

KARAKTERISTIK DAN ANALISIS SENSORIK PRODUK TAHU DENGAN KOAGULAN ALAMI

Nita Aryanti¹⁾, Dessy Kurniawati²⁾, Amelia Maharani³⁾ dan Dyah Hesti Wardhani⁴⁾

¹⁾Fakultas Teknik, Departemen Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang
Kampus Undip Tembalang, Jl. Prof. Sudarto, SH, Semarang.

Email:nita.aryanti@che.undip.ac.id

Abstrak

Tahu merupakan produk olahan kedelai yang banyak dikonsumsi di Asia. Tahu diperoleh dari proses koagulasi susu kedelai menggunakan koagulan. Umumnya koagulan yang digunakan dalam proses pembuatan tahu adalah garam (CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2) dan asam (Asam asetat, Glukano δ -lactone (GDL)). Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan tahu menggunakan koagulan alami belimbing wuluh, jeruk nipis dan larutan chitosan. Produk tahu yang diperoleh dibandingkan dengan produk tahu dengan penggunaan koagulan komersial CaSO_4 . Karakteristik tahu yang diuji meliputi yield, kadar protein, kadar air dan tekstur serta analisis sensorik yang terdiri dari rasa, aroma, warna dan tekstur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan koagulan alami (Belimbing wuluh, Jeruk nipis dan Chitosan) menghasilkan produk tahu dengan yield dan kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan koagulan komersial. Sedangkan kadar air tahu dengan koagulan alami Belimbing wuluh dan jeruk nipis menghasilkan produk tahu dengan kadar air yang lebih tinggi. Analisis tekstur menunjukkan bahwa koagulan chitosan menghasilkan produk tahu yang paling keras. Berdasarkan uji sensorik terhadap produk tahu, dapat dinyatakan bahwa panelis lebih menyukai sampel tahu dengan tingkat keasaman yang lebih rendah dalam penilaian rasa dan aroma. Sedangkan untuk penilaian warna, panelis lebih menyukai sampel tahu dengan konsentrasi asam yang lebih tinggi.

Kata kunci: belimbing wuluh, chitosan, jeruk nipis, koagulan, tahu

Abstract

Tofu has been known as a soybean processed food and is consumed in significant amount in Asia. Tofu is prepared by soymilk coagulation with specific coagulant such as salts (CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2) and acid (Acetic acid, Glukano δ -lactone (GDL)). In this research, tofu was prepared by using natural coagulants. Averrhoa bilimbi, Citrus aurantifolia, and chitosan solution were selected as coagulating agents. Tofu products with the natural coagulant were further be compared to product with a commercial CaSO_4 coagulant. Evaluation of tofu characteristics including yields, protein and water content as well as texture analysis. Research showed that natural coagulants produced tofu with higher yield and protein content. Moreover, tofu having high water content was obtained when the Averrhoa bilimbi and Citrus aurantifolia were the coagulants. Texture analysis confirmed that chitosan coagulant produced tofu with greatest hardness. In addition, sensoric analysis of tofu sample verified that tofu with low acidity was more acceptable in the term of flavor and aroma. On the other hand, assessment of tofu colour showed that the high content acid tofu was more preferable.

Keywords: Averrhoa bilimbi, chitosan, Citrus aurantifolia, coagulant, tofu

1. PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu bahan pangan yang dapat diolah menjadi berbagai bentuk produk turunan olahan pangan. Salah satu bentuk produk olahan kedelai adalah tahu, yang merupakan salah satu produk kedelai yang bersifat non-fermentasi dan telah dikenal di seluruh dunia. Tahu telah

menjadi sumber protein dan banyak dikonsumsi di Asia karena harga yang murah dan kandungan protein yang tinggi (Prabhakaran *et al.*, 2006). Tahu diperoleh dari susu kedelai yang dikoagulasi dengan berbagai jenis koagulan. Secara umum, ada tiga jenis koagulan yang dapat digunakan dalam koagulasi protein kedelai pada tahu yaitu: garam (CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2), proteinase dan asam (Asam

Asetat, Glukano δ -lactone), (Fasoyiro, 2014). Koagulasi terjadi karena adanya cross-linking molekul protein pada susu kedelai dengan kation divalen (Prabhakaran *et al.*, 2006).

Dalam pembuatan tahu, proses koagulasi susu kedelai merupakan tahap yang menentukan. *Yield* dan kualitas tahu sangat dipengaruhi oleh proses koagulasi susu kedelai. Beberapa penelitian tentang penggunaan bahan-bahan alami sebagai koagulan pada produksi tahu telah dilakukan dengan menggunakan γ -polyglutamate (Lee and Kuo, 2011), lemon, *tamarind*, *garcinia*, *gooseberry*, dan markisa (Rekha and Vijayalaxhmi, 2010), ekstrak Rosella, ekstrak daun *Calotropis procera* dan fermentasi tepung jagung (Fasoyiro, 2014), koagulan *withania* (Sarani *et al.*, 2014) dan bubuk cangkang kerang (Kim *et al.*, 2007). Namun, penggunaan bahan alami lain seperti belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan chitosan sebagai koagulan untuk pembuatan tahu di Indonesia perlu pengujian lebih lanjut. Selama ini, belimbing wuluh dan jeruk nipis hanya digunakan sebagai bumbu dapur. Sementara itu, chitosan mempunyai kemampuan sebagai koagulan dan juga sebagai pengawet alami (Chang *et al.*, 2003). Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan difokuskan pada penggunaan bahan alami (belimbing wuluh, jeruk nipis, chitosan) sebagai koagulan pada proses pembuatan tahu. Untuk mengetahui kualitas tahu yang diperoleh dengan koagulan alami, dilakukan pengujian terhadap *yield* tahu yang dihasilkan, kadar protein, kadar air, tekstur serta analisis sensorik.

