

PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK KELAPA SAWIT TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* PROTEIN WHEY

The effect of Palm Oil Addition on Whey Protein Edible Film Characteristic

Abdul Manab¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

Diterima 1 Januari 2008; diterima pasca revisi 15 Juli 2008
Layak diterbitkan 20 Agustus 2008

ABSTRACT

The aim of this research was to find out palm oil effect on whey protein edible film characteristic. This research used completely randomized design, consisted of three different concentration of palm oil were 5%, 10% and 15% (w/v), each treatment hold on three repetition. The result showed that there was highly significant effect ($P < 0.01$) on wvp (water vapor permeability), protein solubility, and water content. 15% Palm oil addition gave lower value of wvp and protein solubility. Scanning electron microscopy revealed that palm oil gave uniform microstructure of edible film whey protein.

Key words: *edible film whey protein, palm oil, wvp, protein solubility, water content, microstructure.*

PENDAHULUAN

Edible film merupakan suatu lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi bahan pangan dan berasal dari bahan yang dapat dimakan seperti protein, polisakarida, dan substansi hidrofobik (Hettiarachchy and Ziegler, 1994). Salah satu bahan pembuatan *edible film* yang berasal dari protein yaitu protein whey. Protein whey berasal dari hasil samping industri keju, yang mengandung laktoglobulin (57%) dan laktalbumin (19%).

Edible film protein whey mempunyai sifat transparan, lunak, fleksibel dan menahan aroma dan oksigen yang baik pada kelembaban rendah yang didapatkan dengan cara protein didenaturasi pada suhu 90°C selama 30 menit, penambahan asam dan basa untuk membentuk ikatan disulfida intermolekuler sehingga menghasilkan gel yang lunak.

Edible film protein whey mempunyai sifat hidrofili yang tinggi

sehingga *edible film* jenis ini kurang mampu mempertahankan kadar air karena tingginya permeabilitas *edible film* protein whey terhadap air. Sifat hidrofili ini menyebabkan *edible film* kurang efektif sebagai *barrier* terhadap kelembaban, sehingga *edible film* protein whey kurang mampu mempertahankan penguapan air dari produk yang dilapisinya karena *edible film* yang digunakan mudah retak. Efektifitas *barrier* tergantung pada kekuatan dari komponen dan keseragaman distribusi dispersi dari substansi hidrofobik (Kemper and Fennema, 1985; Debeaufort, Martin-Polo and Voilley, 1993). Pelapis *edible film* hidrofobik dalam bentuk bilayer dengan tujuan agar sifat *barrier* berlawanan dengan transfer uap air, sehingga mengakibatkan *edible film* tidak mudah terlarut dalam air dan dapat menjaga integritas bahan pangan maka digunakan lipid.

Edible film protein whey dengan penambahan lipid dapat menurunkan *Water Vapor Permeability* (WVP) karena

adanya interaksi antara substansi hidrofobik dan emulsifikasi antara lipid dan protein whey dalam emulsi *edible film*. Lipid memiliki karakteristik hidrofobik pada protein yang memberikan sifat *barrier* terhadap kelembaban. *Edible film* protein whey dengan penambahan lipid ditujukan untuk mengurangi sifat hidrofil dan meningkatkan sifat hidrofob *edible film* sehingga diharapkan dapat menurunkan WVP dan kelarutan protein. *Edible film* dengan penambahan lipid diharapkan dapat meningkatkan kemampuan sebagai bahan pelapis yang dapat mempertahankan kualitas produk pangan yang dilapisinya. Lipid yang digunakan antara lain minyak kelapa sawit.

Minyak kelapa sawit merupakan komponen hidrofobik yang memiliki sifat berbeda sehingga memberikan pengaruh yang berbeda dalam menurunkan WVP dan kelarutan protein. Penggabungan lipid cair menjadikan struktur *edible film* menjadi padat (Martin-Polo, Voilley, Blond, Colas, Mesnier and Floquet, 1992).

