

PENGARUH VARITAS KEDELAI DAN LAMA PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA FISIK *EDIBLE FILM* KEMBANG TAHU

Effect of Soybean Variety and Heating Time on The Chemical and Physical Characteristics of 'Yuba' Edible Film

Ella Saparianti¹⁾

1) Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Jl. Veteran-Malang telp. Fax (0341) 569214

ABSTRACT

The research was conducted to study the effect of soybean variety and heating time in producing 'yuba' as an edible film. Completely Randomized Block Design (CRBD) was employed in the experiment with two factors and three replicates. The first factor was soybean varieties i.e. Willis 2000 (a local variety) and AS (an imported soybean variety from USA). The second factor was the heating time: 15, 30, 45 and 60 minutes respectively.

The results showed that the chemical characteristics of the 'yuba' were significantly affected by soybean varieties, but not by the heating time. The moisture, protein, and lipid contents of 'yuba' produced from the local soybean variety were found to be higher than those of the 'yuba' made up of the imported soybean variety. Similarly, the physical characteristics of the 'yuba' were also significantly by soybean varieties. Except for the vapor permeability, the values of density, thickness, tensile strength, puncture strength, elongation of the local soybean 'yuba' were higher than those of the 'yuba' made up of the imported soybean.

Key words : Yuba, edible film, local and imported soybean varieties

PENDAHULUAN

Edible film merupakan salah satu bahan pengemas pangan yang dalam 10 tahun terakhir mendapat perhatian serius dari para ahli pangan sebagai bahan pengemas alternatif (Robertson, 1992). *Edible film and coating* dari sumber bahan yang dapat diperbaharui (*renewable*) dan dapat diuraikan (*bio-degradable*) mempunyai potensi diaplikasikan pada pengawetan pangan. Film ini berfungsi sebagai penghalang selektif untuk difusi gas dan air, dan memperbaiki sifat penanganan mekanis (Liu, 1997).

Secara umum *edible film* dapat didefinisikan sebagai lapisan tipis yang melapisi bahan pangan dan layak dimakan, digunakan pada makanan dengan cara pembungkusan, pencelupan atau penyemprotan (Robertson, 1992). Jenis tanaman yang sudah dikenal

sebagai penghasil *edible film* adalah kedelai.

Edible film yang berasal dari kedelai ini lebih dikenal sebagai *yuba (dried soymilk film)* atau kembang tahu (Indonesia) adalah lapisan film tipis yang terbentuk di atas permukaan susu kedelai yang dipanaskan.

Kembang tahu atau *yuba* sebagai salah satu produk olahan dari kedelai memiliki kandungan protein yang tinggi yaitu sekitar 55% (Wu and Bates, 1972^a) dan tingkat pencernaan protein yang tinggi, yaitu hampir 100% (Ikeda *et al.*, 1995). Film dengan dasar protein ini dapat dipakai pada bahan pangan dengan kadar air tinggi, intermediet maupun rendah, seperti permen, buah dan sayuran kering, kacang dan sereal, dan dapat digunakan untuk pembungkusan daging dan sayuran (Liu, 1997).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap optimasi dan kualitas kembang tahu disebutkan secara rinci oleh Liu (1997). Faktor-faktor tersebut adalah varitas kedelai, konsentrasi komponen dalam susu kedelai, fraksi protein 11S dan 7S, suhu pemanasan, dan pH susu kedelai.

Menurut Koswara (1992) rata-rata 0.40-0.50 kg kembang tahu kering dapat dihasilkan dari 1 kg kedelai, dimana proses pembentukan lapisan film kembang tahu dapat diulangi beberapa kali sekitar 8 kali atau sampai tidak terbentuk lagi lapisan film yang baru. Namun Liu (1997) menegaskan bahwa film yang terbentuk pertama kali dianggap sebagai film yang memiliki sifat paling baik karena masih memiliki komposisi kimia yang lengkap dibandingkan dengan film yang terbentuk berikutnya.