2. METODE

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kedelai, belimbing wuluh, jeruk nipis yang diperoleh dari pasar tradisional di Semarang, Kalsium Sulfat dan chitosan diperoleh dari Laboratorium Pangan Jurusan Teknik Kimia Undip. Konsentrasi koagulan yang digunakan adalah Kalsium sulfat 0,2% w/v, belimbing wuluh-*aquadest* dengan perbandingan 1:2 dan 1:3, jeruk nipis-*aquadest* dengan perbandingan 1:2 dan 1:3, serta chitosan 0,5 dan 1% ($\frac{w}{v}$) dalam 2% asam asetat.

2.2. Pembuatan Tahu dan Karakterisasi

Tahap pembuatan tahu terdiri dari pembuatan larutan koagulan, pembuatan susu kedelai, dan proses koagulasi susu kedelai untuk menghasilkan

tahu. Selanjutnya dilakukan karakterisasi produk tahu yang meliputi *yield*, kadar protein, kadar air dan kekerasan. Untuk mengetahui tingkat kesukaan produk tahu yang diperoleh, dilakukan analisis sensorik terhadap produk tahu.

Pembuatan larutan koagulan dilakukan berdasarkan metode yang digunakan oleh Sanjay (Sanjay *et al.*, 2008) dengan beberapa modifikasi. Untuk koagulan Kalsium sulfat, digunakan suspensi Kalsium sulfat (CaSO_4) sebanyak 0.2% w/v dalam 100 ml *aquadest*. Pembuatan koagulan belimbing wuluh dilakukan dengan membuat ekstrak belimbing wuluh dari potongan belimbing wuluh dengan perbandingan *aquadest* (1:2, dan 1:3) dan direndam selama 30 menit. Campuran tersebut kemudian dihancurkan sampai halus. Metode yang sama juga dilakukan untuk koagulan jeruk nipis, dengan menggunakan daging buah (*pulp*) jeruk nipis. Sedangkan suspensi chitosan dibuat dengan melarutkan Chitosan sebanyak 0,5% w/v dan 1% w/v dalam 2 % asam asetat. Belimbing wuluh dan jeruk nipis yang dihancurkan kemudian disaring dengan menggunakan kain belacu (*cheese cloth*) dan volume akhir dari hasil filtrat ditambah dengan *aquadest* sampai volumenya menjadi 100 ml, untuk digunakan sebagai koagulan alami. Pengukuran keasaman koagulan dilakukan berdasarkan berdasarkan prinsip titrasi asam basa.

Untuk membuat susu kedelai, sebanyak 100 gr kedelai yang sudah dibersihkan dari kotoran direndam dalam air selama lebih kurang 8 jam. Kemudian air rendaman ditiriskan dan menambahkan *aquadest* dengan perbandingan kedelai: *aquadest* 1:2. *Aquadest* dan kedelai diblender selama 2 menit dengan kecepatan maksimal. Susu kedelai yang sudah diperoleh disaring dengan kain belacu, ampasnya dibuang dan susu kedelai yang dihasilkan kemudian diukur volumenya. Susu kedelai lalu dipasteurisasi pada suhu 80°C sampai terbentuk gelembung-gelembung dan berbusa.

Koagulasi susu kedelai untuk pembuatan tahu dilakukan berdasarkan metode yang digunakan oleh Sanjay (Sanjay *et al.*, 2008) dengan beberapa modifikasi. Susu kedelai yang sudah dipasteurisasi kemudian didinginkan hingga suhunya turun menjadi 40°C di udara terbuka sambil ditambahkan koagulan (0,2% CaSO_4 sebanyak 10 ml; 2% larutan asam dari setiap koagulan alami sesuai variabel masing-masing sebanyak 20 ml). Aduk perlahan sesekali selama kurang lebih 15 menit sampai tercampur rata. Kemudian saring gumpalan susu kedelai yang terbentuk dengan kain belacu (*cheese*

cloth). Tutupi gumpalan susu kedelai yang tertahan dengan menggunakan sisa kain belacu pada wadah cetakan tahu. Letakkan suatu beban seberat 1 kg di atas kain belacu (*cheese cloth*) untuk membuang sisa air pada adonan tahu untuk 20 menit pertama kemudian beban dikurangi menjadi 0,5 kg untuk 20 menit kemudian. Tahu yang sudah terbentuk lalu direndam dengan air dan disimpan dalam lemari es.

2.3. Analisis

Yield tahu dihitung berdasarkan beberapa perhitungan yaitu:

1. *Yield* tahu yang dihitung berdasarkan massa tahu tiap 100 gr massa kacang kedelai.
2. *Yield* tahu yang dihitung berdasarkan kadar protein tahu per kadar protein kacang kedelai.
3. *Yield* tahu yang dihitung berdasarkan kadar protein tahu per susu kedelai.

