleh terbentuknya gel kompleks protein yang tergantung pada pH. Pada pH yang mendekati titik isoelektrik, kompleks gel protein akan terlarut sehingga gel yang terbentuk menghasilkan struktur anyaman. Struktur ini dalam gambar ditunjukkan dengan permukaan yang tidak rata dan berpori. Penelitian menunjukkan bahwa pembentukan gel pada struktur *edible film* lebih banyak dipengaruhi oleh pH dan jumlah ion kalsium (Ca^{2+}).



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Mikrostruktur *edible film* protein whey. a= perlakuan G1; b =perlakuan G2 ; c = perlakuan G3.

Keterangan A = permukaan tidak rata; B = permukaan halus; C = pori.

Mikrostruktur film yang tidak ditambahkan Ca^{2+} menyebabkan ikatan tidak kuat dibandingkan dengan film yang ditambahkan dengan Ca^{2+} . Rata-rata ukuran penggabungan partikel dalam

film lebih besar dipengaruhi oleh pH. Penggabungan gel yang baik pada saat pH protein whey mencapai pI (pH 5,2) dan penggabungan yang kurang baik pada saat pH rendah (pH 3,0-4,0) dan saat pH netral. *Plasticizer* tidak memberikan pengaruh pada pembentukan gel film (Ressouany, Vachon and Lacroix, 1998). Langton and Hermanson (1992) menyebutkan bahwa terdapat keterhubungan antara tipe untaian yang tampak pada analisis mikrostruktur pada jaringan gel protein whey dengan sifat fisik gel.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa gliserol memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai WVP, kadar air dan kelarutan protein film. Perlakuan terbaik yaitu G3 dengan rasio protein: gliserol 1,5:1 memberikan nilai WVP dan kelarutan protein terendah. Nilai WVP, kadar air dan kelarutan protein film menjadi meningkat seiring meningkatnya gliserol yang ditambahkan. Struktur *edible film* tampak permukaannya tidak rata pada perlakuan G1, perlakuan G2 permukaannya rata dan pada perlakuan G3 berpori.

DAFTAR PUSTAKA

- Anker, M., Mats, S., and Anne-Marie, H., 2000. Relationship between the Microstructure and the Mechanical and Barrier Properties of Whey Protein Films. *J. Agric. Food Chem*, Vol. 48 : 3806-3816.
- Banker, G. S., Gore, A. Y., and Swarbrick, J., 1966. Water Vapor Transmission Properties of Free Polymer Films. In Mahmoud, R., and Savello, P. A., 1992. Mechanical Properties and Water Vapor Transferability Through Whey Protein Film. *J. Dairy Sci*, Vol. 67 No. 11 : 942 – 946.
- Benerjee, R., and Chen, H., 1995. Funtional Properties of Edible Films Using Whey Protein Concentrate. *J. Dairy Sci*, Vol. 78: 1673-1683.
- Cagri, A., Z. Ustunol, and E.T. Ryser. 2004. Antimicrobial Edible Films and Coatings. *Journal of Food Protection*, 67: 833-848.
- Cuq, B., Gontard, N., Cuq, J. L., and Guilbert, S., 1997. Selected Functional of Fish Myofibrillar Protein-Based Films as Affected by Hydrophilic Plasticizer. In Galiotta, G., Di Gioia, L., Guilbert, S., and Cuq, B., 1998. Mechanical and Thermomechanical Properties of Films Based on Whey Proteins as Affected by Plasticizer and Crosslinking Agents. *J. Dairy Sci*, Vol 81: 3123-3130.
- Frinault, A., Gallant, D.J., Bouchet, B., and Dumont, J.P. 1997. Preparation of Casein Filims by a Modified Wet Spinning Process. In Anker, M., Mats, S., and Anne-Marie, H., 2000. Relationship Between the Microstructure and the Mechanical and Barrier Properties of Whey Protein Films. *J. Agric. Food Chem*. Vol 48 : 3806-3816.
- Fukushima, D., and Van Buren., 1970. Mechanisms of Protein Insolubilization during the Drying of Soy Milk. In Roy, S., Weller, C. L., Gennadios, A., Zeece, M. G., and Testin, R. F., 1999. Physical and Molecular Properties of Wheat Gluten Films Cast from Heated Film-