Karakterisasi biji kedelai yang telah dilakukan oleh Hayati (2002) menunjukkan bahwa komposisi kimia serta fraksi protein varitas kedelai lokal berbeda dengan varitas impor. Varitas Wilis 2000 mempunyai kandungan lemak sebesar 21.224% sedangkan varitas impor AS 23.098%. Sementara kadar protein varitas Wilis 2000 adalah 31.36% dan varitas impor AS 31.060%. Perbedaan komposisi kimia tersebut tentu dapat berdampak terhadap kualitas kembang tahu yang akan dihasilkan sesuai pernyataan Liu (1997) tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap optimasi dan kualitas kembang tahu.

Wu dan Bates (1972^a) mengemukakan bahwa pembentukan film pada kedelai merupakan proses konsentrasi dan isolasi protein parsial. Mekanisme pembentukan film adalah polimerisasi endotermik dari protein yang terdenaturasi panas diiringi dengan dehidrasi permukaan.

Farnum *et al.* (1976) menjelaskan pembentukan film sebagai pengeringan permukaan dari emulsi susu kedelai. Struktur film yang terbentuk merupakan matriks protein yang terbentuk oleh interaksi protein-protein yang terkata-

lisasi oleh panas dimana ikatan-ikatan disulfide, hidrogen dan hidrofobik merupakan ikatan asosiatif utama dalam jaringan.

Fukushima dan Van Buren (1970) mengemukakan bahwa mekanisme polimerisasi film selama pemanasan dan pengeringan susu kedelai melibatkan ikatan-ikatan disulfid dan hidrofobik intermolekuler yang terbentuk. Pemanasan merupakan hal yang penting dalam pembentukan ikatan-ikatan ini, karena panas menyebabkan terbentuknya struktur tiga dimensi protein, yang membuka kelompok-kelompok sulfhidril dengan rantai sisi hidrofobik.

Penggunaan *edible film* yang tepat sebagai kemasan pangan primer sangat ditentukan oleh sifat dan karakteristik film. Sementara sifat dan karakteristik film sangat dipengaruhi oleh komposisi kimia susu kedelai dan kondisi pembentukan film. Sifat dan karakteristik film, khususnya yang berasal dari varitas kedelai lokal Indonesia belum banyak dilaporkan.

Untuk keperluan tersebut maka penelitian tentang sifat dan karakteristik film dari varitas kedelai lokal Indonesia sangat penting untuk dilakukan. Dengan mengetahui sifat dan karakteristik film, maka aplikasi selanjutnya pada produk pangan dapat diterapkan dengan tepat dan dikembangkan lebih lanjut.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah kedelai lokal (varitas Wilis 2000) dari Balai Benih Induk Lawang dan kedelai impor (AS) yang diperoleh dari Toko Cahaya Mulia Malang. Bahan untuk analisa adalah tablet kjeldahl, petroleum eter pa. (Merck), H₂SO₄ pa. (Merck), HCl pa. (Merck), NaOH pa. (Merck), asam borat pa. (Merck), metilen blue, aquades, silica gel dan lilin.

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan kembang tahu adalah waterbath, loyang 14 x 14 cm, blender, kain saring dan wadah-wadah plastik.

Alat untuk analisa terdiri dari alat-alat gelas, timbangan analitik Denver M-310, timbangan digital, seperangkat alat soxhlet, seperangkat alat kjeldahl, *muffle*, oven, pH meter, *chromameter*, *Brazillian Tester*, micrometer, timbangan pegas, eksikator dan *Hand Refraktometer*.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor. Faktor 1 adalah varitas kedelai (V) yang menggunakan kedelai impor AS dan lokal Wilis 2000 dan faktor 2 adalah lama pemanasan (L, 15, 30, 45 dan 60 menit). Dari kedua faktor tersebut diperoleh 8 kombinasi perlakuan dan tiap-tiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 24 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan kembang tahu sebagai *edible film* pada penelitian ini dilakukan seperti disajikan pada Gambar 1.