Analisa protein kacang kedelai, susu kedelai, dan produk tahu dengan menggunakan metode *Kjedahl*. Analisa kadar air kacang kedelai dan tahu dilakukan dengan menggunakan Metode Oven.

Analisa tekstur dilakukan berdasarkan uji kekerasan (*hardness*). Dalam pengujiaannya sampel dipotong hingga didapatkan bagian atas dan tengah, bagian atas memiliki lapisan permukaan yang keras yang disebabkan oleh penekanan sebelum proses analisa tekstur. Bagian tengah memiliki tekstur yang seragam. Nilai uji tekstur untuk bagian tengah sampel tahu selalu lebih kecil daripada tekstur di bagian atas. Tekstur tahu yakni berupa kekerasannya (*hardness*) diukur dengan metode kompresi (*compression*) menggunakan alat *Texture Analyzer*.

Analisis sensorik yang diuji adalah sensorik yang diuji adalah rasa, aroma, warna, dan tekstur. Skala yang digunakan untuk parameter rasa, aroma dan warna pada tahu menggunakan lima skala hedonik, yaitu 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (netral), 4 (suka), 5 (sangat suka). Jumlah panelis yang dilibatkan dalam uji organoleptik sebanyak 10 orang. Sistem ranking dipilih karena diharapkan dapat mengetahui jenis tahu mana yang paling disukai atau diterima konsumen. Uji kesukaan atau disebut juga uji hedonik termasuk dalam uji penerimaan (*acceptance test*). Uji penerimaan menyangkut penilaian seseorang akan suatu sifat atau kualitas suatu produk yang menyebabkan seseorang menyenangkan. Dalam uji hedonik ini panelis memberikan penilaian yang berhubungan dengan kesukaan atau tidaknya terhadap sifat sensori atau kualitas yang dinilai. Uji hedonik biasanya bertujuan untuk mengetahui respon panelis terhadap sifat mutu yang umum, misalnya penampakan, aroma, rasa, dan tekstur. Dalam analisa, skala hedonik ditransformasikan menjadi skala numerik dengan angka menaik menurut tingkat kesukaan. Sebenarnya uji hedonik secara tidak langsung dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan antar produk. Oleh karena itu maka uji hedonik paling sering digunakan untuk mengetahui komoditi sejenis atau produk pengembangan secara organoleptik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Jenis Koagulan terhadap *Yield* Tahu

Tabel 1 menunjukkan *yield* tahu pada penggunaan berbagai jenis koagulan.

Tabel 1. *Yield* Tahu pada Berbagai Jenis Koagulan

	CaSO ₄	Jeruk Nipis		Belimbing Wuluh		Chitosan	
		1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3	0,5 % w/v	1 % w/v
Yield 1	24,93 %	41,53 %	34,44 %	42,91 %	35,82 %	13,19 %	16,18 %
Yield 2	27,86 %	33,02 %	28,26%	34,71 %	31,95 %	36,97 %	41,12 %
Yield 3	50,61 %	59,99 %	51,34%	63,05 %	58,04 %	67,16 %	74,7 %

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa penggunaan koagulan komersial CaSO₄ secara umum menghasilkan *yield* yang lebih rendah dibandingkan dengan koagulan alami lainnya (Belimbing Wuluh, Jeruk Nipis dan Chitosan). Hal

ini disebabkan karena nilai konsentrasi asam pada koagulan alami mempunyai nilai yang lebih besar daripada konsentrasi asam CaSO₄, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Asam pada Berbagai Jenis Koagulan

% asam asetat anhidrat	CaSO ₄	Jeruk Nipis		Belimbing Wuluh		Chitosan	
		1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 3	0,5% w/v	1% w/v
	1 %	67 %	51,67%	24,46%	17,27%	71,94 %	78,4 %

Tingkat keasaman pada berbagai jenis koagulan dinyatakan dalam % asam asetat anhidrat, dimana semakin tinggi tingkat keasaman pada koagulan maka pH koagulan semakin kecil (<7). Tingkat keasaman koagulan yang digunakan berkisar antara 1% sampai 78,4% anhidrat asam asetat. Larutan chitosan 1% w/v dalam 2% asam asetat memiliki tingkat keasaman paling tinggi (78,4%) diikuti oleh Chitosan 0,5% w/v (71,94%) dan tingkat keasaman yang paling rendah dimiliki oleh koagulan CaSO₄ (1%).

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2, dapat dilihat bahwa tingkat keasaman pada koagulan berpengaruh pada koagulasi protein pada susu kedelai. Padatan tahu yang terbentuk dalam susu kedelai umumnya berupa gula terlarut dan protein dengan berat molekul rendah (Hui *et al.*, 2000). Pemisahan protein dari campurannya dapat diatur dengan pH sampai mencapai titik isoelektriknya. Titik Isoelektrik (TI) adalah daerah pH tertentu dimana protein tidak mempunyai selisih muatan atau jumlah muatan positif dan negatifnya sama, sehingga tidak bergerak ketika diletakkan dalam medan listrik. Harga pH isoelektrik berbeda – beda untuk tiap macam protein. Dalam larutannya, asam akan mendonasikan proton (ion H⁺). Pada titik isoelektrik, reaksi antara muatan positif H⁺ dengan muatan negatif gugus fungsional protein akan menghasilkan muatan netral yang akan menurunkan kelarutan protein dan membentuk gel. Sedangkan pada penggunaan garam, mekanisme koagulasi terjadi karena ikatan cross-linking antara kation Ca²⁺ dengan molekul protein dengan susu kedelai dan menyebabkan penurunan kelarutan protein (Sidar *et al.*, 2011).

