

PERAN JENIS DAN KONSENTRASI KOAGULAN PADA KARAKTERISTIK TAHU DAN TINGKAT PENERIMAAN KONSUMEN

(Role of different coagulants and concentrations on tofu characteristics and consumer acceptance)

Anna Ingani Widjajaseputra^{a*}, T. E. W. Widyastuti^a, M. M. Suprijono^a dan C. Yayuk Trisnawati^a

^aFakultas Teknologi Pertanian, Unika Widya Mandala Surabaya, Indonesia

*Penulis korespondensi
Email: inga9456@yahoo.com

ABSTRACT

The supply of soybean varieties with certain specification is still a problem for the tofu industry, so it needs to be resolved, one of which is the selection of capable coagulant. This research aimed to study the effect of different of coagulants (CaSO_4 , CaCl_2 , and MgCl_2) and the concentration [0.4 % (w/v) and 0.5 % (w/v)] to the characteristics of fresh tofu and its consumer acceptance. The tofu characteristics especially water holding capacity and gel strength could determine the tofu yield and texture parameters. Based on the research result, it showed that different types of coagulant have specific characteristics such as rate of coagulation and water entrapment capacity. Coagulant concentration of 0.5 % on all types of salt coagulant was used in this study showed the effect of decreasing the water holding capacity of the curd. Salt concentration of 0.5 % provided more formed cross-link so that the structure to be too compact. Higher protein content was obtained at concentration of 0.5 % for the same type of coagulant, but it was not followed by significant difference of texture. Based on sensory evaluation data, it can be concluded that CaSO_4 0.4 % produced the most preferred product. The usage of MgCl_2 0.4% can be recommended beside of CaSO_4 0.4 %.

Keywords: concentrations of coagulant, consumer acceptance, protein content, types of coagulant, water holding capacity

ABSTRAK

Industri tahu seringkali menghadapi masalah fluktuasi ketersediaan varietas bahan baku kedelai sehingga perlu antisipasi agar kualitas tahu yang dihasilkan tetap terjaga. Berhubung spesifikasi proses biasanya sudah ditetapkan, maka untuk mengantisipasi kelangkaan bahan baku yang sesuai maka perlu dilakukan kajian peran berbagai jenis dan konsentrasi koagulan dalam membentuk *fresh tofu*. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh jenis koagulan (CaSO_4 , CaCl_2 , dan MgCl_2) dan konsentrasinya [0,4% (b/v) dan 0,5% (b/v)] terhadap karakteristik tahu yaitu kapasitas pengikatan air, tekstur dan daya penerimaan *fresh tofu*. Desain penelitian yang digunakan adalah faktorial tersarang dengan rancangan acak kelompok dan tiga kali pengulangan. Konsentrasi koagulan garam 0,5 % pada semua jenis koagulan garam yang digunakan pada penelitian ini menunjukkan efek penurunan kapasitas pengikatan air dari *curd* tahu yang terbentuk. Hal tersebut disebabkan pada konsentrasi garam 0,5% lebih banyak ikatan silang yang terbentuk dan struktur menjadi lebih rapat sehingga kemampuan pemerangkapan air menjadi menurun. Kadar protein tahu yang diperoleh lebih tinggi pada konsentrasi 0,5% dengan jenis koagulan yang sama, dibanding pada konsentrasi 0,4% namun tidak diikuti oleh perbedaan tekstur yang nyata. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal yaitu: koagulan CaSO_4 0,4%

menghasilkan produk yang paling disukai konsumen serta jenis koagulan garam dan konsentrasi yang dapat direkomendasikan selain CaSO_4 0,4% adalah koagulan MgCl_2 0,4%.