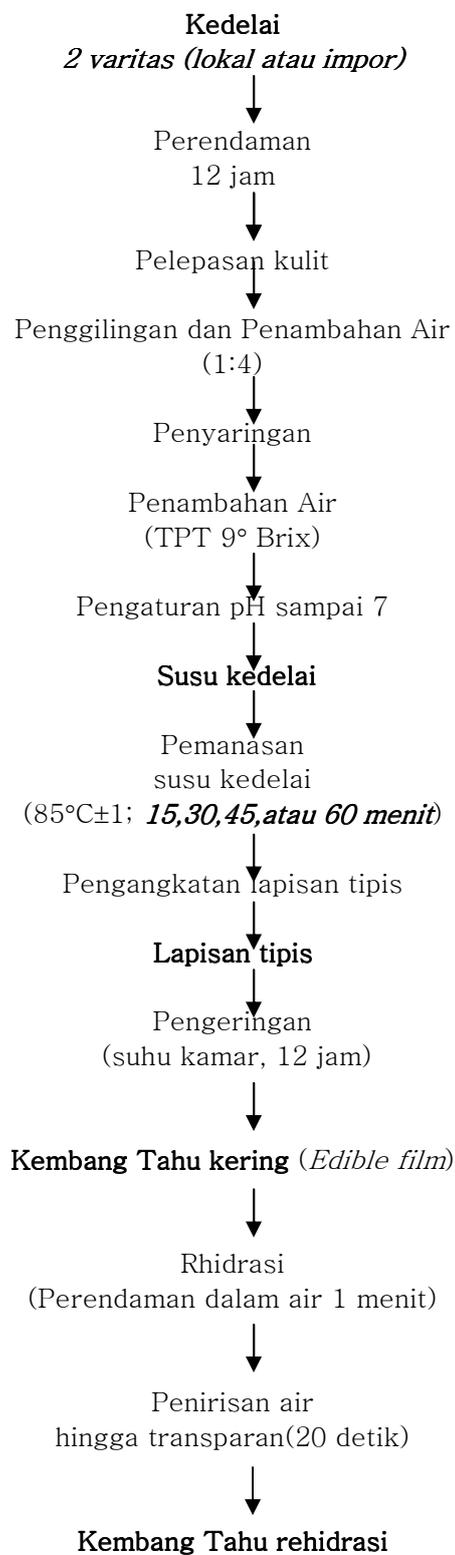
Pengamatan dan Analisa Data

Pengamatan yang dilakukan meliputi Analisa kimia dan analisis fisik. Analisa kimia antara lain, kadar air cara pemanasan (Sudarmadji, dkk., 1997), kadar lemak dan minyak metode soxhlet (Sudarmadji, dkk., 1997), kadar protein metode kjeldahl (AOAC, 1980), kadar abu (Sudarmadji, dkk., 1997) dan kadar karbohidrat (by difference).

Pengamatan fisik meliputi, pengukuran berat per satuan luas, pengukuran ketebalan (Modifikasi dari Sjarief dan Soenarjo, 1986), permeabilitas uap air (Sjarief dan Soenarjo, 1986), ketahanan terhadap daya tusuk (Modifikasi dari Sjarief dan Soenarjo, 1986), penentuan daya tarik dan % elongasi (Modifikasi dari Sjarief dan Soenarjo, 1986)

Data yang diperoleh dianalisa dengan analisis ragam (ANOVA). Apabila menunjukkan pengaruh yang nyata pada faktor-faktor perlakuan serta interaksinya, maka akan dilakukan uji

lanjut dengan BNT (Beda Nyata Terkecil) selang kepercayaan 5% (α).



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan kembang tahu (*edible film*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia kembang tahu yang dihasilkan dari dua varitas kedelai yang berbeda dengan perlakuan waktu pemanasan yang berbeda menunjukkan hasil rerata kadar air berkisar antara 8,95% hingga 11,69%, kadar protein berkisar 42,37- 43,93% dan kadar lemak berkisar 20,15 - 27,54%.

