

KARAKTERISASI FISIK, KIMIA DAN FRAKSI PROTEIN 7S DAN 11S SEPULUH VARIETAS KEDELAI PRODUKSI INDONESIA

Sudarminto Setyo Yuwono*, Kartika Ken Hayati** dan Siti Narsito Wulan*

*) staf Fakultas Teknologi Pertanian UNIBRAW

**) Alumni Fakultas Teknologi Pertanian UNIBRAW

ABSTRAK

Usaha-usaha pengembangan varietas-varietas kedelai unggul telah dilakukan. Adanya varietas-varietas yang berbeda menyebabkan timbulnya keragaman sifat fisik dan kimia kedelai yang dapat mempengaruhi produk olahannya. Perbedaan sifat produk ini kemungkinan dapat disebabkan oleh berbedanya fraksi protein pada berbagai jenis kedelai. Pelaksanaan penelitian ini ditujukan untuk mengetahui karakteristik fisik, kimia serta fraksi globulin 7S dan 11S pada sepuluh varietas kedelai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa varietas kedelai yang diamati mempunyai sifat kimia yang lebih tinggi dibanding kedelai impor demikian pula dengan kadar fraksi 11S-nya. Komposisi proksimat dari kesepuluh varietas berdasarkan berat kering adalah lemak 18,539-22,57%, protein 30,32-35,35%, abu 5,53-5,96% dan karbohidrat 36,83-43,93%. Sedangkan kedelai impor dari USA mempunyai kadar lemak, protein, abu dan karbohidrat secara berurutan sebesar 22,97%, 31,06%, 5,62%, dan 40,35%.

Kedelai yang diamati mempunyai kadar globulin 7S berkisar antara 4, 48-14, 05%, dan kadar globulin 11S berkisar antara 7,32 - 56,82%. Sedangkan kedelai impor mempunyai kadar globulin 7S dan 11S secara berurutan sebesar 10,44% dan 53,45%. Varietas Lompobatang dan Davros mempunyai kadar globulin 11S yang lebih tinggi dibanding kedelai impor.

Kata kunci : kedelai, fraksinasi, globulin protein

Abstract

Efforts to develop new varieties of soybeans had been carried out to produce a better quality of yield. Variety of soybeans would affect on properties of products. Besides the chemical composition, properties of the product may be caused by content of protein globulin fraction such as 7S and 11S.

Results showed that some soybean varieties have a higher chemical properties such as protein content compared to imported soybean from USA. Fat, protein, ash and carbohydrate content were 18,539-22,57%; 30,32-35,35%; 5,53-5,96%; 36,83-43,93% respectively, whereas imported soybean contained 22,97%, 31,06%, 5,62%, 40,35% respectively.

Globulin 7S and 11S of the samples ranged from 4, 48-14, 05%, and 7,32 - 56,82% respectively. Imported soybean contained globulin 7S 10,44% dan 11S 53,45%. Variety of Lompobatang and Davros contained globulin 11S higher than that imported soybean.

Keywords : soybean, fractionation, globulin protein

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditi tanaman pangan terbesar di Indonesia setelah padi dan jagung (Suprpto, 1992). Masyarakat kita memanfaatkan kedelai sebagai sumber protein nabati. Di samping harga kedelai yang relative murah, produk olahannya sangat baik untuk kesehatan tubuh karena tidak mengandung kolesterol.

Peningkatan kebutuhan kedelai dalam dasa warsa 80-an meningkat sangat tajam, tetapi kondisi ini tidak diikuti oleh kemampuan peningkatan produksi dalam negeri (Indrasari dan Damardjati, 1991). Indonesia telah menghasilkan 1,5 juta ton kedelai pada tahun 1996, tetapi sekitar 0,8 juta ton kedelai masih harus diimpor untuk memenuhi kekurangan tersebut (Suharno dan Mulyana, 1996).

Keadaan tersebut mendorong dilakukannya usaha pengembangan varietas-varietas kedelai unggul. Adanya varietas-varietas yang berbeda menyebabkan timbulnya keragaman sifat fisik dan kimia kedelai yang dapat mempengaruhi produk olahannya (Indrasari dan Damardjati, 1991).