Kata Kunci: daya penerimaan konsumen, jenis koagulan, kadar protein, kapasitas pengikatan air, konsentrasi koagulan

PENDAHULUAN

Tahu adalah salah satu bentuk olahan kedelai selain tempe yang sangat populer pada masyarakat Indonesia. Masyarakat Indonesia memanfaatkan tahu sebagai salah satu sumber protein nabati dengan harga yang relatif terjangkau. Secara umum kedelai yang digunakan untuk pembuatan tahu adalah kedelai kuning, dengan ciri-ciri: ukuran biji besar (>20 g/100 g), bagian luar biji dan kotiledon berwarna kuning, kulit ari tipis tetapi sangat kuat sehingga tidak mudah dilepaskan atau berubah warna. Produk tahu sebenarnya dapat dibedakan menjadi tahu segar (*fresh tofu*) dan tahu olahan. Tahu yang dikenal masyarakat Indonesia juga bermacam-macam, seperti tahu putih, tahu kuning, tahu sutera, tahu pong, tahu susu, dan tahu air atau tawa. Tahu juga bisa dibuat dari kacang tanah yang disukai di negara-negara Barat pada beberapa tahun terakhir ini karena nilai gizinya tinggi, tekstur disukai, dan memiliki flavor yang unik (Guo *et al.*, 2018). Tahu berbahan baku kedelai merupakan hasil proses koagulasi protein pada susu kedelai dengan penambahan senyawa koagulan setelah sebelumnya *slurry* kedelai dipanaskan untuk memperoleh hasil ekstraksi yang maksimal (Murdia dan Wadhvani, 2010). Karakteristik tahu dipengaruhi oleh variasi proses pembuatan tahu seperti proses penyiapan susu kedelai, proses koagulasi, dan besar tekanan serta lamanya waktu pengepresan. Variabel yang dapat berpengaruh saat penyiapan susu kedelai meliputi suhu pengolahan, total padatan terlarut, volume, dan tingkat keasaman susu kedelai; sedangkan pada proses koagulasi mencakup variabel jenis dan konsentrasi koagulan, serta waktu proses koagulasi.

Dalam skala industri, konsistensi kualitas tahu menjadi faktor penting. Selama

ini tahu dibuat dari bermacam-macam varietas kedelai yang tersedia dengan kualitas yang bervariasi; berarti ada peluang komposisi kimiawinya berbeda-beda pula. Jenis dan konsentrasi koagulan serta waktu koagulasi merupakan *critical control point* pada proses pengolahan tahu, yang akan menjadi penentu tekstur, rasa, flavor, dan *yield* tahu. Komposisi kedelai bervariasi sesuai kultivar, lokasi geografis, waktu tanam dan panen, serta kondisi penyimpanan. Protein kedelai dapat digolongkan sebagai albumin (10%) yang terekstrak dalam air, dan globulin (90%) yang terekstrak dalam larutan garam. Agregasi globulin kedelai dapat terjadi selama pemanasan pada kondisi pH netral. Ukuran agregat akan meningkat jika pemanasan semakin lama, sedangkan laju pertumbuhannya terjadi di atas suhu 85°C (Chen *et al.*, 2016).

Curd tahu sebenarnya adalah matriks gel dari protein kedelai yang memerangkap air, lipid, dan komponen kimiawi lainnya dari kedelai. Sifat hasil koagulasi (*curd*) tersebut yang menentukan tekstur tahu yang dihasilkan. Ikatan silang antara ion-ion kalsium dan magnesium pada koagulan dan kelompok anion dari molekul protein juga berperan pada proses koagulasi. Zheng *et al.* (2020) menyebut mekanisme pembentukan gel yang diinduksi oleh garam; khususnya kalsium sulfat (CaSO_4), kalsium klorida (CaCl_2) dan magnesium klorida (MgCl_2); sebagai teori *cationic salt bridge*. Penggunaan koagulan asam seperti asam asetat juga digunakan di Indonesia, dengan mekanisme penggumpalan yang berbeda yaitu melalui *isoelectric precipitation*, di samping terjadi interaksi dari *intermolecular hydrophobicity*, ikatan Hidrogen dan gaya *Van der Waals* (Cao *et al.*, 2017). Kekuatan gel dan kemampuan pemerangkapan air dari koagulum tersebut akan mempengaruhi

proses pembentukan tekstur dan akhirnya akan menentukan tekstur tahu yang dihasilkan.