Hasil analisa ragam menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dari varitas kedelai dan lama pemanasan terhadap kadar air dan kadar lemak kembang tahu yang dihasilkan tetapi tidak ditemukan adanya interaksi dari kedua faktor tersebut terhadap kadar air maupun kadar lemak. Sementara faktor varitas kedelai memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar protein kembang tahu yang dihasilkan. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Karakteristik Kimia Kembang Tahu sebagai *edible film* berdasar varitas kedelai (impor AS dan lokal Wilis 2000)

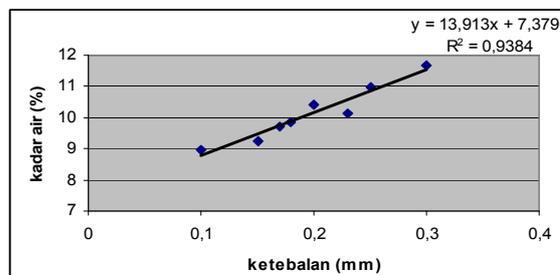
Karakter kimia	Varitas		Uji T 5%
	AS	Wilis 2000	
Kadar air(%)	9,56a	10,70b	0,0814
Kadar protein (%)	42,46a	43,74b	0,2927
Kadar lemak (%)	20,50a	27,06b	0,3836
Kadar abu (%)	3,54a	3,59b	1,89E-04
Kadar karbohidrat (%)	20,25a	11,11b	1,5887

Kadar air kembang tahu yang dihasilkan dari varitas kedelai Wilis 2000 lebih tinggi daripada varitas AS. Hal ini dapat disebabkan karena varitas Wilis 2000 memiliki interaksi protein - air yang lebih tinggi melalui ikatan hidrogen yang dominan pada pemanasan globulin 7S kedelai (Cai, *et al.*, 2002). Hal ini sesuai dengan karakterisasi biji kedelai yang telah dilakukan oleh Hayati (2002) yang

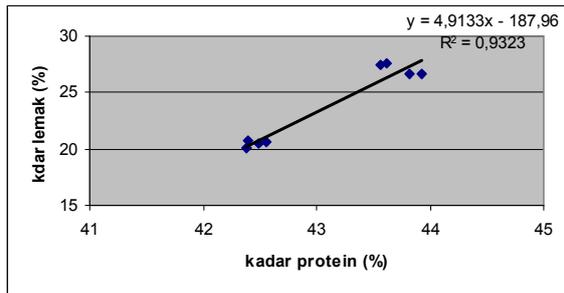
menunjukkan bahwa rasio 7S/11S untuk varitas kedelai lokal Wilis 2000 sebesar 0,387 dan varitas kedelai impor AS 0,195. Demikian pula dengan komposisi kimia pada kadar protein dan kadar lemak kembang tahu dari varitas kedelai Wilis 2000 lebih tinggi dari varitas kedelai AS.

Perlakuan lama pemanasan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air kembang tahu yang dihasilkan. Semakin lama pemanasan dalam pembuatan kembang tahu cenderung meningkatkan kadar air kembang tahu. Peningkatan ini diduga karena adanya peningkatan ketebalan kembang tahu seiring meningkatnya lama pemanasan dimana ketebalan kembang tahu akan mempengaruhi laju penguapan air selama pengeringan.

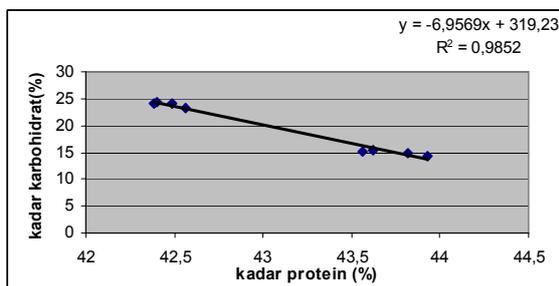
Kadar air lapisan film yang terbentuk dipengaruhi oleh ketebalan film sebesar 93,84%. Korelasi antara ketebalan dan kadar air lapisan film dapat dilihat pada Gambar 2. Dari persamaan tersebut nampak lapisan film yang tebal cenderung mempunyai kadar air yang tinggi pula. Komposisi kimia utama (protein, lemak dan karbohidrat) pada lapisan film yang terbentuk menunjukkan korelasi yang cukup kuat di antara ketiganya. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 3,4 dan 5. Menurut Wu and Bates (1972^a), kandungan utama kembang tahu tersusun dari membran protein, sementara lemak dan karbohidrat memberikan kontribusi nyata terhadap flavor dan sifat fisik kembang tahu yang dihasilkan.