Penggunaan koagulan alami pada pembuatan tahu menunjukkan peningkatan *yield* produk tahu. Sedangkan pengaruh konsentrasi koagulan yang digunakan menunjukkan bahwa tahu dengan koagulan Jeruk Nipis dan Belimbing Wuluh (1:2) dan (1:3), akan menghasilkan *yield* yang lebih besar untuk perbandingan 1:2. Pada perbandingan 1:2, jumlah air yang digunakan sebagai pengencer lebih kecil dibandingkan dengan 1:3 sehingga akan berpengaruh terhadap pH larutan. Meningkatnya

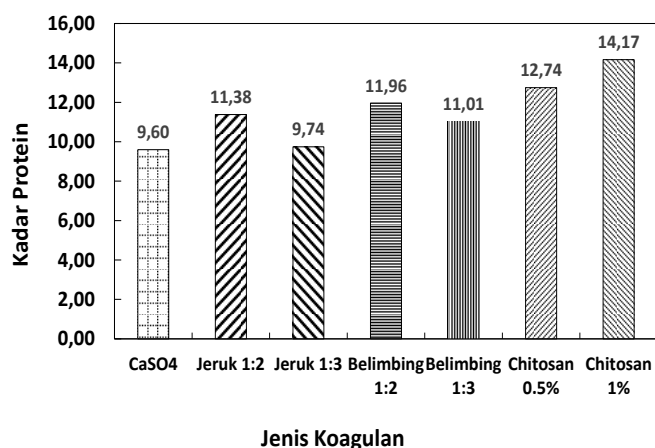
komposisi air dalam pelarutan koagulan alami akan menghambat tercapainya pH isoelektrik (pI) sehingga *yield* yang dihasilkan pada tahu dengan perbandingan 1:3 akan lebih sedikit daripada 1:2.

Sedangkan pada konsentrasi koagulan Chitosan 0,5 % w/v dan 1% w/v, jumlah massa Chitosan pada konsentrasi 1% w/v adalah 1 gram pada larutan asam asetat 2%, begitu juga pada Chitosan 0,5 % w/v adalah 0,5 gram pada larutan asam asetat 2%. Chitosan merupakan polymer kationik yang mempunyai muatan positif pada gugus aminonya. Chitosan bersifat tidak larut dalam suasana netral dan alkali, tetapi bersifat larut dalam larutan asam (asam asetat, asam formiat, asam laktat) (Tungtung *et al.*, 2012). Pada pH asam, chitosan yang memiliki gugus amin bebas (-NH₂) menjadi bermuatan positif untuk membentuk gugus amin kationik (NH₃⁺). Dari hal ini dapat diketahui bahwa sifat larutan chitosan akan sangat bergantung pada dua kondisi di atas yaitu apakah berada dalam bentuk amin bebas -NH₂ atau amina bermuatan positif -NH₃⁺.

Dalam penelitian Hawab (2006) dijelaskan jika chitosan dilarutkan dalam asam maka secara proporsi atom hidrogen dari radikal amina primernya akan lepas sebagai proton, sehingga larutan akan bermuatan positif, dan bila ditambahkan molekul lain sebagai pembawa muatan negatif maka akan terbentuk polikationat dan chitosan akan menggumpal. Dengan demikian, kemampuan chitosan untuk membantu penggumpalan protein pada variabel 1% w/v lebih besar daripada 0,5 % w/v, sehingga *yield* yang dihasilkan pada variabel chitosan 1% w/v lebih besar daripada 0,5 % w/v.

3.2. Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Kadar Protein Tahu

Gambar 1 menunjukkan kadar protein produk tahu pada berbagai jenis koagulan.



Gambar 1. Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Kadar Protein Tahu

Gambar 1 menunjukkan bahwa kadar protein produk tahu yang dihasilkan mempunyai rentang kadar protein antara 9,6% sampai 14,17%. Tahu dengan koagulan chitosan 1% w/v dalam 2% asam asetat memiliki kadar protein paling tinggi (14,17%) diikuti oleh Chitosan 0,5% w/v (12,74%) dan kadar protein yang paling rendah dimiliki oleh tahu komersial dengan koagulan CaSO₄ (9,6%). Tahu dengan koagulan alami yang bersifat asam akan mempunyai kadar protein dan kadar isoflavin yang lebih tinggi (Rekha and Vijayalakshmi, 2010).