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai persentase penambahan minyak kelapa sawit yang tepat dalam pembuatan *edible film* protein whey ditinjau dari karakteristiknya. *Edible film* dengan penambahan minyak kelapa sawit diharapkan dapat meningkatkan nilai hidrofob *edible film* sehingga dapat menurunkan WVP dan kelarutan protein. Kecepatan penguapan air dalam formulasi *edible film* dengan penambahan minyak kelapa sawit diketahui dengan pengujian kadar air. *Scanning Electron Microscopy* digunakan untuk melihat mikrostruktur dari *edible film* protein whey. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui persentase penambahan minyak kelapa sawit yang tepat, sehingga sesuai dengan karakteristik *edible film*.

MATERI DAN METODE

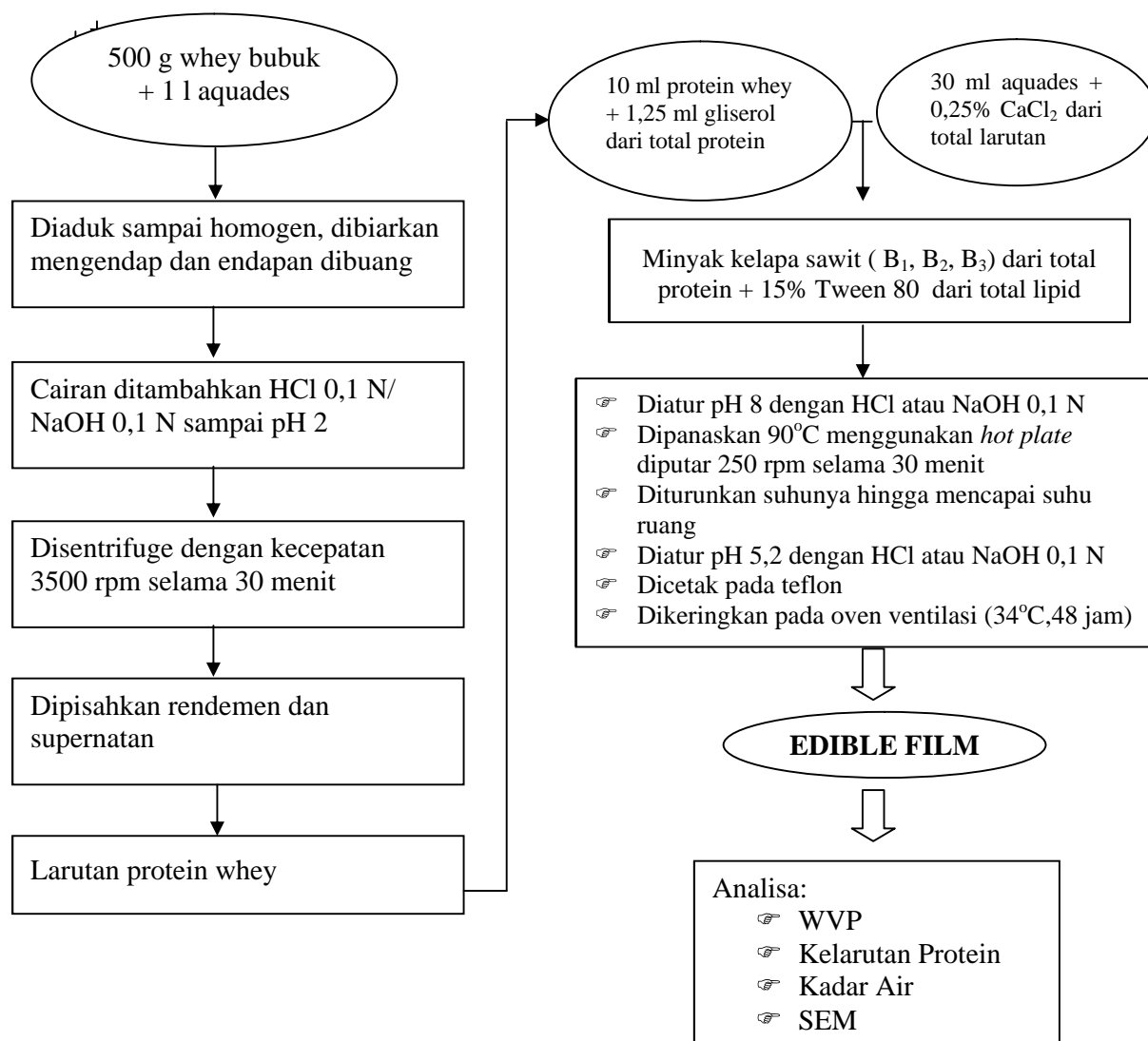
Bahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film* protein whey yaitu protein whey, minyak kelapa sawit, aquades, gliserol, CaCl₂, HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan (Ohaus BC series dan Mettler Instrumente tipe AJ150L Switzerland), *hot plate* (IKAMAG RET, Janke dan Kuntel), *stirrer*, pH meter (Hanna Instruments), *sentrifuge* (Jovan, Jepang), teflon (RUBINA), oven (Mettmert Jerman), pompa vakum.