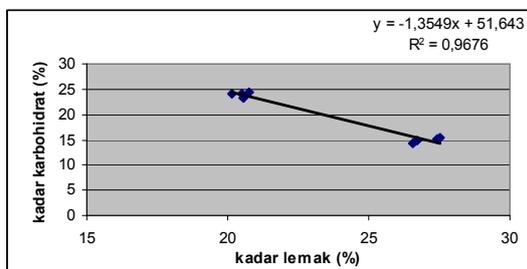
Gambar 2. Korelasi ketebalan dan kadar air kembang tahu kering



Gambar 3. Korelasi kadar protein dan kadar lemak kembang tahu kering



Gambar 4. Korelasi kadar protein dan kadar karbohidrat kembang tahu kering



Gambar 5. Korelasi kadar lemak dan kadar karbohidrat kembang tahu kering

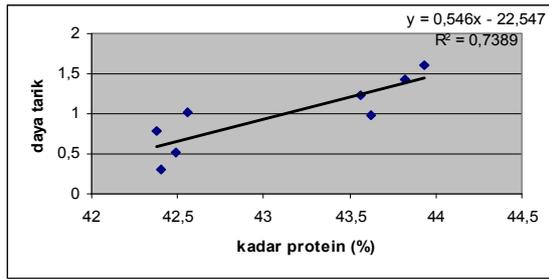
Kadar protein dan kadar lemak berkorelasi positif (Gambar 3), artinya semakin tinggi kadar protein maka kadar lemak pada lapisan film juga tinggi ($R^2=93,23\%$). Sementara korelasi antara kadar protein dengan karbohidrat ($R^2=98,52\%$) dan kadar lemak dan kadar karbohidrat ($R^2=96,76\%$) berkorelasi negatif, artinya bila film yang terbentuk memiliki kadar protein atau lemak yang tinggi maka kadar karbohidratnya rendah.

Krotcha *et al.* (1994) menyebutkan bahwa protein kedelai membentuk film yang menyelubungi droplet-droplet minyak. Demikian juga Okamoto (1978) menyatakan bahwa struktur film *yuba* (kembang tahu) adalah suatu matriks protein yang terbentuk karena katalis panas interaksi protein-protein. Pengamatan mikroskopik elektorn terhadap *yuba* tersebut menunjukkan adanya droplet-droplet minyak kurang dari $0,5\mu\text{m}$ yang tersebar secara acak pada suatu membran protein. Adanya interaksi antara protein-minyak menentukan sifat fisik protein yang terbentuk (Damodaran and Paraf, 1997).

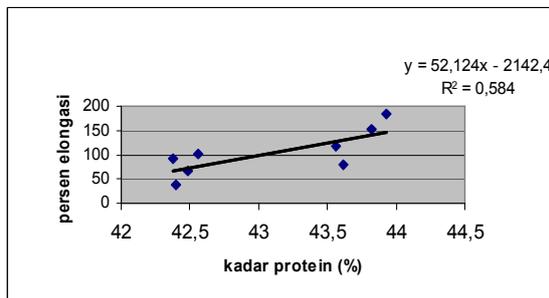
Komposisi kimia kadar protein dan lemak mempengaruhi karakteristik fisik daya tarik dan persen elongasi. Kadar protein mempunyai korelasi yang lebih tinggi daripada kadar lemak terhadap daya tarik maupun persen elongasi. Nilai R^2 kadar protein terhadap daya tarik maupun persen elongasi berturut turut $73,89\%$ dan $58,4\%$ (Gambar 6 dan 7.). Sementara nilai R^2 kadar lemak terhadap daya tarik hanya $56,31\%$ (Gambar 8). Daya tarik kembang tahu rehidrasi berkorelasi positif dengan persen elongasinya sebesar $91,95\%$ (Gambar 9.).

Seluruh karakteristik fisik kembang tahu menunjukkan bahwa varitas kedelai dan lama pemanasan memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha=5\%$). Terjadi interaksi yang nyata ($\alpha=5\%$) dari perlakuan varitas kedelai dan lama pemanasan terhadap karakter fisik daya tarik, daya tusuk, dan permeabilitas uap air. Rerata karakteristik fisik kembang tahu sebagai *edible film* berdasar varitas tersaji pada Tabel 2.