Dalam pemanfaatannya, ada anggapan di masyarakat yang menyatakan bahwa kedelai produksi dalam negeri kurang bagus untuk dibuat produk olahan, khususnya produk yang memanfaatkan sifat gelasi protein kedelai seperti tahu. Industri tahu lebih menyukai penggunaan kedelai impor dibandingkan kedelai lokal sebagai bahan baku tahu (Marzempi, Sastrodipuro dan Afdi, 1993). Kondisi ini menyebabkan kedelai produksi dalam negeri kurang diminati untuk bahan baku tahu. Padahal sekitar 35% total kedelai di Indonesia dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan tahu. Keadaan ini tentunya hanya memacu pada impor kedelai dari luar negeri terutama dari Amerika Serikat.

Pada proses gelasi seperti tahu, sifat-sifat gel yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jenis kedelai yang digunakan. Perbedaan sifat gel ini kemungkinan dapat disebabkan oleh berbedanya fraksi protein pada berbagai jenis kedelai. Permasalahan yang ada, informasi mengenai fraksi-fraksi protein yang terkandung di kedelai Indonesia dan lokal belum banyak informasi. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu penelitian tentang fraksinasi protein pada berbagai jenis kedelai Indonesia yang ada di pasar. Pelaksanaan penelitian ini ditujukan untuk mengetahui karakteristik fisik, kimia serta fraksi globulin 7S dan 11S pada sepuluh varietas kedelai di Indonesia.

METODE PENELITIAN

1. Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah kedelai Indonesia sebanyak 10 varietas, yaitu Wilis 2000, Petek, Lumajang Brwok, Pangrango, Sindoro, Slamet, Malabar, Davros, Lompo Batang dan Singgalang, yang diperoleh dari Balitkabi Malang. Sebagai pembanding adalah kedelai impor dari AS yang dibeli di pasar Besar

Malang. Sedangkan bahan untuk analisa kimia semuanya berderajat *p.a*

2. Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

- Membuat tepung kedelai dari setiap varietas biji kedelai, kemudian dilakukan analisa proksimat untuk setiap tepung kedelai.
- Melakukan *defatted* dari setiap tepung yang ada.
- Memfraksinasi protein 7S dan 11S globulin dari *defatted flour*.

3. Pengamatan dan Pengolahan Data

Pengamatan yang dilakukan meliputi analisa sifat fisik yang mencakup warna biji kedelai, ukuran, dan bobot kedelai. Analisa Kimia mencakup kadar air (metode thermogravimetri), Kadar abu (metode oven), Kadar lemak (metode Soxhlet), Kadar protein (metode kjeldhal), Kadar karbohidrat (dengan metode *by difference*), Rasio globulin 7S dan 11S (metode Thanh dan Shibusaki, 1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sifat Fisik dan Kimia pada Varietas Kedelai Indonesia

Berat 100 biji varietas kedelai yang diamati berkisar antara 6,35 g hingga 10,767 g, sedangkan kedelai impor memiliki berat 15,30 g. Berat 100 biji dapat digunakan sebagai ukuran besar biji. Seluruh kedelai Indonesia memiliki berat yang lebih rendah dari kedelai impor.

Panjang biji kedelai Indonesia berkisar antara 5,20-7,28 mm, lebar 4,67-5,78 mm dan rasio panjang lebar berkisar 1,11-1,34. Berdasarkan rasio panjang/lebar, maka bentuk biji kedelai semua varietas yang diuji dapat digolongkan agak bulat sampai lonjong. Apabila dibandingkan dengan panjang kedelai impor (7,150 mm), varietas Pangrango merupakan satu-satunya varietas yang mempunyai panjang biji yang lebih besar, sedangkan untuk lebar biji, seluruh varietas kedelai Indonesia memiliki lebar yang lebih kecil daripada kedelai impor (6,270 mm).

Tabel 1. Panjang, Lebar dan Rasio Panjang/Lebar Kedelai Indonesia dan Kedelai Impor

Varietas	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Rasio Panjang/Lebar	Berat 100 biji (g)
Malabar	6,730	5,780	1,16	10,767
Slamet	6,970	5,200	1,34	8,517
Lumajang Bewok	6,230	5,500	1,13	8,467
Lompo Batang	6,570	5,300	1,24	9,783
Petek	5,200	4,670	1,11	6,350
Wilis 2000	6,920	5,450	1,27	10,250
Pangrango	7,280	5,600	1,30	10,483
Singgalang	6,620	5,670	1,17	8,450
Sindoro	5,750	4,760	1,21	6,550
Davros	5,730	5,070	1,13	7,303
Impor	7,150	6,207	1,15	15,300

Warna biji kedelai yang diuji secara visual memiliki biji berwarna kuning dan kuning kehijauan (tabel 5). Berdasarkan pengukuran warna dengan *color reader*, biji kedelai Indonesia memiliki nilai L* (kecerahan) sekitar 58,07-64,6; nilai a* berkisar 13,57-16,6 dan nilai b* antara 11,9-15,13. Sedangkan kedelai impor memiliki nilai L* 60,83, nilai a* 13,07 dan nilai b* 15,13.