Bahan yang digunakan untuk pengujian adalah NaCl 0,1 M, HCl 0,1 N, NaOH 0,1 N, kertas whatman no.1, alkohol 70%. Peralatan yang digunakan yaitu timbangan analitik, eksikator, jangka sorong, pH meter (Hanna Instruments), sentrifus dingin (*Bench top refrigerated microliter centrifuge* model *hettich micro 22R centrifuge*), *stirrer*, *vortex*, dan *Hamilton syringe* 20 µl dan 50 µl, *kjeldahl* (Buchi, Switzerland) dan oven (WTB Binder tipe 53, Jerman).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 perlakuan penggunaan minyak kelapa sawit pada larutan bahan *edible film* yaitu B₁, B₂ dan B₃ secara berurutan 5, 10 dan 15% (v/v).

Proses pembuatan *edible film* dilakukan menurut Susrini (1995), Galietta *et al.* (1998); Tanaka *et al.* (2001); Ruan *et al.* (1998). Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Variabel Penelitian yang diuji meliputi *Water Vapor Permeability* (WVP) (Perez-Gago and Krochta, 1999), Kelarutan protein (Morr, German, Kinsella, Regenstein, Van Buren, Kilara, Lewis, and Mangino, 1985. Kadar Air (Banerjee and Chen, 1995) dan Sudarmadji



Gambar 1. Diagram alir penelitian (Susrini 1995, Galiotta *et al.*, 1998; Tanaka *et al.*, 2001; Ruan *et al.*, 1998).

(1997), Mikrostruktur dengan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM) (Montero, Perez-Mateos, and Solas, 1997).

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam menggunakan, apabila terdapat perbedaan, diteruskan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) (Sastrosupadi, 2000). Data mikrostruktur *edible film* yang berupa gambar dianalisis secara diskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

WVP

Hasil Analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat penambahan minyak kelapa sawit memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap WVP *edible film* protein whey (Tabel 1).

Menurut Tanaka *et al.*, (2001) bahwa penambahan asam lemak tak jenuh pada larutan *edible film* memberikan pengaruh

yang signifikan dalam menurunkan nilai WVP, ikatan rangkap pada asam lemak tak jenuh dapat menurunkan ketebalan molekul lipid pada struktur komposisi *edible film*.

Tabel 1. WVP *edible film* protein whey

Minyak kelapa sawit	Rata-rata
B ₁ (5%)	0,0150 ^{ab}
B ₂ (10%)	0,0139 ^a
B ₃ (15%)	0,0280 ^b

Keterangan: notasi yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01)

Adanya asam lemak tak jenuh rantai panjang dalam larutan *edible film* dapat menurunkan nilai WVP karena sifat hidrofobisitas meregulasi komposisi asam lemak dalam *edible film* sehingga dapat meningkatkan mobilitas struktur *edible film*. Menurut McHugh and Krochta (1994^b) dan Rhim, *et al.* (1999) WVP *edible film* diharapkan dapat mengalami penurunan dengan meningkatnya rantai panjang hidrokarbon dari minyak kelapa sawit, karena hidrofobisitas dari asam lemak meregulasi secara langsung Water Vapor Transmisi pada komposisi asam lemak *edible film* dan asam lemak rantai panjang memiliki mobilitas yang besar dalam membentuk struktur komposisi *edible film*. Menurut Kamper and Fennema (1984) Asam lemak tak jenuh dari asam lemak yang cair pada suhu ruang memiliki mobilitas yang baik dari ikatan rangkapnya dimana dapat menurunkan tebalnya molekul lipid pada komposisi struktur *edible film*, dan terlihat struktur yang padat dan merata (Gambar 2b).

