



Pengaruh Jenis dan Kadar Koagulan Lemon dan Jeruk Nipis Terhadap Kualitas Tahu

Maria Inggrid, Derrin Anggadha Lokananta*

Program Studi Teknik Kimia, FTI, Universitas Katolik Parahyangan

*E-mail: anggadhalokananta@gmail.com

Abstract

Soybeans are legumes with protein content around 60%. This study focused on modifying soy proteins from soymilk by using 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, and 5.0 % of lemon, lime and calcium sulfate (CaSO_4). The objective of this study is to make tofu with natural coagulants and to compare it with synthetic coagulants. Yield, protein content, water content and texture are analyzed to determine the characteristics of the tofu. It's shown in that the protein content of the tofu tend to be constant at various level of coagulants. The protein content of the tofu produced by natural coagulants (10-12%) are higher than CaSO_4 (8%-10%), SNI 01-3142-1998 standard (9.4%) and tofu samples produced in Bandung (9.79% and 8.9%). Increasing the concentration of coagulants decreased the texture of tofu but doesn't affect the yield and water content. 1% lemon produced best Tofu in terms of protein content, texture and taste.

Keywords: Tofu, Protein, Lemon, Lime, Calcium Sulfate.

Pendahuluan

Kedelai (*Glycine max (L.) Merr.*) merupakan tumbuhan dikotil dengan kandungan protein sekitar 60%, karbohidrat 35%, dan abu 5%. Pada umumnya, pembuatan tahu dilakukan melalui proses perendaman, pembersihan dan penggilingan sehingga terbentuk susu kedelai kemudian dipanaskan dan penambahan koagulan hingga terbentuk tahu. Kualitas produk tahu dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti perbandingan rasio air dan kacang, temperatur pemanasan (Shimoyamada dkk., 2012), jenis kacang, jenis dan kadar koagulan (Liu, 1997).

Protein yang dimiliki kedelai merupakan protein globulin yang terdiri dari beberapa fraksi antara lain 2s, 7s, 11s dan 15s. Fraksi 11s (*glycinin*) dan fraksi 7s (*β -conglycinin*) merupakan penyimpanan protein yang utama dalam kedelai. Fraksi 11s diketahui sebagai *glycinin* dengan berat molekul 320-360 sedangkan fraksi 7s diketahui sebagai *β -conglycinin* dengan berat molekul 150-190 kDa. Terdapat empat buah struktur dalam protein yakni struktur primer, sekunder, tersier dan kuarterner dengan ikatan N-H, ikatan disulfida, dan ikatan non-kovalen (ikatan hidrofobik, elektrostatik, *van der waals* serta ikatan hidrogen) (Damodaran dan Paraf, 1997).

Menurut Damodaran dan Paraf (1997), koagulan asam akan menurunkan pH larutan hingga titik isoelektrik yang bermuatan netral. Ikatan disulfida dan ikatan hidrofobik yang bermuatan negatif dinetralkan dengan penambahan koagulan yang bermuatan positif hingga terjadi agregasi karena interaksi hidrofobik dan proses *crosslinking*. Beberapa penelitian telah dilakukan menggunakan koagulan antara lain kalsium sulfat (CaSO_4) (deMan dkk., 1986), lemon dan jeruk nipis namun diperoleh kesimpulan yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari koagulan alami yang dapat menghasilkan kualitas tahu mirip atau lebih baik dari tahu dengan koagulan kimia dan menghasilkan tahu yang membawa dampak baik untuk kesehatan.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian antara lain kacang kedelai, lemon, jeruk nipis yang diperoleh dari pasar Sederhana, Bandung dan CaSO_4 masing-masing 1,0%-5,0% b/v. Alat yang digunakan pada penelitian antara lain blender, dan pengaduk. Proses pembuatan tahu terdiri dari pembuatan susu kedelai dan koagulasi susu kedelai. 50 gram kacang kedelai dibersihkan dan direndam dalam air selama 12 jam pada suhu ruang. Kulit kacang dipisahkan dan kacang diblender selama 2 menit dengan rasio kacang-air 1:8. Susu kedelai disaring kain belacu. 400 ml susu kedelai dipanaskan hingga 90°C kemudian didinginkan hingga 80°C. Koagulan ditambahkan dan dilakukan pengadukkan menggunakan mixer selama 5 menit pada kecepatan 250 rpm. Campuran didiamkan 15 menit. *Curd* (protein terkoagulasi) disaring, dipisahkan dari whey dengan kain belacu. *Curd* dimasukkan kedalam alat cetak dan ditekan dengan beban 1 kg selama 60 menit.