Besarnya nilai pH dari setiap varietas kedelai di Indonesia cukup beragam, namun pada kisaran pH 6-7. Seluruh varietas kedelai Indonesia yang diuji memiliki nilai pH yang lebih rendah daripada kedelai impor (6,8).

Tabel 2. Warna dan pH Biji Kedelai Indonesia dan Kedelai Impor

Varietas	Visual	Color reader			pH
		L*	a*	b*	
Malabar	kuning	62,20	16,73	15,10	6,61
Slamet	kuning	59,97	14,10	14,83	6,50
Lumajang Bewok	kuning	58,07	15,87	15,07	6,51
Lompo Batang	kuning kehijauan	58,07	13,57	11,90	6,59
Petek	kuning	58,53	17,00	15,97	6,48
Wilis 2000	kuning	64,60	14,97	15,20	6,57
Pangrango	kuning	62,87	15,37	13,50	6,61
Singgalang	kuning	60,93	17,43	16,60	6,54
Sindoro	kuning	59,10	16,77	16,03	6,62
Davros	kuning	62,20	15,47	13,03	6,65
Impor	kuning	60,83	13,07	15,13	6,8

Tabel 3 memperlihatkan sifat kimia dari 10 varietas kedelai Indonesia dan kedelai impor. Hasil analisis statistika menunjukkan adanya perbedaan nyata pada seluruh sifat kimia kedelai Indonesia dan kedelai impor yang meliputi kadar lemak, kadar protein, kadar abu dan kadar karbohidrat.

Kadar lemak dari 10 varietas kedelai Indonesia ini berkisar antara 18,529% sampai 22,566%, sedangkan kedelai impor memiliki kadar sebesar 22,971%. Seluruh varietas kedelai Indonesia yang diuji memiliki kadar lemak yang lebih rendah dari kedelai impor.

Tabel 3. Sifat Kimia dari 10 Varietas Kedelai Indonesia dan Kedelai Impor (berat kering)

Varietas	Lemak (%)	Protein (%)	Abu (%)	Karbohidrat (%)
Malabar	20,684	33,951	5,744	39,621
Slamet	22,566	34,642	5,958	36,834
Lumajang Bewok	19,952	30,318	5,804	43,926
Lombo Batang	19,882	34,506	5,794	39,818
Petek	18,529	35,350	5,937	40,184
Wilis 2000	21,239	31,316	5,740	41,705
Pangrango	22,020	31,193	5,526	41,261
Singgalang	20,966	31,285	5,682	42,067
Sindoro	22,078	34,193	5,917	37,812
Davros	20,260	33,893	5,672	40,175
Impor	22,971	31,060	5,619	40,350

Kesepuluh varietas kedelai Indonesia memiliki kadar protein yang beragam dengan kisaran nilai antara 30,318% hingga 34,642%. Seluruh varietas kedelai Indonesia yang diuji mempunyai kadar protein yang lebih tinggi daripada kadar protein pada kedelai impor (31,060%), kecuali varietas Lumajang Bewok.

Tabel 3 juga menunjukkan kisaran besarnya kadar abu yang terdapat pada 10 varietas kedelai Indonesia, yaitu antara 5,526% sampai 5,958%. Seluruh varietas kedelai Indonesia yang diuji mempunyai kadar abu yang lebih tinggi daripada kedelai impor yang berkadar abu sebesar 5,619%, kecuali varietas Pangrango.

Besarnya kadar karbohidrat pada 10 varietas kedelai Indonesia berkisar antara

36,834% hingga 43,926%, sedangkan kedelai impor memiliki kadar 40,350%. Dari 10 varietas kedelai Indonesia tersebut, terdapat 4 varietas kedelai yang memiliki kadar lebih tinggi daripada kedelai impor. Varietas-varietas tersebut adalah Lumajang Bewok (43,926%), Wilis 2000 (41,705%), Pangrango (41,261%) dan Singgalang (42,067%).