Penurunan WVP terjadi pada perlakuan penambahan minyak kelapa sawit 10% dibandingkan 5% disebabkan oleh interaksi antara gugus hidrofobik dan emulsifikasi antara minyak kelapa sawit dan protein whey secara optimum sehingga memberikan *barrier* yang baik terhadap uap air. Menurut Maria *et al.* (2000) dan Kester and Fennema, (1989^a) bahwa penambahan

gugus hidrofobik kedalam gugus hidrofilik protein dalam *edible film* yaitu dengan membentuk kestabilan emulsi lipid atau melaminasi *edible film* dengan lipid ternyata mampu meningkatkan kemampuan dalam menghalangi terjadinya penguapan air. Menurut Tanaka *et al.* (2001) bahwa kemampuan *edible film* menghalangi terjadinya penguapan air dapat ditingkatkan dengan menambahkan komponen lipid seperti *neutral lipid*, asam lemak atau malam (*wax*).

Perlakuan B₃ memiliki nilai WVP tertinggi disebabkan adanya interaksi gugus hidrofobik dan emulsifikasi sudah tidak optimum sehingga dihasilkan *edible film* yang rapuh yang berakibat menurunnya sifat *barrier* terhadap uap air dan menyebabkan *edible film* mudah dilalui oleh uap air. Menurut Bravin *et al.*, (2004) penambahan tween 80 dapat menurunkan WVP dari *edible film* yang mengandung lipid 10%, namun menurut Gontard *et al.* (1989) dan Kester and Fennema (1989^b) penambahan minyak lebih dari 10% tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan sifat *barrier edible film*, karena pengaruh negatif dari gugus polar dapat dikurangi dengan adanya komponen nonpolar.

Penurunan nilai WVP dengan perlakuan penambahan lipid pada *edible film* protein whey dapat mengontrol terjadinya transpor kelembaban, menyebabkan meningkatnya jarak tempuh molekul air yang diserap permukaan *edible film* sehingga dapat mencegah terjadinya penguapan dari produk pangan yang dilapisi. McHugh and Krochta (1994^a) dan Tanaka *et al.* (2001) menyatakan bahwa meningkatnya jarak tempuh molekul air yang berdifusi menembus *edible film* menyebabkan nilai WVP mengalami penurunan dengan ditamulkannya lipid pada emulsi *edible film*.

Kelarutan Protein

Hasil Analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat penambahan minyak kelapa

sawit memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kelarutan protein *edible film* protein whey (Tabel 2).

Tabel 2. Kelarutan protein (%) *edible film* protein whey

Minyak kelapa sawit	Rata-rata
B ₁ (5%)	37,9686 ^{ab}
B ₂ (10%)	34,9877 ^a
B ₃ (15%)	44,7127 ^b

Keterangan : notasi yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Menurut Prodpran *et al.* (2005) bahwa perbedaan lipid juga disebabkan oleh tipe lipid yaitu komposisi asam lemak dan menurut Tanaka *et al.*, (2001) bahwa penambahan asam lemak tak jenuh pada larutan *edible film* memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan nilai WVP, asam lemak tak jenuh yang digunakan merupakan asam lemak yang cair dalam suhu ruang, memiliki ikatan rangkap dimana dapat menurunkan ketebalan molekul lipid pada struktur komposisi *edible film*. Penurunan nilai WVP menyebabkan protein *edible film* tidak mudah terlarut dalam air.