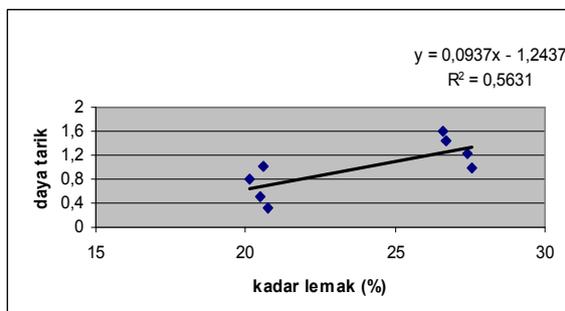
Karakteristik fisik (berat per 10cm^2 , ketebalan, daya tarik, persen elongasi, daya tusuk) yang dimiliki kembang tahu dari varitas kedelai Wilis 2000 memiliki nilai rerata yang lebih tinggi daripada kembang tahu yang berasal dari varitas AS. Hal ini diduga kembang tahu yang dihasilkan dari varietas Wilis 2000 memiliki kandungan protein yang lebih tinggi sehingga matriks protein yang terbentuk juga lebih banyak.



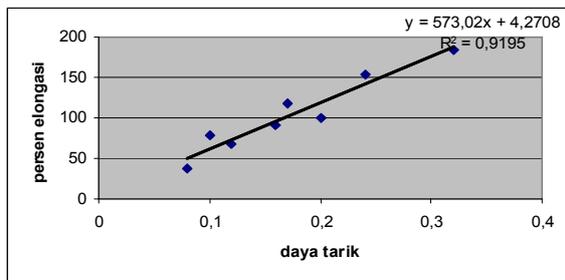
Gambar 6. Korelasi kadar protein dan daya tarik kembang tahu kering



Gambar 7. Korelasi kadar protein dan persen elongasi kembang tahu rehidrasi



Gambar 8. Korelasi kadar lemak dan daya tarik kembang tahu kering dari dua



Gambar 9. Korelasi daya tarik dan persen elongasi kembang tahu rehidrasi

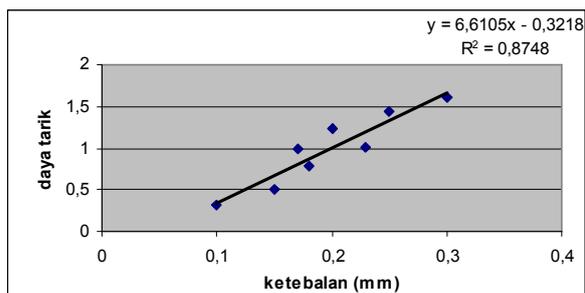
Tabel 2. Rerata Karakteristik Fisik Kembang Tahu sebagai *edible film* berdasar varitas kedelai (impor AS dan lokal Wilis 2000)

Karakter fisik	Varitas		Uji T 5%
	AS	Wilis 2000	
Berat (g/10cm ²)	2,568	3,186	0,01050
Ketebalan (mm)	0,167	0,229	0,00036
Daya tarik (kg/cm)	0,655	1,313	0,00060
Persen elongasi	2,166	2,666	0,0266
Daya tusuk	0,247	0,357	0,00017
Permeabilitas	2,009	1,667	0,1621
Uap air			

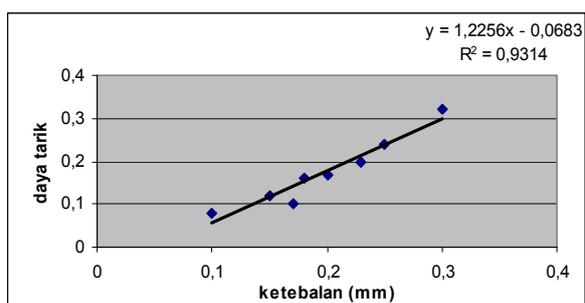
Semakin lama pemanasan yang dilakukan juga menunjukkan peningkatan berat kembang tahu yang dihasilkan. Setiap peningkatan 15 menit lama pemanasan menghasilkan perbedaan yang nyata terhadap berat dan ketebalan kembang tahu. Lama pemanasan akan menyebabkan lebih banyak protein yang terdenaturasi dan membentuk matriks protein, sehingga meningkatkan berat dan ketebalan *edible film*.