Prinsip pengolahan tahu terdiri dari: pembuatan susu kedelai, penambahan koagulan untuk menghasilkan koagulum, dan pencetakan tahu. Proses pengolahan susu kedelai dapat menggunakan cara tradisional atau dengan menggunakan alat *soymilk maker*. Prinsip pengolahan susu kedelai adalah: 1) perendaman biji kedelai dalam air untuk menghilangkan zat anti gizi yang larut air dan sekaligus melunakkan dan mengembangkan biji kedelai, 2) perebusan biji kedelai dalam air untuk kembali menghilangkan zat anti gizi yang tidak tahan panas, melepaskan kulit ari, dan mendenaturasi protein kedelai. Sebelum direbus, biji hasil perendaman harus dicuci sampai benar-benar bersih, 3) perendaman kembali biji ke dalam air lebih ditujukan untuk melepaskan kulit biji kedelai yang masih menempel, 4) penggilingan bertujuan untuk mengekstraksi komponen kimiawi kedelai, terutama protein, dengan cara menghancurkan jaringan dan sel kedelai, 5) penyaringan bertujuan untuk memisahkan ampas kedelai, sehingga diperoleh susu kedelai yang siap dikoagulasi.

Koagulasi protein dalam susu kedelai akan menghasilkan matriks gel *curd* yang kemudian akan menjadi tahu jika dipres/dicetak. Pembentukan gel oleh protein globular, seperti protein kedelai, merupakan proses yang kompleks yang melibatkan beberapa reaksi seperti denaturasi, disosiasi-assosiasi, dan agregasi. Matriks yang terbentuk akibat pembentukan gel oleh protein globular dapat memiliki struktur yang berbeda. Tipe gel yang terbentuk tergantung pada kondisi selama pembentukan gel. Menurut Wang *et al.* (2019a), waktu inkubasi dan laju gelasi merupakan dasar penentu sifat gel. Peningkatan salah satu faktor penentu tersebut akan menghasilkan gel dengan tekstur yang lebih keras, tetapi kehalusan jaringan, kapasitas menahan air dan ketahanan terhadap deformasi menurun. Umumnya protein dapat terkoagulasi oleh panas, asam (asam asetat, asam sitrat,

asam laktat, glucuno- δ -lactone/ GDL), dan garam (CaCl_2 , CaSO_4 , MgCl_2 , MgSO_4).

CaSO_4 yang dikenal sebagai batu tahu merupakan koagulan yang banyak dipergunakan pada metoda penggumpalan tradisional industri tahu di Indonesia. Pada praktek pembuatan tahu secara tradisional, penentuan konsentrasi batu tahu sering hanya didasarkan pada perkiraan saja, yaitu dengan mengencerkan dalam air secukupnya lalu ditambahkan ke dalam susu kedelai sampai menggumpal baru kemudian penggunaan batu tahu dihentikan. Kapasitas pemerangkapan air akan menentukan tekstur dan *yield* tahu, maupun sifat sensorisnya, namun pola pemerangkapan air oleh protein dan kaitannya dengan pembentukan tekstur belum banyak diketahui. Korelasi dengan daya penerimaan tahu juga masih perlu dipelajari. Oleh karena itu karakteristik pemerangkapan air dalam *curd tofu* yang dibuat dengan beberapa jenis dan konsentrasi koagulan yang biasa digunakan serta pengaruhnya terhadap tekstur dan daya penerimaan *fresh tofu* perlu diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh jenis koagulan (CaSO_4 , CaCl_2 , dan MgCl_2) dan konsentrasinya [0,4% (b/v) dan 0,5% (b/v)] terhadap kapasitas pengikatan air, tekstur dan daya penerimaan *fresh tofu*. Pemerangkapan air dalam matriks gel yang terbentuk dihubungkan dengan kadar air dan pembentukan tekstur yang diamati dari profil tekstur (hasil *texture analysis*).