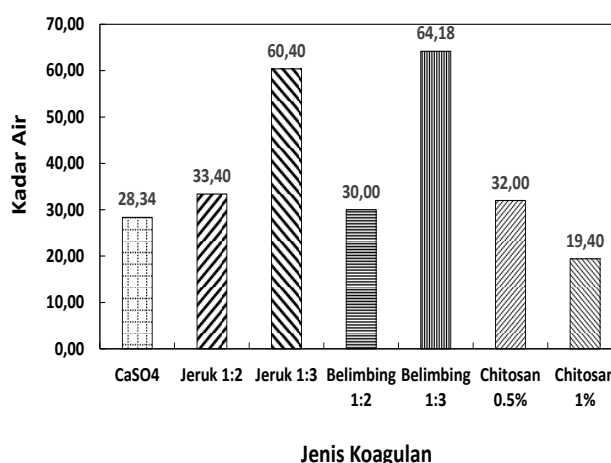
Kandungan protein tahu berhubungan dengan kemampuan koagulan untuk menggumpalkan atau membentuk padatan tahu. Padatan tahu diperoleh melalui denaturasi protein utamanya yang diakibatkan oleh panas dan koagulasi yang juga dipengaruhi oleh kation (Kohyama *et al.*, 1995). Protein yang terdenaturasi ini bermuatan negatif, sehingga proton yang berasal dari pelarut (ion hidrogen) dan larutan koagulan (ion amida dan ion amina) akan menetralkan muatan protein. Selanjutnya interaksi hidrofobik dari protein yang terdenaturasi menjadi lebih dominan dan menginduksi terjadinya agregasi (pengumpulan/pengikatan) (Nishinari *et al.*, 2014). Tahu yang mengandung chitosan dengan viskositas tinggi memiliki agregasi protein lebih banyak dibanding tahu yang tidak mengandung chitosan. Chitosan dapat berperan sebagai koagulan karena chitosan memiliki muatan positif dan gugus amina dan amida (Kim and Han, 2002).

Produk tahu dengan koagulan chitosan juga mempunyai kadar protein yang paling tinggi. Hal ini berhubungan dengan kadar asam dari larutan chitosan yang digunakan. Larutan chitosan sebagai

koagulan mempunyai kadar asam yang lebih tinggi dibandingkan dengan koagulan yang lain. Pada kondisi asam, pada susu kedelai tidak akan membentuk gel yang kontinu, melainkan akan mengalami presipitasi dan terbentuk agregat protein kedelai (Guo and Yang, 2015).

3.3. Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Kadar Air Tahu

Hasil analisa kadar air tahu pada berbagai jenis koagulan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Kadar Air Tahu

Berdasarkan nilai kadar air pada Gambar 2, dapat diketahui bahwa kadar air pada produk tahu yang dihasilkan mempunyai nilai antara 19,4% sampai 64,18%. Tahu dengan koagulan belimbing wuluh 1:3 memiliki kadar air paling tinggi (64,18%) diikuti oleh tahu dengan koagulan Jeruk Nipis 1:3 (60,4%). Sedangkan tahu dengan koagulan chitosan 1% w/v dalam 2% asam asetat (19,4%) mempunyai kadar air paling rendah. Tahu yang diperoleh dengan koagulan jeruk nipis maupun belimbing wuluh (1:2) dan (1:3), menunjukkan kadar air lebih kecil pada variabel 1:2 karena jumlah air untuk pengenceran lebih sedikit daripada variabel 1:3. Selain itu, jumlah solute (sari buah) pada variabel 1:2 lebih besar daripada 1:3 sehingga kemampuan solut dalam ion pelarut dengan konsentrasi yang lebih besar akan dapat mengikat protein bermolekul rendah dalam susu kedelai untuk membentuk agregat protein yang lebih banyak (Guo and Yang, 2015). Hal ini akan menyebabkan kandungan air (*moisture content*) dalam tahu dengan variabel koagulan 1:2 lebih sedikit daripada tahu dengan koagulan variabel 1:3. Sedangkan pada chitosan 0,5 % w/v dan 1% w/v, jumlah massa chitosan pada

konsentrasi 1% w/v adalah 1 gram pada larutan asam asetat 2%, begitu juga pada chitosan 0,5 % w/v adalah 0,5 gram pada larutan asam asetat 2%.

Berdasarkan perhitungan berat chitosan, viskositas (jumlah kandungan gel meningkat) dalam larutan chitosan 1% w/v lebih besar daripada chitosan 0,5% w/v sehingga kemampuan untuk agregasi protein dalam susu kedelai akan lebih besar dan membawa konsekuensi kandungan air dalam tahu lebih sedikit. Penambahan chitosan pada susu kedelai yang sedikit bersifat asam akan menurunkan kadar air dari tahu. Chitosan akan menyebabkan kondisi yang lebih hidrofobik pada tahu sehingga akan mengeluarkan air dari gel tahu yang terbentuk (Chang *et al.*, 2003).

3.4. Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Analisa Tekstur Tahu

Tabel 3 Karakteristik Tekstur Tahu pada Berbagai Jenis Koagulan

	CaSO ₄	Jeruk Nipis*)	Belimbing Wuluh*)	Chitosan*)
<i>Hardness</i> (N)	3,45±0,02	3,29±0,01	1,42±0,01	3,52±0,06

*) Koagulan yang digunakan dalam analisa tekstur adalah dengan perbandingan 1:3 untuk jeruk nipis dan belimbing wuluh dan 1% w/v dalam 2% asam asetat untuk chitosan