2. Kadar Globulin 7S dan 11S

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui kadar fraksi protein globulin 7S, globulin 11S dan rasio 7S/11S dari sepuluh varietas kedelai Indonesia serta satu kedelai impor AS. Komposisi fraksi protein globulin 7S, globulin 11S dan rasio 7S/11S tersebut dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Komposisi Fraksi Protein Globulin 7S dan 11S (berat kering)

Varietas	Globulin 7S (%)	Globulin 11S (%)	Rasio 7S/11S
Malabar	8,305	18,250	0,455
Slamet	11,411	17,471	0,653
Lumajang Bewok	9,786	19,571	0,500
Lombo Batang	4,781	56,823	0,084
Petek	5,846	7,323	0,798
Wilis 2000	7,456	19,246	0,387
Pangrango	4,476	15,055	0,297
Singgalang	6,103	9,329	0,654
Sindoro	14,050	16,273	0,863
Davros	4,991	56,098	0,089
Impor	10,437	53,445	0,195

Hasil analisis statistika menunjukkan adanya perbedaan nyata pada komposisi fraksi 7S dan 11S pada antar varietas kedelai. Tabel 4 menunjukkan kadar globulin 7S dari sepuluh varietas kedelai Indonesia berkisar antara 4,476% sampai 14,050%. Kadar tertinggi dimiliki oleh varietas Sindoro, sedangkan varietas Pangrango memiliki kadar globulin 7S terendah (4,476%).

Selain kadar globulin 7S, kadar fraksi protein globulin 11S yang dimiliki kesepuluh varietas kedelai Indonesia ini sangat beragam dengan kisaran antara 7,323% hingga 56,823% (Lompo Batang). Kadar fraksi 11S tertinggi terdapat pada varietas Lompo Batang, sedangkan varietas Petek mempunyai kadar globulin 11S terendah.

Dari 10 varietas kedelai Indonesia ini, terdapat beberapa diantaranya yang memiliki kadar globulin 11S yang sangat tinggi, bahkan melebihi kadar globulin 11S yang terkandung pada kedelai impor, yaitu varietas Lompo Batang dan Davros (56,098%).

Kedua fraksi protein globulin ini sangat berperan dalam menentukan sifat tekstural dari gel yang terbentuk. Gel yang terbentuk dari globulin 7S memiliki tekstur yang lunak, sedangkan globulin 11S akan membentuk gel dengan tekstur yang kompak, kokoh dan keras (Kinsella, 1974).

Berdasarkan table 4, rasio 7S/11S setiap varietas kedelai beragam. Rasio terbesar dimiliki oleh varietas Sindoro (0,863) dan yang terendah dimiliki oleh varietas Lompo Bantang (0,084). Semakin tinggi rasio globulin 7S/11S maka semakin rendah kadar globulin 11S yang terkandung.

Lebih besarnya kadar globulin 11S daripada globulin 7S pada seluruh varietas tersebut memperlihatkan bahwa gel yang dibentuk oleh kesepuluh varietas kedelai Indonesia ini akan memiliki sifat tekstural yang keras, kokoh, kompak dan elastis. Selain itu, rasio ekspansi gel yang terbentuk oleh globulin 11S lebih besar daripada gel dari globulin 7S dan memiliki tekstur yang lembut dan elastis (Saio dan Watanabe, 1974).

Globulin 11S juga memiliki waktu gelasi yang singkat, kecepatan gelasi yang

tinggi dan suhu pembentukan gel yang tinggi (Kohyama dan Nishinari, 1993).

Berdasarkan kadar globulin 11S dan 7S, kesepuluh varietas tersebut kemungkinan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan tahu. Untuk membuat tahu yang lebih kokoh dan keras, varietas Lompo Batang dan Davros dapat dipilih sebagai bahan baku pembuatan *hard tofu* karena memiliki fraksi globulin 11S yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan varietas lain. Kedelai dengan kadar globulin 11S yang lebih tinggi akan membentuk tahu dengan yang lebih keras dan kokoh karena gel yang terbentuk lebih keras (Watanabe, 1997). Sedangkan varietas Sindoro dapat dipilih untuk menghasilkan tahu yang bertekstur lebih lunak (*soft tofu*) karena memiliki kadar globulin 7S yang cukup tinggi (Watanabe, 1997).