Varietas kedelai Wilis 2000 tampak memiliki daya tarik yang lebih tinggi dari kedelai AS. Hal ini menunjukkan varietas kedelai Wilis 2000 memiliki kekompakan tekstur yang lebih baik dari pada varietas AS yang diduga berkaitan dengan perbedaan ketebalan yang dihasilkan saat pembuatan kembang tahu.

Lama pemanasan yang dilakukan dapat meningkatkan daya tarik kembang tahu yang dihasilkan. Varietas kedelai Wilis 2000 memiliki persen elongasi yang lebih tinggi dari kedelai AS. Persen elongasi kembang tahu semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu pemanasan. Adanya pengaruh lama pemanasan terhadap persen elongasi berkaitan dengan meningkatnya ketebalan kembang tahu yang dihasilkan sehingga kemampuan regangnya akan meningkat (Gambar 10 dan 11.).



Gambar 10. Korelasi ketebalan dan daya tarik kembang tahu kering



Gambar 11. Korelasi ketebalan dan daya tarik kembang tahu rehidrasi

Varietas kedelai Wilis 2000 memiliki daya tusuk yang lebih tinggi dari kedelai AS. Hal ini menunjukkan bahwa kembang tahu yang dihasilkan dari varietas kedelai Wilis 2000 memiliki ikatan-ikatan penghubung yang lebih kuat dan lebih banyak jumlahnya. Namun demikian seharusnya kedelai AS memiliki kekuatan daya tusuk yang lebih besar jika dilihat dari kandungan fraksi protein 11S-nya, dimana fraksi 11S memiliki ikatan disulfida yang lebih banyak dari fraksi 7S (Damodaran and Paraf, 1997). Adanya peningkatan lama pemanasan akan meningkatkan jumlah matriks protein yang terbentuk sehingga kembang tahu yang dihasilkan akan lebih tebal. Semakin tebal kembang tahu akan semakin tinggi juga nilai daya tusuknya. Daya tusuk kembang tahu dari protein kedelai diduga berkaitan dengan kekuatan ikatan-ikatan yang menghubungkan grup-grup protein penyusun kembang tahu.

Semakin lama pemanasan semakin menurunkan permeabilitas uap air kembang tahu yang dihasilkan. Permeabilitas uap air kembang tahu yang dihasilkan

dari varietas kedelai AS lebih tinggi daripada Wilis 2000. Hal ini karena adanya ikatan hidrogen hidrofobik dan ionik dalam matriks protein.

Karakterisasi biji kedelai yang telah dilakukan oleh Hayati (2002) menunjukkan bahwa komposisi globulin 7S dan 11S untuk varietas kedelai lokal Wilis 2000 sebesar 7.456% dan 19.246%, sementara varietas kedelai import AS sebanyak 10.437% dan 53.445%. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan komposisi fraksi protein 7S dan 11S sangat mempengaruhi karakteristik fisik kembang tahu yang dihasilkan.

Kembang tahu menurut Okamoto (1978) merupakan hasil interaksi kompleks fisiko-kimia. Lebih lanjut Okamoto (1978) mengemukakan bahwa kembang tahu yang dibuat dari fraksi 11S berbeda dengan kembang tahu yang dibuat dari fraksi 7S. Nilai *tensile strength* lapisan film yang dipersiapkan dari 11S lebih kuat dari pada film dari 7S. Film dari 11S bersifat halus (*smooth*) dan tidak tembus cahaya (*opaque appearance*), sementara film dari 7S bersifat tembus cahaya (*translucent*) dan banyak kerutan atau lipatan (*full of creases*).