Tabel 3 menunjukkan bahwa tekstur tahu yang dihasilkan berkisar antara 1,42 N sampai 3,52 N. Tahu dengan koagulan chitosan memiliki sifat *hardness* paling tinggi (3,52 N) diikuti oleh tahu dengan koagulan CaSO₄ (3,45 N) dan sifat *hardness* yang paling rendah dimiliki oleh tahu dengan koagulan belimbing wuluh (1,42 N). Chitosan sangat efektif dalam mengubah kekuatan gel tahu, terutama pada chitosan dengan berat molekul tinggi akan dapat mengikat pada tingkat tertinggi dengan protein tahu. Penambahan chitosan pada larutan yang bersifat asam akan menyebabkan terbentuknya interaksi antara chitosan dan molekul protein kedelai dan berpengaruh pada kekuatan gel tahu (Chang *et al.*, 2003). Tahu dengan koagulan chitosan menunjukkan daya iris yang lebih tinggi dibanding tahu koagulan pembanding CaSO₄ yakni 3,45 N menjadi 3,52 N. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa pengikatan antara polisakarida (chitosan) dan molekul protein menyebabkan jaringan gel lebih stabil dan tekstur lebih keras. Sifat tekstur tahu dengan koagulan CaSO₄ menunjukkan struktur yang lebih kompak dan padat dibandingkan dengan koagulan alami

Pengukuran tekstur pada produk tahu dinyatakan dengan kekerasan (*hardness*). Kekerasan didefinisikan sebagai gaya yang dibutuhkan untuk memotong sampel dengan *blade cut* pada alat Texturizer. Pada produk tahu, tekstur tergantung dari struktur jaringan yang dibentuk oleh protein kedelai. Tahu dengan sifat *hardness* yang lebih besar menandakan bahwa tahu tersebut lebih keras dan kompak. Ketika sampel diuji maka sampel dipotong menjadi 2 lapisan atas dan tengah. Bagian atas memiliki lapisan permukaan yang lebih keras oleh karena proses pencetakan pada pembuatan tahu. Sehingga bagian tengah yang dianalisa sifat teksturnya karena bagian tersebut memiliki tekstur yang homogen.

Hasil analisa tekstur tahu untuk setiap koagulan dapat dilihat pada Tabel 3.

belimbing wuluh dan jeruk nipis. Sifat tekstur yang lebih keras pada penggunaan koagulan CaSO₄ disebabkan karena adanya jembatan ion kalsium-protein dan ikatan hidrogen (Kao *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2013). Selain itu penggunaan koagulan berpengaruh terhadap tekstur tahu yang dihasilkan karena struktur jaringan protein yang terbentuk pada tahu. Makin terstruktur dan padatnya jaringan protein pada tahu akan menghasilkan sifat tekstur yang tinggi (Li *et al.*, 2015).

Sedangkan untuk tahu dengan koagulan alami belimbing wuluh dan jeruk nipis memiliki tekstur yang lebih lembut bila dibandingkan dengan tahu pembanding yaitu dengan CaSO₄. Hal ini dikarenakan kadar air yang terdapat pada tahu dengan koagulan jeruk nipis dan belimbing wuluh dengan variabel perbandingan 1:3 memiliki kadar air yang lebih besar daripada tahu komersial CaSO₄. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa tekstur bahan akan melunak (nilai *hardness*nya semakin kecil) seiring dengan peningkatan kandungan air dalam bahan tersebut, sehingga jelas bahwa nilai *hardness* pada tahu

koagulan jeruk nipis dan belimbing wuluh lebih kecil dibandingkan dengan tahu komersial CaSO_4 .

Penggunaan koagulan yang bersifat asam akan menghasilkan produk tahu yang lebih lunak dan lembut. Hal ini disebabkan karena adanya menyebabkan pelepasan ion hidrogen sehingga pH dari susu kedelai akan mendekati pI dari protein kedelai. Muatan negatif dari protein kedelai yang terdenaturasi akan dinetralisir sehingga interaksi antara ikatan hidrogen dan hidroobik akan menggantikan gaya tolak

elektrostatik. Pada kondisi ini, partikel protein akan menjadi berdekatan dan menyebabkan terjadinya aggregasi dan membentuk jaringan 3 dimensi (Ringgenberg *et al.*, 2013).

3.5. Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Uji Sensorik Tahu

Hasil uji sensorik oleh 10 orang panelis pada produk tahu yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Rata-rata Uji Organoleptik Produk Tahu pada berbagai Jenis Koagulan

	CaSO_4	Jeruk Nipis*)	Belimbing Wuluh*)	Chitosan*)
Rasa	3,7	2,9	3,0	2,5
Aroma	4,2	3,6	3,8	3,5
Warna	2,0	3,7	3,1	3,8

Keterangan :

1 : sangat tidak suka, 2: tidak suka, 3: netral, 4: suka, 5: sangat suka

*) Koagulan yang digunakan dalam pengujian sensorik adalah dengan perbandingan 1:2 untuk jeruk nipis dan belimbing wuluh dan 1% w/v dalam 2% asam asetat untuk chitosan

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada sampel tahu komersial (CaSO_4) nilai rata-rata hedonik rasanya sebesar 3,7 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara netral sampai suka. Pada sampel tahu dengan koagulan jeruk nipis (tidak diuji perbandingan antara 1:2 dan 1:3 karena sifat organoleptik yang dihasilkan tidak jauh berbeda) nilai rata-rata uji hedonik rasanya sebesar 2,9 yang berarti netral. Pada sampel tahu dengan koagulan belimbing wuluh nilai rata-rata uji hedonik rasanya sebesar 3,0 yang berarti netral. Sedangkan pada sampel tahu dengan koagulan chitosan nilai rata-rata uji hedonik rasanya sebesar 2,5 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara tidak suka sampai netral. Hal ini berarti bahwa semua rasa dari keempat variabel tahu ini cenderung dapat diterima oleh semua panelis.