Yield tahu dihitung dan dilakukan analisa terhadap kadar protein, kadar air, dan tekstur. Kadar protein dianalisa dengan metode kjedahl menggunakan *FOSS Tecator Digestor* dan *Kjeltec 8100* yang terdiri dari 3 tahap yakni destruksi, distilasi dan titrasi. Senyawa nitrogen dalam bahan akan direduksi dengan H_2SO_4 pekat membentuk $(NH_4)_2SO_4$ yang akan diuraikan menjadi NH_3 dengan penambahan $NaOH$. NH_3 kemudian akan ditampung dalam H_3BO_3 kemudain dititrasi dengan larutan standar HCl 0,1 N. Protein dihitung dari kadar nitrogen-total dengan mengalikannya dengan faktor konversi sebesar 6,25 (McClements, 2003). Kadar air dianalisa menggunakan *moisture analyzer* dan Tekstur dianalisis menggunakan *texture analyzer* dengan probe TA 26 pada *hold time* 5 detik dan kedalaman 10 cm sampel berukuran 20x15x15 cm.

Hasil dan Pembahasan

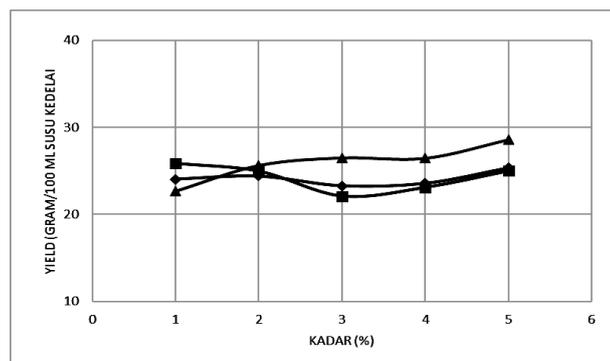
Tabel 1 menunjukkan hasil percobaan terhadap yield, protein, kadar air dan tekstur pada kadar 1,0%-5,0%. Pembuatan tahu dengan kadar koagulan lemon dan jeruk nipis 0,5 dan 0,75% b/v hanya mengkoagulasi sebagian protein, dihasilkan *whey* yang masih berupa susu kedelai dan bentuk tahu yang tidak padat. Koagulan dengan kadar yang terlalu rendah akan menghasilkan, *whey* akan berwarna pucat, dan masih terdapat susu yang belum terkoagulasi (Shih dkk., 1997). Tahu yang dihasilkan koagulan lemon, jeruk nipis dan $CaSO_4$ dengan kadar 1,0%-5,0% b/v berwarna putih. Kadar koagulan lebih dari 5% memungkinkan tahu menjadi berwarna coklat karena reaksi pencoklatan enzimatis karena kerusakan jaringan tahu (Diniyani dkk., 2015). Berdasarkan uji organoleptik, tahu pada kadar asam 1% koagulan lemon ataupun jeruk nipis tidak asam sehingga masih dapat dikonsumsi. Kadar keasaman diatas 2% menghasilkan tahu yang sangat asam.

Tabel 1. Hasil Percobaan

Kadar (%)	Yield (g/ml)			Protein (%)			Kadar air (%)			Tekstur (g)		
	Lemon	Jeruk Nipis	CaSO ₄	Lemon	Jeruk Nipis	CaSO ₄	Lemon	Jeruk Nipis	CaSO ₄	Lemon	Jeruk Nipis	CaSO ₄
1	25,87	24,04	22,63	10,30	10,12	9,80	78,51	71,56	70,16	83,5	105,5	116,5
2	24,98	24,39	25,61	9,63	10,38	8,90	77,52	73,5	72,27	87,75	91,5	89,5
3	22,10	23,26	26,49	11,23	10,13	8,85	72,32	72,5	68,52	70,0	82,0	90
4	23,10	23,55	26,45	11,08	10,11	8,95	77,78	73,68	67,21	63,75	82,0	85,5
5	25,00	25,36	28,59	10,13	11,83	8,16	86,55	71,93	67,52	57,25	98,0	52,5