Penurunan kelarutan protein terjadi dengan semakin meningkatnya penambahan lipid. Perlakuan B₂ menunjukkan terjadinya penurunan kelarutan protein karena dengan perlakuan B dapat meningkatkan hidrofobisitas dari *edible film*, sehingga dapat menurunkan hilangnya protein akibat terlarut dalam air. Menurut Prodpran *et al.* (2005) bahwa lipid hidrofobik didispersikan pada fase protein yang sangat polar, sehingga dapat menurunkan kelarutan protein. *Edible film* yang ditambahkan minyak kelapa sawit menunjukkan penurunan kelarutan protein lebih rendah daripada menggunakan mentega atau mentega putih. Adanya ikatan silang dari variasi ikatan yaitu ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan disulfida dapat mencegah hilangnya protein dari *edible film*.

Peningkatan nilai kelarutan protein terjadi pada perlakuan B₃ disebabkan karena meningkatnya minyak kelapa sawit sehingga gugus hidrofob dan protein tidak terjadi interaksi optimum sehingga *edible film* yang dihasilkan mudah retak dan terlarut dalam air. Struktur *edible film* dari protein berupa polimer dari protein-protein yang saling berinteraksi dengan gaya kohesi yang kuat. Akibat penambahan lipid menyebabkan polimer ini berubah, yaitu tidak hanya ikatan antar protein tetapi juga terdapat bagian yang berikatan dengan rantai lemak yang bersifat hidrofob sehingga menyebabkan gaya kohesi *edible film* menjadi lemah dan mudah rapuh. Menurut Kim and Ustunol (2001) bahwa pada emulsi *edible film* dari protein whey dengan penambahan lipid dapat meningkatkan sifat hidrofobnya. Menurut Tanaka *et al.* (2000) dan Kester and Fennema (1986) dengan rendahnya titik cair dari lipid maka dihasilkan *edible film* yang rapuh, kurang baik sebagai *barrier* terhadap kelembaban hal ini disebabkan karena meningkatnya kandungan asam lemak tak jenuh dalam larutan *edible film*.

Hasil terbaik dari perlakuan penambahan lipid yang digunakan dalam menurunkan nilai WVP yaitu perlakuan B₂ disebabkan adanya interaksi gugus hidrofobik yang dapat meningkatkan sifat hidrofobisitas dari *edible film* sehingga dapat menghasilkan *edible film* yang tidak mudah retak dan dapat menurunkan hilangnya protein akibat terlarut dalam air.

Kadar Air

Hasil Analisis ragam menunjukkan bahwa tingkat penambahan minyak kelapa sawit pada pembuatan *edible film* protein whey memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar air *edible film* protein whey (Tabel 3).

Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar air mengalami peningkatan dengan semakin meningkatnya jumlah minyak kelapa sawit yang digunakan. Semakin banyak minyak kelapa sawit yang ditambahkan pada larutan

maka interaksi antara protein dan lipid pada proses pengeringan semakin lemah sehingga evaporasi air akan semakin besar karena tidak terhalangi oleh lipid. Peningkatan kadar air ini menunjukkan bahwa dengan semakin meningkatnya penambahan lipid menyebabkan *edible film* yang dihasilkan mudah rapuh, akan tetapi nilai kadar air dari *edible film* dengan penambahan lipid tetap lebih rendah daripada *edible film* yang berasal dari protein saja. Penambahan lipid pada larutan *edible film* yang berasal dari *edible film* hidrofobik menyebabkan *edible film* memiliki kandungan air yang lebih rendah bila dibandingkan dengan *edible film* yang berasal dari protein saja (Banerjee and Chen, 1995).

Tabel 3. Kadar air (%) *edible film* protein whey

Minyak kelapa sawit	Rata-rata
B ₁ (5%)	15,8453 ^a
B ₂ (10%)	19,9294 ^a
B ₃ (15%)	26,2434 ^b

Keterangan : notasi yang berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01)