Kisaran nilai rata-rata uji hedonik rasa yang semakin menurun mulai dari tahu komersial (CaSO_4), tahu dengan koagulan belimbing wuluh, jeruk nipis sampai dengan koagulan chitosan menandakan ada keterkaitannya dengan konsentrasi asam koagulan yang semakin meningkat mulai dari CaSO_4 hingga chitosan yang paling tinggi. Rasa asam yang terkandung dalam tahu menjadi salah satu alasan menurunnya nilai uji hedonik rasa pada sampel.

Peranan aroma dalam suatu produk pangan sangat penting karena turut menentukan daya terima konsumen terhadap produk tersebut. Aroma tidak hanya ditentukan oleh suatu komponen, tetapi merupakan perpaduan dari bahan-bahan pembentuknya. Tabel 4 menunjukkan bahwa pada sampel tahu komersial (CaSO_4) mempunyai nilai rata-rata hedonik aroma sebesar 4,2 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara suka sampai sangat suka. Pada sampel tahu dengan koagulan jeruk nipis (tidak diuji perbandingan antara 1:2 dan 1:3 karena sifat organoleptik yang dihasilkan tidak jauh berbeda) nilai rata-rata uji hedonik aromanya sebesar 3,6 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara netral sampai suka. Pada sampel tahu dengan koagulan belimbing wuluh nilai rata-rata uji hedonik aromanya sebesar 3,1 yang berarti netral. Sedangkan pada sampel tahu dengan koagulan chitosan nilai rata-rata uji hedonik aromanya sebesar 3,8 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara netral sampai suka. Hal ini berarti bahwa semua rasa dari keempat variabel tahu ini cenderung dapat diterima oleh semua panelis.

Nilai rata-rata uji hedonik aroma yang semakin menurun mulai dari tahu komersial (CaSO_4), tahu dengan koagulan belimbing wuluh, jeruk nipis sampai dengan koagulan chitosan menunjukkan ada kaitannya dengan konsentrasi asam koagulan yang

semakin meningkat. Rasa asam yang terkandung dalam tahu menjadi salah satu alasan menurunnya nilai uji hedonik aroma pada sampel.

Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat tergantung pada beberapa faktor, di antaranya cita rasa, warna, tekstur, dan nilai gizinya. Tetapi sebelum faktor-faktor lain dipertimbangkan, secara visual, faktor warna akan sangat menentukan. Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada sampel tahu komersial (CaSO_4) nilai rata-rata hedonik warnanya sebesar 2,0 yang berarti tidak suka. Pada sampel tahu dengan koagulan jeruk nipis (tidak diuji perbandingan antara 1:2 dan 1:3 karena sifat organoleptik yang dihasilkan tidak jauh berbeda) nilai rata-rata uji hedonik aromanya sebesar 3,7 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara netral sampai suka. Pada sampel tahu dengan koagulan belimbing wuluh nilai rata-rata uji hedonik aromanya sebesar 3,8 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara netral sampai suka. Sedangkan pada sampel tahu dengan koagulan chitosan nilai rata-rata uji hedonik aromanya sebesar 3,5 yang berarti panelis menyatakan tingkat kesukaannya antara netral sampai suka. Hal ini berarti bahwa semua rasa dari keempat variabel tahu ini cenderung dapat diterima oleh semua panelis.

Nilai rata-rata uji hedonik warna yang semakin menurun mulai dari tahu dengan koagulan chitosan, jeruk nipis, belimbing wuluh, sampai dengan tahu komersial (CaSO_4). Hal ini menandakan ada keterkaitannya dengan konsentrasi asam koagulan yang semakin menurun. Konsentrasi asam akan menghambat proses oksidasi dan tumbuh kembangnya mikroorganisme di dalam tahu sehingga dapat menghasilkan warna abu-abu kehitaman, Semakin besar konsentrasi asam dalam koagulan tahu maka kerusakan warna akibat hal tersebut akan dicegah, sehingga penilaian uji hedonik warna panelis terhadap tahu akan semakin meningkat pada tahu dengan konsentrasi koagulan asam yang meningkat.

4. KESIMPULAN

Produk tahu dapat diperoleh dari susu kedelai dengan penambahan koagulan alami belimbing wuluh, jeruk nipis dan chitosan. Penggunaan koagulan komersial CaSO_4 secara keseluruhan menghasilkan yield yang lebih rendah dibandingkan dengan koagulan alami. Kadar protein pada tahu yang dihasilkan berkisar antara 9,6% sampai 14,17%. Tahu dengan koagulan chitosan 1% w/v

dalam 2% asam asetat memiliki kadar protein paling tinggi (14,17%) diikuti oleh Chitosan 0,5% w/v (12,74%) dan kadar protein yang paling rendah dimiliki oleh tahu komersial dengan koagulan CaSO_4 (9,6%). Penggunaan koagulan yang bersifat asam akan menghasilkan tahu dengan kadar air yang lebih tinggi. Selain itu, penggunaan koagulan yang bersifat asam juga berpengaruh terhadap tekstur tahu yang diperoleh.