Yield Tahu

Yield tahu pada berbagai jenis dan kadar koagulan ditunjukkan pada Gambar 1. Penambahan koagulan ke dalam susu kedelai akan menurunkan pH sampel hingga titik isoelektrik. Hasil percobaan menunjukkan perolehan *yield* tahu dengan koagulan lemon dan jeruk nipis membentuk *yield* hampir sama pada rentang 23-25 g/ml sedangkan *yield* tahu dengan koagulan $CaSO_4$ memiliki rentang yang sedikit lebih besar, pada rentang 22-28 g/ml. pH isoelektrik bernilai 6, namun berdasarkan percobaan peneliti lainnya, penggumpalan protein terjadi pada rentang 5,89-6,25 (deMan dkk., 1986) dan 4,0-5,0 (Dzikunoo, 2015). Koagulasi tahu percobaan dengan koagulan lemon, jeruk nipis, dan $CaSO_4$ terjadi pada pH isoelektrik yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dengan mekanisme pengendapan yang berbeda, tahu akan mencapai titik pH isoelektrik dimana muatan bersifat netral. Hasil yang sama juga diperoleh Dzikunoo (2015) bahwa pada peningkatan kadar, koagulan lemon dan jeruk nipis memiliki *yield* yang hampir sama.



Gambar 1. Pengaruh kadar dan jenis koagulan terhadap yield. Note: ◆= Jeruk Nipis, ■= Lemon, ▲= $CaSO_4$

Pada percobaan, kadar $CaSO_4$ 2,0-5,0 % menghasilkan *yield* tahu yang sedikit lebih tinggi dibandingkan tahu dengan koagulan asam (lemon dan jeruk nipis). Menurut Dzikunoo (2015) hal ini dapat disebabkan $CaSO_4$ lebih

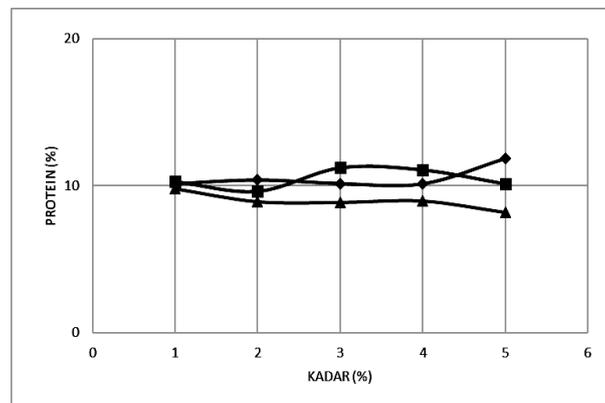
lambat mengkoagulasi protein sehingga akan berikatan lebih sempurna dibandingkan metode koagulasi dengan asam sehingga *yield* yang diperoleh akan lebih besar. Selain itu, koagulan garam seperti CaSO_4 diperkirakan lebih banyak menggumpalkan protein 11s. Protein 11s memiliki berat molekul yang lebih besar (350 KDa) dan lebih banyak digumpalkan oleh koagulan garam. Protein 7s (170kDa) lebih banyak digumpalkan oleh koagulan asam (Dzikunoo dkk., 2015). Dengan berat molekul yang lebih besar, maka massa tahu yang dihasilkan meningkat.

Tabel 2. pH isoelektrik tahu hasil percobaan

Koagulan (1,0 %)	pH isoelektrik
Lemon	5,2
Jeruk Nipis	5,3
CaSO_4	5,2

Kadar Protein

Kandungan protein pada tahu berhubungan erat dengan pH isoelektik, kadar dan jenis koagulan. Pada protein terdapat ikatan disulfida dan ikatan hidrofobik yang bermuatan negatif yang dapat dinetralkan dengan penambahan koagulan yang bermuatan positif hingga terjadi agregasi. Hasil percobaan ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 2, Berdasarkan hasil percobaan, lemon dan jeruk dalam memiliki kadar protein rata-rata yang hampir sama. Apabila dibandingkan dengan koagulan CaSO_4 dimana kandungan protein rata-rata sebesar 8,93%, koagulan lemon dan jeruk nipis menghasilkan kadar protein yang relatif lebih besar seperti percobaan yang dilakukan Sanjay (2008) dan Omueti (2016). Selain itu, kadar protein tahu koagulan lemon dan jeruk lebih tinggi dari standar yang ditetapkan SNI 01-3142-1998 sebesar 9,4%. Perbedaan kadar protein diduga dipengaruhi oleh ikatan *crosslinking* pada protein 11s dan 7s (Sanjay, 2008). Pada kadar koagulan yang cukup tinggi akan menghasilkan pH yang sangat asam sehingga terjadi denaturasi protein, struktur protein akan berubah karena terjadinya *unfolding*.