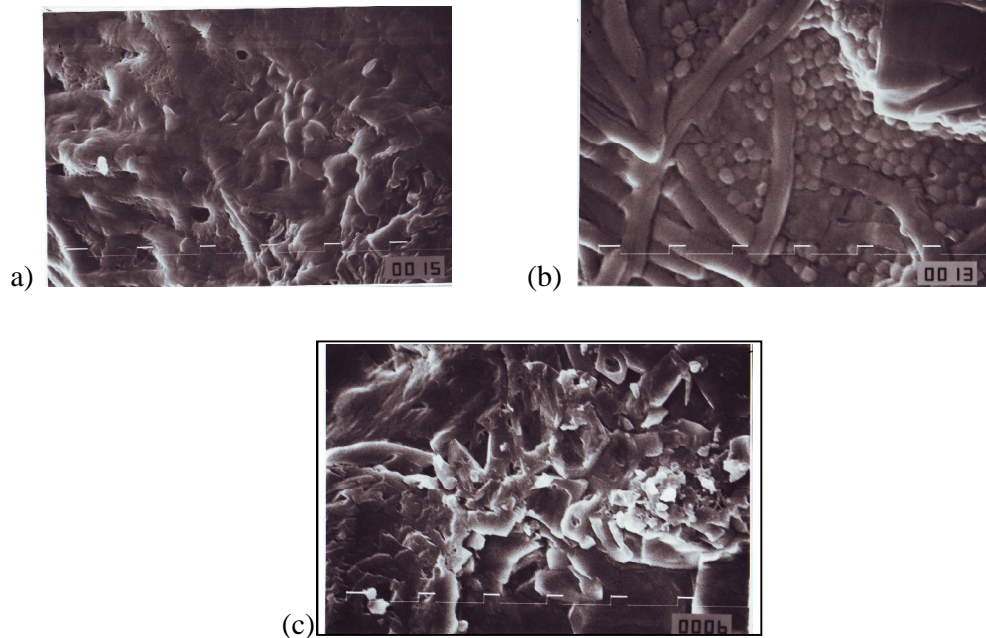
Sifat emulsifikasi dari protein whey terpengaruh dengan adanya penambahan lipid yang semakin meningkat, sehingga menyebabkan lipid cenderung terpisah dengan molekul air yang bersifat polar dan mudah menguap. Kadar air *edible film* protein whey menurut Banker (1966) menunjukkan adanya hubungan antara polaritas dari polimer *edible film* dan daya ikat air. Sifat daya ikat air dari polimer protein whey digunakan sebagai dasar persiapan pembuatan *edible film* yang sama polaritasnya. Karakteristik WHC yang tinggi dari *edible film* dapat disebabkan oleh daya ikat air dari gliserol yang digunakan dalam formulasi *edible film* (Mahmoud and Savello, 1992).

Peningkatan persentase minyak kelapa sawit menyebabkan nilai kadar air semakin meningkat karena semakin banyak air yang terjebak pada lapisan *edible film* dengan meningkatnya penambahan minyak kelapa sawit, sehingga pada saat proses pengeringan banyak air yang menguap.

Mikrostruktur

Gambar 2 menunjukkan hasil analisa dengan nilai WVP dan kelarutan yang mengalami penurunan pada B₂, maka dari hasil mikrostruktur terlihat permukaan yang rata, padat bila dibandingkan dengan minyak kelapa sawit B₁ dan B₃. Menurut Bravin *et al.* (2004) bahwa gambar mikrostruktur *edible film* dengan penambahan minyak kelapa sawit menunjukkan struktur lapisan tipis yang padat. Ketidakteraturan dan banyaknya pori pada *edible film* disebabkan oleh terbentuknya gel kompleks protein yang tergantung pada pH. Pada pH mendekati titik isoelektrik kompleks tersebut akan terlarut sehingga gel yang terbentuk menghasilkan struktur anyaman. pH akhir 5,2 pada *edible film* yang dicetak berada pada pH isoelektrik protein whey sehingga menyebabkan pembentukan gel yang lebih besar.

Perlakuan B₂ pada permukaan *edible film* terlihat penyebaran *droplet* minyak kelapa sawit yang merata karena B₂ memiliki nilai WVP dan kelarutan terbaik sehingga didapatkan *edible film* yang dapat bersifat sebagai *barrier* terhadap kelembaban dan tidak mudah terlarut dalam air. *Droplet* minyak terlihat jelas pada permukaan dengan semakin meningkatnya penambahan minyak kelapa sawit. Menurut Prodpran *et al.* (2005) bahwa *droplet* minyak pada permukaan *edible film* biasa dihubungkan dengan menurunnya WVP *film* dengan semakin meningkatnya penambahan minyak kelapa sawit.