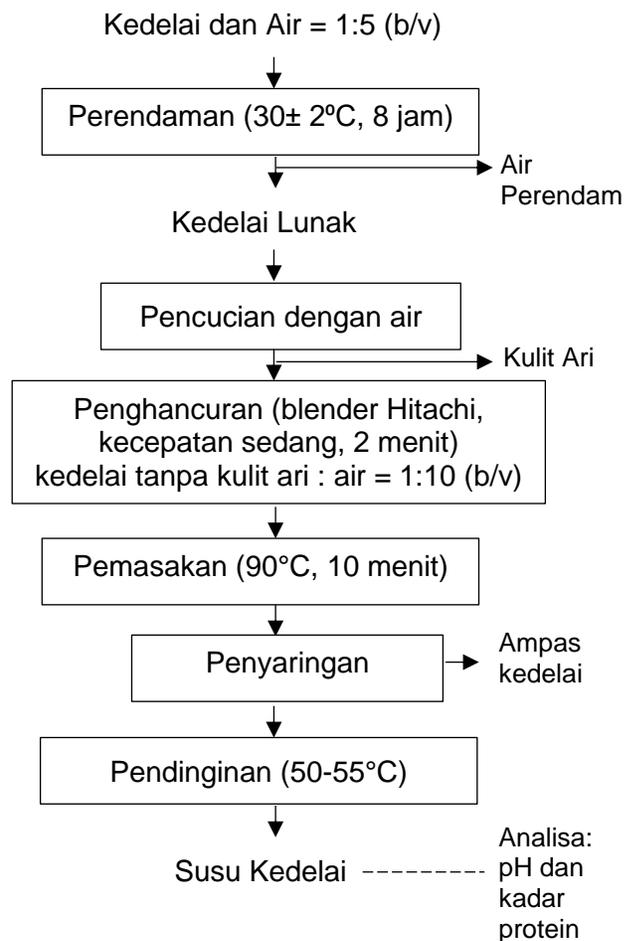
BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan adalah kedelai putih lokal, dan air minum dalam kemasan galon merek AQUA yang diperoleh dari pasar swalayan di sekitar Surabaya. Bahan analisa terdiri dari akuades, koagulan komersial untuk tahu (CaSO_4 , CaCl_2 , dan MgCl_2), NaOH pa. (Merck, Jerman), HCl pa. (Merck, Jerman), H_2SO_4 pa. (Merck, Jerman), $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Riedel-de Haen), tablet Kjeldahl (Merck KgaA), serbuk Zn (Merck KgaA), indikator pp dan MR-MB.

Pembuatan Susu Kedelai

Tahapan pembuatan susu kedelai seperti ditunjukkan pada diagram alir (Gambar 1). Metode pembuatan susu kedelai tersebut merupakan modifikasi dari Murdia dan Wadhvani (2010). Tahapan pembuatan susu kedelai meliputi perendaman kedelai, pencucian yang sekaligus bertujuan untuk memisahkan kulit ari, penghancuran untuk mendapatkan bubur kedelai, pemanasan, serta penyaringan untuk memisahkan ampas kedelai dan mendapatkan susu kedelai.