- Forming Solutions. *J. Food Sci*, Vol 64: 57-60.
- Galiatta, G., Di Gioia, L., Guilbert, S., and Cuq, B., 1998. Mechanical and Thermomechanical Properties of Films Based on Whey Proteins as Affected by Plasticizer and Crosslinking Agents. *J. Dairy Sci*, Vol 81: 3123-3130.
- Gontard, N., Guilbert, S., and Cuq, J. L., 1993. Water and Gliserol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film. *J. Food Sci*. Vol 58: 206-211.
- Guilbert, S., 1986. Technology and Application of Edible Protective Films. In McHugh, T. H., and Krochta, J. M., 1994. Sorbitol-vs Gliserol-Plasticized Whey Protein Edible films: Integrated Oxygen Permeability and Tensile Property Evaluation. *J. Agric Food Sci*, Vol. 42: 841-845.
- Khwaldia, K., Banon, S., Perez, C., and Desobry, S., 2004. Properties of Sodium Caseinate Film-Forming Dispersions and Films. *J. Dairy Sci*, Vol 87: 2011-2116
- Kim, S. J., and Ustunol, Z., 2001. Solubility and Moisture Sorption Isotherms of Whey-Protein based Edible Film as Influence by Lipid and Plasticizer. *J. Agric Food Sci*, Vol. 49: 4388-4391.
- Langton, M., and Hermanson, A. M., 1992. Fine-Stranded and Particulate gels of β -lactoglobulin and Whey Protein at Varying pH. In Anker, M., Mats, S., and Anne-Marie, H., 2000. Relationship between the Microstructure and the Mechanical and Barrier Properties of Whey Protein Films. *J. Agric. Food Chem*, Vol. 48 : 3806-3816.
- Lieberman, E. R., and Gilbert, S. G., 1973. Gas Permeation of Collagen Films Affected by Cross-linkage, Moisture, and Plasticizer Content. In Perez-Gago, M., dan Krochta, J. M. S., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein Emulsion Film as Affected by pH. *J. Food Sci*, Vol. 64 No. 4 : 695 – 698.
- Mahmoud, R., and Savello, P. A., 1992. Mechanical Properties and Water Vapor Transferability Through Whey Protein Film, *J. Dairy Sci*, Vol. 67 No. 11 : 942 – 946.
- McHugh, T. H., and Krochta, J. M., 1994. Water Vapor Permeability Properties of Edible Whey Protein Lipid Emulsion. *J. Am. Oil Chem Soc*, Vol. 71 : 307–312.
- _____, Aujard, J. F., and Krochta, J. M., 1994. Plasticized Whey Protein Edible Film: Water Vapor Permeability Properties. *J. Food Sci*, Vol 59: 416-419.
- Montero, P., Perez-Mateos, M., and Solas., 1997. Comparison of Different Gelation Methods Using Washed Sardine (*Sardina philcardus*) Mince: Effect of Temperature and Pressure. *J. Food Sci*, Vol. 45:4613-4616.
- Morr, C.V., German, B., Kinsella, J.E., Regenstein, J.M., Van Buren, J.P., Kilara, A., Lewis, B.A., and Mangino, M.E., 1985. A Collaborative Study to Develop a Standardized Food Protein Solubility Procedure. *J. Food Sci*, Vol 50: 1715.
- Perez-Gago, M. B. , and Krochta, J. M. S., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein

- Emulsion Film as Affected by pH. *J. Food Sci*, Vol. 64 No. 4 : 695 – 698.
- Ressouany, M., Vachon, C., and Lacroix, M., 1998. Irradiation Dose and Calcium Effect on the Mechanical Properties of Cross-Linked Caseinate Films. *J. Agric Food Chem*. Vol 46:1618-1623.
- Roy, S., Weller, C. L., Gennadios, A., Zeece, M. G., and Testin, R. F., 1999. Physical and Molecular Properties of Wheat Gluten Films Cast from Heated Film-Forming Solutions. *J. Food Sci*, Vol 64: 57-60.
- Sothornvit, R., and Krochta, J. M., 2000^a. Water Vapor Permeability and Solubility of Films from Hydrolyzed Whey Protein. *J. Food Sci*, Vol 65 No 4:700-703.
- _____, 2000^b. Plasticizer Effect on Oxygen Permeability of β -Lactoglobulin Films. *J. Food Sci*, Vol 48: 6298-6302.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 2003. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty.Yogyakarta.
- Yitnosumarto, S. 1993. *Percobaan, Perencanaan, Analisa & Interpretasinya*. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wieddyanto, E. 2007. *Karakteristik Edible Film Protein Whey dengan Berbagai Tingkat Pemanasan*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya Malang.