Pemanfaatan varietas kedelai tersebut sebagai bahan baku tahu juga didukung oleh warna biji kedelai yang terang. Biji kedelai dengan warna kuning dan kuning kehijauan serta hilum yang bersih lebih cocok untuk tahu karena berhubungan dengan warna produk yang akan dihasilkan (Watanabe, 1997). Seluruh varietas kedelai yang diamati memiliki warna biji kuning hingga kuning kehijauan sehingga akan menghasilkan warna tahu yang lebih baik.

Selain didukung oleh warna, varietas Lompo Batang dan Davros dapat menghasilkan rendemen tahu yang tinggi karena kadar globulin 11S yang tinggi pula (Kusbiantoro, 1993). Hal ini berkaitan dengan kelompok sulfhidril dalam globulin 11S yang jauh lebih reaktif daripada 7S (Saio dan Watanabe, 1974)

Berdasarkan besarnya kadar globulin 11S, kesepuluh varietas kedelai Indonesia ini dapat digunakan dalam *meat food* atau *patties*, seperti *ham* karena globulin 11S dapat menggantikan protein myosin pada daging (Bonkowski,), terutama varietas Lompo Batang dan Davros.

Globulin 11S dapat meningkatkan *water-holding capacity* (WHC) sehingga WHC yang tinggi dapat meningkatkan tekstur, rasa dan *juiciness* dari produk berbasis daging (Liu, 1997). Gel globulin 11S memiliki struktur yang kokoh sehingga mampu menyediakan suatu matriks yang

dapat mengikat air atau *brine*, lemak, *flavor* dan komponen lain serta kemampuan ekspansi yang tinggi.

Selain karena kadar 11S yang tinggi, pH dari kedua varietas ini hampir mendekati netral, yaitu 6,59 untuk Lombo Batang dan 6,65 untuk Davros. pH ini mendekati pH jaringan *muscle* mati (pH 7), dimana saat pH tersebut memiliki WHC yang bagus (Bonkowski, 1989), sehingga kedua varietas ini dapat digunakan dalam *patties*

Varietas Sindoro dan Slamet dapat digunakan dalam pembuatan sosis karena memiliki kandungan 7S yang lebih besar daripada varietas lain. Globulin 7S ini akan meningkatkan emulsi dan emulsi yang terbentuk ini lebih stabil sehingga dapat menghomogenisasi air dan lemak, mencegah pemisahan lemak pada sosis dan meningkatkan *mouth feeling* (Watanabe, 1997) serta membentuk gel yang lebih lunak (Bonkowski,).

Varietas Slamet dan Sindoro juga dapat dimanfaatkan sebagai campuran dalam pembuatan produk *cheese analoog* karena memiliki fraksi globulin 11S dan 7S yang cukup besar. Keberadaan fraksi 11S dalam campuran susu kedelai dan susu sapi dapat meningkatkan WHC, menurunkan kekakuan gel rennet dan menurunkan *fat-holding capacity* (Schmidt dan Morris, 1984).

Rendahnya *fat-holding capacity* dapat ditingkatkan dengan keberadaan 7S dari varietas Sindoro dan Slamet. Gel fraksi 7S memiliki kemampuan mengemulsi dan stabilitas emulsi yang besar (Liu, 1997) sehingga dapat meningkatkan *fat-holding capacity*.

Pemanfaatan seluruh varietas kedelai Indonesia juga didukung oleh kadar protein yang tinggi. Kandungan protein yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan gel (Snyder dan Kwon, 1987) dan menambah nilai nutrisi, terutama untuk asam amino yang mengandung gugus sulfur dan lisin. Fraksi 11S memiliki asam amino metionin dan cystein yang lebih banyak daripada globulin 7S (Liu, 1997) dan kedelai memiliki asam amino lisin yang cukup tinggi (Watanabe, 1997).