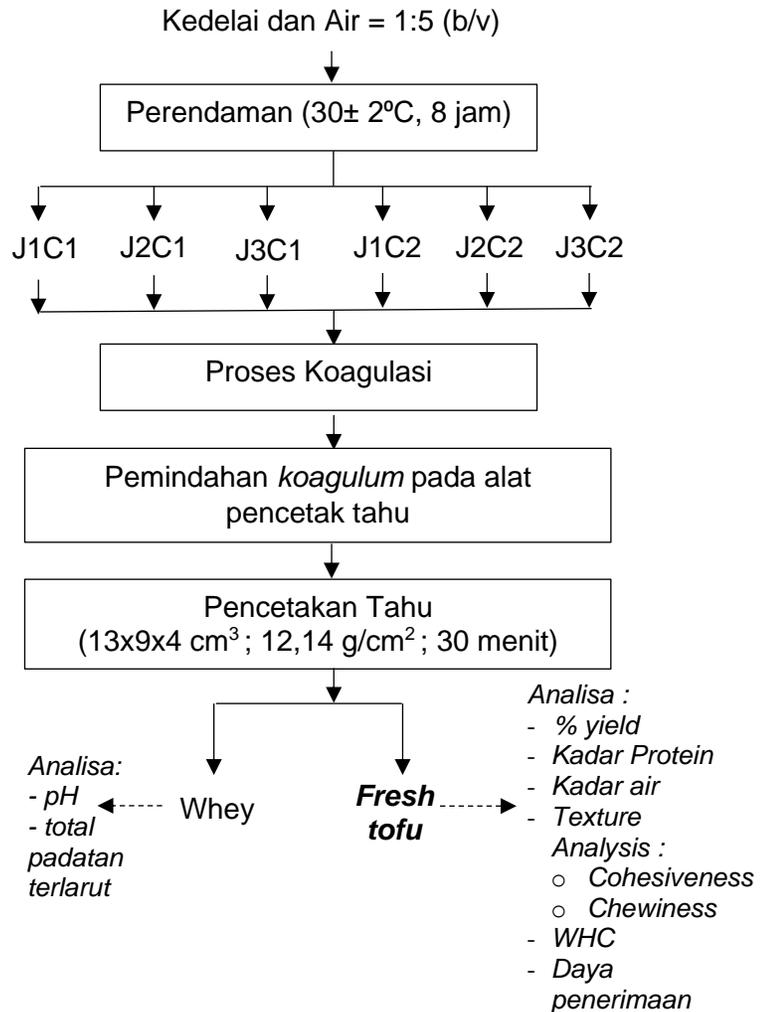


Gambar 1. Diagram alir pembuatan susu kedelai

Pembuatan Tahu

Tahap pembuatan tahu mengacu pada metode Murdia dan Wadhvani (2010) seperti yang terlihat pada Gambar 2. Pembuatan tahu meliputi penambahan koagulan sesuai

perlakuan, koagulasi, pemindahan koagulum ke dalam cetakan, dan pencetakan hingga diperoleh *fresh tofu*.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan tahu

Metode dan Analisis Statistik

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Desain Faktorial Tersarang dengan Rancangan Acak Kelompok. Faktor yang diteliti yaitu jenis koagulan (J) sebagai sarang dan konsentrasi koagulan (C) sebagai faktor yang tersarang. Faktor jenis koagulan (J) terdiri dari tiga (3) taraf faktor, yaitu CaSO_4 (J1), CaCl_2 (J2), dan MgCl_2 (J3), sedangkan konsentrasi koagulan terdiri dari 2 taraf faktor, yaitu C1 dan C2, berturut-turut 0,4% (b/v) dan 0,5% (b/v). Penelitian diulang tiga (3) kali. Respon

(variabel tergantung) yang diukur dan diamati meliputi sifat fisikokimiawi, yaitu: kadar air (Metode AACC No. 44-31); kadar protein (Metode Kjeldahl); *Water Holding Capacity* (WHC); tekstur (*cohesiveness* dan *chewiness*) dengan *texture analyzer TA-XT Plus* dan *cylinder probe 5 mm/P5 (Stable Mycro System)*, serta daya penerimaan tahu yang dihasilkan, yaitu menggunakan uji kesukaan terhadap tahu dengan skala nilai 1-7 dan jumlah panelis 35 orang.

Data yang diperoleh dianalisa dengan ANAVA pada $\alpha=0,05$ untuk mengetahui pengaruh faktor perlakuan terhadap respon (*Statistical Analysis System, version 6.03, SAS Institute, Inc., 1985*). Jika hasil ANAVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, maka analisa lebih lanjut dilakukan dengan Uji *Least Significant Different* (LSD) pada $\alpha= 0,05$. Khusus untuk uji kesukaan menggunakan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada $\alpha= 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisikokimia Produk

Kapasitas pengikatan air merupakan sifat fisikokimia yang penting dalam menentukan kualitas tahu. Oleh karena itu, dalam penelitian ini kapasitas pengikatan air menjadi fokus kajian yang didukung oleh data kadar protein dan kadar air. Variabel-variabel tersebut menentukan profil tekstur dan daya penerimaan tahu yang dihasilkan. Hasil pengamatan WHC dan kadar protein tahu pada Tabel 1 menunjukkan jenis koagulan tidak berpengaruh nyata terhadap WHC dan kadar protein, namun konsentrasi koagulan dalam tiap sarang (jenis koagulan) berpengaruh nyata. Pada perlakuan semua koagulan yang digunakan yaitu CaSO_4 , CaCl_2 , dan MgCl_2 dengan konsentrasi 0,4% menghasilkan produk tahu dengan WHC lebih tinggi dan kadar protein yang lebih rendah dibanding pada konsentrasi koagulan 0,5%, meskipun data kadar air tahu pada semua perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 1).

Konsentrasi koagulan garam 0,5 % pada semua jenis koagulan garam yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan efek penurunan kapasitas pengikatan air dari *curd* tahu yang terbentuk dibandingkan penggunaan koagulan garam dengan konsentrasi 0,4%, seperti terlihat pada Tabel 1. Hal tersebut disebabkan pada konsentrasi garam 0,5% menyebabkan lebih banyak ikatan silang yang terbentuk dan mengakibatkan struktur menjadi terlalu kompak sehingga terjadi penurunan kemampuan pemerangkapan air. Dengan demikian, jika diinginkan jaringan yang seragam dan kontinu maka perlu digunakan konsentrasi koagulan yang optimum.