KESIMPULAN

Perlakuan varietas kedelai berpengaruh nyata (uji T pada $\alpha = 5\%$) terhadap semua karakter kimia (kadar air, kadar protein dan minyak) kembang tahu yang dihasilkan, dimana varietas kedelai Wilis 2000 memiliki nilai yang lebih tinggi daripada varietas kedelai impor AS. Perlakuan lama pemanasan menunjukkan pengaruh nyata pada kadar air namun tidak berpengaruh nyata pada karakter kimia kembang tahu lainnya.

Varietas kedelai ternyata mempengaruhi seluruh karakter fisik (berat per 10cm², ketebalan, daya tarik, elongasi, daya tusuk, permeabilitas, nilai) kembang tahu sebagai *edible film*.

Kembang tahu dari varietas Wilis 2000 memiliki nilai rerata karakteristik yang

lebih tinggi daripada kembang tahu yang berasal dari varietas AS. Sementara permeabilitas uap air kembang tahu dari varietas impor AS lebih tinggi dari pada kembang tahu yang berasal dari varietas kedelai lokal Wilis 2000.

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan aditif yang dapat memperbaiki sifat-sifat fisik kembang tahu, terutama untuk dapat menghasilkan kembang tahu yang tipis dan transparan serta memiliki nilai daya tusuk, daya tarik dan elongasi yang tinggi serta nilai permeabilitas yang rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sampaikan penghargaan yang tinggi kepada Heru Ari Kusmartono atas dedikasi dan bantuannya dalam pengumpulan data sehingga terselesaikannya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Cai, R., McCurdy, A. and Baik, B.K. 2002. Textural Property of Six Legume Curds in Relation to Their Protein Constituents. Washington State University. Washington.
- Damodaran, S. and Paraf, A. 1997. Food Proteins and Their Applications. Marcel Dekker Inc. New York
- Farnum, C. R., Stanley and J.I. Gray. 1976. Protein Lipid Interaction in Soy Films. Journal of Food Science and Technology. Vol 9.
- Fukushima, D. and Hashimoto, H. 1980. Oriental Soybean Food. In world Soybean Research Conference II : Proceedings, F.T. Corbin (Ed), pp.729-743. Westive Press, Boulder, Co.
- Fukushima, D. and J. Van Buren. 1970. Mechanism of Protein Insolubilization during the Drying of Soy Milk. Role of Disulfide and Hydrophobic Bonds. Cereal Chemistry, 47 :687-696.
- Guilbert, S. 1986. Technology and Application of Edible Protective Film. Elsevier Applied Science Publisher. New York
- Hayati, K. K. 2002. Karakterisasi Fisik, Kimia dan Fraksi Globulin 7S dan 11S Kasar pada Beberapa Varietas Kedelai Indonesia [*Glicine max (L.) Merrill*]. Srikipsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- Ikedo, K. Matsuda, Y., Katsumaru, A., Teranishi, M., Yamamoto, T., and Kishida, M. 1995. Factors Affecting Protein Digestibility in Soybean Foods. Cereal Chem. 72(4):40.
- Koswara, S. 1991. Teknologi Pengolahan Kedelai. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Krotcha, J.M., E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo, eds. 1994. Edible Coatings and Film to Improve Food Quality. Technomic Publishing Company Inc. Pennsylvania.
- Krotcha, J.M. and Johnson, C. M. 1997. Edible and Biodegradable polymer Film, Challenges and Opportunities. J. Food and Technology, vol 51
- Liu, K.S. 1997. Soybean : Chemistry, Technology and Utilization. Chapman and Hall. New York.
- Okamoto, S., 1978. Factors Affecting Protein Film Formation. Cereal Foods World. 23 (5) : 256
- Robertson, L. G. 1992. Food Packaging Principles and Practice. Marcell Dekker, Inc. New York
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Sukardi. 1997. Prosedur Analisa Untuk Van Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Sjarief, R. dan S.E. Soenaryo. 1986. Teknologi Pengemasan. Petunjuk Praktikum. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wu, L. C., and Bates, R. P. 1972^a. Soy Protein-Lipids Films. 1. Studies on the Film Formation Phenomenon. J. Food Science. 37 : 36
- Wu, L. C., and Bates, R. P. 1972^b. Soy Protein-Lipids Films. 2. Optimization of Film Formation. J. Food Science. 37 : 40