Tahu dengan koagulan chitosan memiliki sifat *hardness* paling tinggi, diikuti oleh tahu dengan koagulan CaSO_4 dan sifat *hardness* yang paling rendah dimiliki oleh tahu dengan koagulan belimbing wuluh. Uji sensorik terhadap produk tahu menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai sampel tahu dengan tingkat keasaman yang lebih rendah dalam penilaian rasa dan aroma, sedangkan untuk penilaian warna, panelis lebih menyukai sampel tahu dengan konsentrasi asam yang lebih tinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chang, K. L. B., Lin, Y-S., Chen, R-H., 2003. The Effect of Chitosan on the Gel Properties of Tofu (Soybean Curd). *Journal of Food Engineering*, 57, pp. 315–319.
- Fasoyiro, S.B., 2014. Physical, Chemical and Sensory Qualities of Roselle Water Extract-coagulated Tofu Compared with Tofu from Two Natural Coagulants. *Nigerian Food Journal.*, 32(1), pp. 97 – 102.
- Guo, J., and Yang, X-Q., 2015. *Texture modification of soy-based products*. In: Chen and Rosenthal, A. (Eds.), *Modifying Food Texture, Volume 1: Novel Ingredients and Processing Techniques*, Elsevier, London, pp. 237-255.
- Hawab, H.M., 2006. Toksikitas dan Kendala Penggunaan Kitin dan Kitosan pada Bahan Makanan dan Makanan. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Kitin-Kitosan 2006*. DTHP. IPB.
- Hui, L. K., Easa, A. M., Ismail, N., 2000. Effect of Thermal Treatment on Texture of Soy Protein Isolate Tofu. *Journal of Food Processing and Preservation*, 24, pp. 275-286.
- Kao, F.-J., Su, N.-W., Lee, M.-H., 2003. Effect of Calcium Sulfate Concentration in Soymilk on the Microstructure of Firm Tofu and the Protein Constitutions in Tofu Whey. *Journal*

- of Agricultural and Food Chemistry*, 51, pp. 6211–6216.
- Kim, M. and Han, J-S., 2002. Evaluation of Physico-chemical Characteristics and Microstructure of Tofu Containing High Viscosity Chitosan. *International Journal of Food Science Technoogy*, 37, pp. 277-283.
- Kim, Y.S., Choi, Y. M., Noh, D. O., Cho, S. Y., Suh, H. J., 2007. The Effect of Oyster Shell Powder on the Extension of the Shelf Life of Tofu. *Food Chemistry*. 103, pp. 155–160.
- Kohyama, K., Sano, Y., Doi, E., 1995. Rheological Characteristics and Gelation Mechanism of Tofu (Soybean Curd). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, pp. 1808-1812.
- Lee, C.-Y., and Kuo, M.-I., 2011. Effect of γ -polyglutamate on the Rheological Properties and Microstructure of Tofu. *Food Hydrocolloid*. 25, pp.1034–1040.
- Li, M., Chen, F., Yang, B., Lai, S., Yang, H., et al., 2015. Preparation of Organic Tofu using Organic Compatible Magnesium Chloride Incorporated with Polysaccharide Coagulants. *Food Chemistry*, 167, pp.168–174.
- Nishinari, K., Fang, Y., Guo, S., Phillips, G. O., 2014. Soy Proteins: A Review on Composition, Aggregation and Emulsification. *Food Hydrocolloid*, 39, pp.301-318.
- Prabhakaran, M. P., Perera, C. O., Valiyaveetil, S., 2006. Effect of Different Coagulants on the Isoflavone Levels and Physical Properties of Prepared Firm Tofu. *Food Chemistry*. 99, pp.492–499.
- Rekha, C. R., and Vijayalakshmi, G., 2010. Influence of Natural Coagulants on Isoflavones and Antioxidant Activity of Tofu. *Journal of Food Science and Technology*, 47(4), pp.387-393.
- Ringgenberg, E., Alexander, M., Corredig, M., 2013. Effect of Concentration and Incubation Temperature on the Acid Induced Aggregation of Soymilk. *Food Hydrocolloid*. 30, pp. 463–469.
- Sanjay, K. R., Subramanian, R., Senthil, A., Vijayalakshmi, G., 2008. Use of Natural Coagulants of Plant Origin in Production of Soycurd (Tofu). *International Journal of Food Engineering*, 1(1), pp. 1-13.
- Sarani, R., Mohtadi, J. and Jafar, M. A., 2014. The effect of Withania coagulans as a coagulant on the quality and sensorial properties of Tofu. *African Journal of Food Science*, 8(3), pp. 112-115.
- Sidar, A., Utami, I. S., Rahayu, S., Rahayu, E. S., 2011. Tofu Characterization Using Acid and Salt Coagulants in Industrial Scale. In: *Proceeding of the 3rd Int. Conf. of Indonesian Society for Lactic Acid Bacteria: Better Life with Lactic Acid Bacteria: Exploring Novel Functions of Lactic Acid Bacteria*, Jogjakarta, Indonesia, P31-1-P31-11.
- Tungtong, S., Okonogi, S., Chowwanapoonpohn, S., Phutdhawong, W., Yotsawimonwat, S., 2012. Solubility, Viscosity and Rheological Properties of Water-soluble Chitosan Derivatives, *Maejo International Journal of Science and Technology*, 6, pp. 315-322.
- Zhang, Q., Li, W., Feng, M., Dong, M., 2013. Effects of different coagulants on coagulation behavior of acid-induced soymilk, *Food Hydrocolloid*, 33, pp. 106-110.