Gambar 2. Pengaruh kadar dan jenis koagulan terhadap protein tahu. *Note:* ◆= Jeruk Nipis, ■= Lemon, ▲= CaSO_4

Tekstur dan Kadar Air

Tekstur yang dianalisa berupa *hardness*, menunjukan kekerasan dari produk tahu hingga terjadi deformasi atau gaya yang dibutuhkan pada silkus pertama hingga produk terdeformasi (Dzikunoo dkk., 2015). Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 1, tahu dengan koagulan CaSO_4 , lemon dan jeruk nipis masing-masing menghasilkan rentang tekstur berturut-turut 52,0-116,0, 57,0-87,0 dan 82,0-106,0 g. Apabila diurutkan maka tahu dengan koagulan lemon memiliki tekstur yang paling lembut, tahu dengan koagulan CaSO_4 paling keras, diduga CaSO_4 lebih banyak menggumpalkan protein 11s sedangkan asam banyak menggumpalkan protein 7s. Protein 11s memiliki lebih banyak ikatan kovalen dan ikatan disulfida, sedangkan protein 7s memiliki banyak ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik (Syah dkk., 2014). Menurut Li (2005), tahu dengan kadar 11s yang lebih banyak akan menghasilkan tahu yang semakin keras disebabkan oleh ikatan antar protein yang lebih banyak dan kuat. Penambahan kadar koagulan dapat menurunkan tekstur tahu dimana diduga pH yang semakin rendah akan lebih sedikit membentuk ikatan kovalen dan non kovalen sehingga lebih kenyal atau dapat dikatakan rapuh dan mudah hancur.

Kadar air tahu dengan koagulan lemon, jeruk nipis, dan CaSO_4 berturut-turut 72,0%-86,0 %, 71,0%-74,0 % dan 67,0%-72,0 %, hampir sama dengan kadar air hasil percobaan Sanjay (2007) dan Obatolu (2008). Perbedaan kadar air yang terkandung dalam tahu dapat disebabkan ikatan anion dan ikatan ionik dalam pembentukan gel, hal ini berkaitan dengan *water holding capacity* (WHC) protein (Obatolu, 2008). Berdasarkan percobaan, peningkatan

kadar koagulan lemon dan jeruk nipis menghasilkan kandungan air yang hampir sama. Penurunan pH tidak menurunkan WHC menunjukkan ikatan yang lebih homogen (Onodera, 2009). Kadar air tahu koagulan CaSO_4 sedikit menurun seiring bertambahnya kadar, diduga kenaikan kadar CaSO_4 akan menurunkan pH menuju titik isoelektrik protein menyebabkan penurunan ikatan protein-air dan semakin banyak ikatan protein dengan protein (Onodera, 2009).

Hasil analisa tahu industri di Bandung dapat dilihat pada Tabel 3. Tahu N memiliki kadar protein sebesar 9,79% sedangkan tahu A memiliki kadar protein sebesar 8,90% lebih rendah dari standar SNI. Dari hasil percobaan, kadar protein tahu dengan koagulan alami lemon dan jeruk nipis lebih tinggi dibandingkan tahu industri pada rentang 9,6-11,2% dan 10,1-11,8 %, sedangkan kadar protein tahu CaSO_4 hampir sama pada rentang 8,1%-9,8%. Kadar air dan tekstur tahu hasil percobaan dan hasil industri hampir sama.

Tabel 3. Analisis Tahu Industri

	Tahu N	Tahu A
Protein	9,79	8,90
Kadar air	79,51	82,4
Tekstur	72	86,5

Kesimpulan

Koagulan lemon dan jeruk nipis menghasilkan tahu dengan kadar protein yang lebih tinggi dari koagulan CaSO_4 dan tahu industri. Tahu dengan koagulan lemon dan jeruk nipis pada kadar 2,0%-5,0% memberi rasa asam. Kenaikan kadar koagulan menghasilkan yield, kadar protein dan kadar air relatif sama. Tahu dengan koagulan lemon 1,0% memiliki kualitas paling baik dengan kandungan protein yang tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Universitas Katolik Parahyangan dan kepada Dra. Maria Ingrid, M.Sc selaku pembimbing yang telah dengan sabar membimbing penulis dan memberikan saran dan arahan serta waktu.