Gambar 2. Mikrostruktur *edible film* dengan penambahan (a) B₁, (b) B₂ dan (c) B₃

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. Penambahan minyak kelapa sawit dalam pembuatan *edible film* protein whey memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap nilai WVP, kelarutan protein *film*, kadar air dan perbedaan struktur *edible film*.
2. *Edible film* dengan perlakuan penambahan minyak kelapa sawit 10% mempunyai nilai WVP, kelarutan protein, kadar air yang rendah dan
3. struktur permukaan yang tampak merata dan padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, R. and Chen, H., 1995. Functional Properties of Edible film Using Whey Protein Concentrate. *Journal Dairy Science*, **78**: 1673-1683.
- Banker, G. S., 1966. Film Coating Theory and Practice. *Journal Pharm. Science*, **55**: 81. In Mahmoud, R. and Savello, P. A., 1992. Mechanical

Properties of and Water Vapor Transferability Through Whey Protein Films. *Journal Dairy Science*, **75**: 942-946.

- Bravin, B., Peressini, D., and Sensidoni, A., 2004. Influence of Emulsifier Type and Content on Functional Properties of Polysaccharide Lipid-Based Edible Film. *Journal Agriculture Food Chemistry*, **52**: 6448-6455.
- Debeaufort, F., Martin-Polo, M. O., and Voilley, A., 1993. Polarity, Homogeneity, and Structure Affect Water Vapor Permeability of Model Edible Film. *Journal Food Science*, **58**: 429-434. In Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein Emulsion Film as Affected by pH. *Journal of Food Science*, **64**: 695-698.
- 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. *Journal of Dairy Science*, **81**: 3123-3130.
- Gontard, N., Ducheze, C., Cuq, J. and Guilbert, S., 1994. Edible Composite Films of Wheat Gluten and Lipids Water Vapor Permeability and Other Physical Properties. *Journal Food Science Technology*, **29**: 39-50. **In** Bravin, B., Peressini, D., and Sensidoni, A., 2004. Influence of Emulsifier Type and Content on Functional Properties of Polysaccharide Lipid-Based Edible Film. *Journal Agriculture Food Chemistry*, **52**: 6448-6455.
- Hettiarachchy, N. S. and Ziegler, G. R., 1994. Protein Functional In Food Systems. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Kamper, S. L. and Fennema, O., 1984. Water Vapor Permeability of Edible Bilayer Films. *Journal Food Science*, **49**: 1478-1485. **In** Tanaka, M., Ishizaki, S., Suzuki, T., and Takai, R., 2001. Water Vapor Permeability of Edible Film Prepared from Fish Water Soluble Proteins as Affected by Lipid Type. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, **87**: 31-37.
- Kamper, S. L. and Fennema, O., 1985. Use of an Edible Film to Maintain Water Gradients in Food. *Journal Food Science*, **50**: 382-384. **In** Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein Emulsion Film as Affected by pH. *Journal of Food Science*, **64**: 695-698.
- Kester, J. J. and Fennema, O., 1989^a. An Edible Film of Lipid and Cellulose Ether: Barrier Properties to Moisture Vapor Transmission and Structural Evaluation. *Journal Food Science*, **54**: 1383-1389. **In** Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein Emulsion Film as Affected by pH. *Journal of Food Science*, **64**: 695-698.
- 1989^b. An Edible Film of Lipid and Cellulose Ether: Barrier Properties to Moisture Vapot Transmission and Structural Evaluation. *Journal Food Science*, **54**: 1383-1389. **In** Bravin, B., Peressini, D., and Sensidoni, A., 2004. Influence of Emulsifier Type and Content on Functional Properties of Polysaccharide Lipid-Based Edible Film. *Journal Agriculture Food Chemistry*, **52**: 6448-6455.
- Kim, S. J. and Ustunol, Z., 2001. Solubility and Moisture Sorption Isotherms of Whey-Protein-Based Edible Film as Influence by Lipid and Plasticizer Incorporation. *Journal Agricultural Food Chemistry*, **49**: 4388-4391.
- Mahmoud, R. and Savello, P. A., 1992. Mechanical Properties of and Water Vapor Transferability Through Whey Protein Films. *Journal Dairy Science*, **75**: 942-946.
- Martin-Polo, M., Voilley, A., Blond, G., Colas, B., Mesnier, M., and Floquet, N., 1992. Hydrophobic Films and Their Efficiency Against Moisture Transfer. 2. Influence of the Physical State. *Journal Agricultural Food Chemistry*, **40**: 413-418. **In** Prodpran, T., Chinabhark, K. and Benjakul, S., 2005. Properties of Composite Film Based on Bigeye Snapper Surimi Protein and Lipids. *Songklanakarin, Journal Science Technology*, **27**: 775-788.
- McHugh, T. H., and Krochta, J. M., 1994^a. Water Vapor Permeability Properties of Edible Whey Protein Lipid Emulsion. *Journal AM. Oil Chemistry Science*, **71**: 307 – 312. **In** Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein Emulsion Film as Affected by pH. *Journal of Food Science*, **64**: 695-698.