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan :

- a) Kesepuluh varietas kedelai Indonesia yang diuji memiliki panjang berkisar 5,20-7,28 mm, lebar 4,67-5,78 mm, berat 100 biji 6,35-10,767 g, bentuk agak bulat-lonjong, warna kuning-kuning kehijauan dan pH 6,48-6,65. Seluruh varietas tersebut memiliki panjang, lebar, berat 100 biji dan pH yang lebih kecil dari kedelai impor, kecuali varietas Pangrango yang memiliki panjang lebih besar dari kedelai impor.
- b) Komposisi proksimat dari kesepuluh varietas Indonesia berdasarkan berat kering adalah 18,529-22,566% untuk kadar lemak; 30,318-35,350% untuk kadar protein; 5,526-5,958% untuk kadar abu dan kadar karbohidrat 36,834-43,926%. Sedangkan kedelai impor dari USA mempunyai kadar lemak, protein, abu dan karbohidrat secara berurutan sebesar 22,97%, 31,06%, 5,62%, dan 40,35%.
- c) Kedelai yang diamati mempunyai kadar globulin 7S berkisar antara 4,48-14,05%, dan kadar globulin 11S berkisar antara 7,32 - 56,82%. Sedangkan kedelai impor mempunyai kadar globulin 7S dan 11S secara berurutan sebesar 10,44% dan 53,45%. Varietas Lompobatang dan Davros mempunyai kadar globulin 11S yang lebih tinggi dibanding kedelai impor.
- d) Varietas Sindoro mengandung globulin 7S terbesar dan varietas Pangrango yang terkecil dengan kisaran nilai 4,476-14,050% berat kering. Sedangkan fraksi globulin 11S berkisar 7,323-56,823% dengan varietas Petek terendah dan varietas Lombo Batang tertinggi.

2. Saran

Dari penelitian ini dapat disarankan :

- a) Perlunya penelitian mengenai penentuan fraksi penyusun globulin 7S dan 11S tidak hanya pada sample yang telah diamati tetapi juga pada kedelai-kedelai varietas yang lain.

- b) Perlunya penelitian pemanfaatan lebih lanjut dari kedelai-kedelai tersebut untuk berbagai jenis produk seperti tahu, *patties*, sosis dan *cheese analog*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bonkowski, A.T. 1989. **The Utilization of Soy Protein from Hot Dogs to Haramaki** in Proceeding of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuff. American Oil Chemist's Society. Illinois. P: 85-93.
- Brooks, J.R., and C.V. Morr. 1985. **Current Aspects of Soy Protein Fractionation and Nomenclature**. Journal of America Oil Chemist's Society. 62: 1347-1353.
- Damodaran, S., and A. Paraf. 1997. **Food Proteins and Their Applications**. Marcel Dekker Inc. New York.
- Indrasari, D.S., dan D.S Damardjati. 1991. **Sifat Fisik dan Kimia Varietas Kedelai dan Hubungannya dengan Rendemen dan Mutu Tahu**. Media Penelitian Sukamandi. 9: 43-49.
- Lamina. 1989. **Kedelai dan Pengembangannya**. CV. Simplex. Jakarta.
- Marzempi, D. Sastrodipuro, dan E. Afdi. 1993. **Karakteristik dan Mutu Tahu dari Beberapa Galur/Varietas Kedelai**. Risalah Seminar Balittan Sukarami. 2: 72-82.
- Peng, I.C., D.W. Quens, W.R. Dayton, and A.E. Len. 1984. **The Physicochemical and Functional Properties of Soybean: A Review 11S Globulin**. American Association of Cereal Chemist. 61: 480-490.
- Saio, K., M. Kamiya, and T. Watanabe. 1969. **Food Processing Characteristics of Soybean 11S and 7S Proteins. I. Effects of Protein Components Among Soybean Varieties on Formation of Tofu-Gel**. Agricultural and Biological Chemistry. 33: 1301-1308.
- Saio, K., and T. Watanabe. 1978. **Differences in Functional Properties of 7S and 11S Soybean Proteins**. Journal of Texture Studies. 9: 135-137.
- Snyder, H.E., and T.W. Kwon. 1987. **Soybean Utilization**. Van Nostrand Reinhold Company. New York.
- Suharno dan W. Mulyana. 1996. **Industri Tahu dan Tempe dalam** Ekonomi Kedelai di Indonesia. (Peny) Amang Bedu, M.H. Sawit, dan A. Rachman. IPB Press. Bogor.
- Wang, H.L., E.W. Swain, and W.F. Kwolek. 1983. **Effect of Soybean Varieties on the Yield and Quality of Tofu**. Cereal Chemistry. 60: 245-248.
- Watanabe, T. 1997. **Science of Tofu-Easy to Understand**. Food Journal Co., Ltd. Kyoto.