Daftar Pustaka

- Damodaran, S., Paraf, A. Food Proteins and Their Applications. New York: s.n. 1997.
- deMan, J., deMan, L., Gupta, S. Texture and Microstructure of Soybean Curd (Tofu) as Affected by Different Coagulants. *Food Structure*. 2015; Vol 5: No 1, Article 11 pp. 83-89.
- Diniyani, N., Triatma, B., Paramita, O. Pengaruh Penggunaan Sari Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia Sebagai Koagulan Dalam Pembuatan Tahu Biji Saga (Adenanthera Pavonina Linn). *Teknobuga*. 2015.
- Dzikunoo, J., Ayernor, G. S., Saalia, F. K. Effect of Methods of Extraction on Physicochemical Properties of Soy Proteins (Tofu). *American Journal of Food Science and Nutrition Research*. 2015; 2(5): 138-144.
- Li, T. S. Functional And Structural Properties of Molecular Soy Protein Fractions. Singapore: National University of Singapore. 2005.
- Liu, K. SOYBEANS : Chemistry, Technology, and Utilization. Singapore: Springer Science Business Media, B.V.1997.
- Lu, J. Y., Carter, E., Chung, R. A. Use of Calcium Salts for Soybean Curd Preparation. *Journal of Food Science*. 1980 : Vol 45 pp. 32-34.
- McClements, D. J. Analysis of Proteins.2003. <https://people.umass.edu/~mcclemen/581Proteins.html> (diakses Desember 2018)
- Obatolu, V. A. Effect of different coagulants on yield and quality of tofu from soymilk. *European Food Research and Technology*. 2008; 226:467-472.
- Omueti, O., Jaiyeola, O. Effects of chemical and plant based coagulants on yield and some quality attributes of tofu. *Nutrition & Food Science*. 2006 ; 36:169-176.
- Shih, M. C., Hou, H. J., Chang, K. C. Process Optimization for soft tofu. *Journal of Food Science*. 1997.
- Syah D., dkk. The influences of coagulation conditions and storage proteins on the textural properties of soy-curd (tofu). *CYTA-Journal of Food*. 2014.
- Tsai, S., Lan, C., Kao, C., Chen, S. Studies on the Yield and Quality Characteristic of Tofu. *Journal of Food Science*. 1981; 46:1734-1740.



Lembar Tanya Jawab

Moderator : Dewi Wahyuningtyas (Teknik Kimia, IST AKPRIND)
Notulen : Perwitasari (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Anfi Reynikha Fatullah (TK, ITS)
Pertanyaan : Bagaimanakah pengaruh dari penggunaan koagulan lemon dan jeruk nipis terhadap daya tahan tahu dibandingkan dengan koagulan kimia?
Jawaban : Koagulan lemon dan jeruk nipis mempunyai tingkat keasaman yang tinggi sehingga justru menjadikan tahu lebih tahan lama dibandingkan koagulan kimia (contohnya CaSO_4) yang biasa digunakan. Berdasarkan uji coba yang sudah dilakukan, untuk tahu yang dibuat dengan koagulan kimia mempunyai daya tahan 1 minggu jika disimpan di dalam lemari es. Sedangkan untuk tahu yang dibuat dengan koagulan lemon dan jeruk nipis, dapat bertahan hingga 2 minggu di dalam lemari es.
2. Penanya : Dewi Wahyuningtyas (TK, IST AKPRIND)
Pertanyaan : Seberapa banyak volume penggunaan koagulan lemon dan jeruk nipis dalam proses pembuatan tahu dibandingkan dengan koagulan kimia?
Jawaban : Volume koagulan lemon dan jeruk nipis yang ditambahkan ke dalam 400 ml susu kedelai adalah sebesar 10 ml yang mana volume tersebut lebih kecil dari volume koagulan kimia seperti CaSO_4 . Hal tersebut dikarenakan sifat lemon dan jeruk nipis yang lebih asam dibandingkan dengan CaSO_4 yang mana keasaman sangat berpengaruh terhadap proses koagulasi susu kedelai.
3. Penanya : Jayanudin (TK, UGM - Untirta)
Pertanyaan :
 1. Bagaimana cara standarisasi keasaman koagulan lemon yang digunakan mengingat tingkat keasaman lemon muda dengan lemon yang sudah matang berbeda?
 2. Bagaimana cara pengelola industri tahu untuk dapat mengukur tingkat keasaman koagulan alami jika ingin mereka aplikasikan langsung dalam proses pengolahan tahu?Jawaban :
 1. Proses standarisasi keasaman koagulan alami yang dilakukan adalah dengan mengukur pH dari ekstrak koagulan alami. Selanjutnya melakukan titrasi untuk mengukur kadar keasamannya dan kemudian melakukan pengenceran menjadi kadar 1%, 2% dan seterusnya.
 2. Untuk pengaplikasian secara langsung pada industri tahu, peneliti belum melakukan penelitian untuk mengukur kadar keasaman dari koagulan lemon dan jeruk nipis yang bisa digunakan di industri. Oleh karena itu akan menjadi tugas bagi penelitian selanjutnya.