-
- 1994^b.
Water Vapor Permeability Properties of Edible Whey Protein Lipid Emulsion. *Journal AM. Oil Chemistry Science*, **71**: 307 – 312. **In** Tanaka, M., Ishizaki, S., Suzuki, T., and Takai, R., 2001. Water Vapor Permeability of Edible film Prepared from Fish Water Soluble Proteins as Affected by Lipid Type. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, **87**: 31-37.
-
- 1994^c.
Dispersed Phase Particle Size Effect on Water Vapor Permeability of Whey Protein-Beeswax Edible Emulsion Films. *Journal Food Proc. Preserv.* **18**: 173-188. **In** Tanaka, M., Ishizaki, S., Suzuki, T., and Takai, R., 2001. Water Vapor Permeability of Edible film Prepared from Fish Water Soluble Proteins as Affected by Lipid Type. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, **87**: 31-37.
- Montero, P., Perez-Mateos, M., and Solas, 1997. Comparison of Different Gelation Methods Using Washed Sardine (*Sardina philcardus*) Mince: Effect of Temperature and Pressure. *Journal of Food Science* **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. *Journal of Food Science*, **50**: 1715.
- Perez-Gago, M. B. and Krochta, J. M., 1999. Water Vapor Permeability of Whey Protein Emulsion Film as Affected by pH. *Journal of Food Science*, **64**: 695-698.
- Prodpran, T., Chinabhark, K. and Benjakul, S., 2005. Properties of Composite Film Based on Bigeye Snapper Surimi Protein and Lipids. *Songklanakarin, Journal Science Technology*, **27**: 775-788.
- Rhim, J. W., Wu, Y., Weller, C. L. and Schnepf, M., 1999. Physical Characteristics of Emulsified Soy Protein-Fatty Acid Composite Films. *Sci. des Aliments*, **19**: 57-71. **In** Tanaka, M., Ishizaki, S., Suzuki, T., and Takai, R., 2001. Water Vapor Permeability of Edible film Prepared from Fish Water Soluble Proteins as Affected by Lipid Type. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, **87**: 31-37.
- Ruan, R. R., Xu, L., and Chen, P. L., 1998. Water Vapor Permeability and Tensile Strength of Cellulose Based Composite Edible films. *Journal American Society of Agricultural Engineers*, **14**: 411-413.
- Sastrosupadi, A., 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Kanisius. Yogyakarta.
- Sudarmadji, S., 1997. Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Susrini., 1995. Pengantar Teknologi Pengolahan Susu. Fajar. Malang.
- Tanaka, M., Ishizaki, S., Suzuki, T., and Takai, R., 2001. Water Vapor Permeability of Edible film Prepared from Fish Water Soluble Proteins as Affected by Lipid Type. *Journal of Tokyo University of Fisheries*, **87**: 31-37.