Pada konsentrasi 0,5% untuk jenis koagulan yang sama, kadar protein tahu yang diperoleh lebih tinggi dibanding pada konsentrasi 0,4% (Tabel 1). Hal ini menunjukkan penggunaan garam pada konsentrasi tersebut menghasilkan pemerangkapan protein yang lebih tinggi. Jika dikaitkan dengan kapasitas pengikatan air, maka ternyata kadar protein yang tinggi tidak meningkatkan WHC dan tidak berkorelasi langsung dengan kadar air. Kapasitas pengikatan air lebih ditentukan oleh jumlah air yang terperangkap pada saat struktur jejaring matriks *curd* terbentuk akibat koagulasi dan agregasi protein. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Wang *et al.* (2017), yaitu bahwa peningkatan WHC berkorelasi dengan peningkatan ukuran dan kandungan protein yang teragregasi. WHC diukur pada kondisi struktur tahu masih utuh, sedangkan kadar air diukur dengan menghancurkan struktur tahu. Jumlah air yang teruapkan pada pengukuran WHC lebih sedikit dibandingkan pada pengukuran kadar air, sebab masih terhalang secara fisik oleh struktur gel yang ada.

Kelarutan protein akan menentukan jumlah protein yang dapat diekstraksi sebelum proses koagulasi oleh koagulan, sedangkan rasio 7S/11S menentukan kekuatan gel yang terbentuk dalam memerangkap air. Pada penelitian ini, kadar protein susu kedelai yang dihasilkan

Tabel 1. *WHC*, kadar protein, dan kadar air tahu dengan variasi jenis dan konsentrasi koagulan

Perlakuan	<i>WHC</i> (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Air (%)	
CaSO ₄	0,4%	80,41 ± 1,41 ^b	7,98 ± 0,30 ^a	82,41 ± 3,83
	0,5%	72,23 ± 0,18 ^a	9,55 ± 0,08 ^b	83,84 ± 0,63
CaCl ₂	0,4%	78,69 ± 0,25 ^b	6,65 ± 0,68 ^a	83,37 ± 0,23
	0,5%	72,44 ± 1,35 ^a	8,60 ± 0,09 ^b	84,00 ± 1,04
MgCl ₂	0,4%	71,81 ± 0,57 ^b	9,03 ± 0,72 ^a	84,46 ± 0,08
	0,5%	66,85 ± 1,19 ^a	10,96 ± 0,34 ^b	86,05 ± 1,32

Keterangan: rerata ± SD dengan notasi berbeda dalam tiap jenis koagulan berarti berbeda nyata berdasar Uji LSD ($\alpha = 0,05$)

sekitar 1,22-1,38 % dengan pH 6,28-6,71. Menurut Murekatete *et al.* (2014), titik isoelektrik (pI) 11S globulin adalah 6,4. Oleh karena itu, produk tahu yang dihasilkan cukup kokoh karena komposisi fraksi 11S globulin dominan berdasarkan pH susu kedelai yang berada di sekitar titik isoelektris 11S globulin. Fraksi 11S globulin mengandung lebih banyak gugus thiol dibanding 7S, dan denaturasi 11S globulin disertai dengan kerusakan struktur sekunder dan tertier protein, yang akan lebih mengekspos gugus sulfhidril yang akan berpartisipasi dalam pembentukan ikatan disulfida (Zhao *et al.*, 2016). Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Wang *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa protein dengan fraksi 11S dan rasio 11S terhadap 7S berkorelasi positif dengan kekerasan gel yang diinduksi oleh CaSO₄. Fraksi β -conglycinin (7S) dan glycinin (11S) juga terdeteksi bersama isoflavon pada susu kedelai yang dikoagulasi oleh kalsium klorida (Hsiao *et al.*, 2015).

Proses koagulasi dengan CaCl₂ berlangsung lebih cepat daripada dengan CaSO₄. Namun demikian, garam-garam koagulan yang mengandung kalsium (Ca) memiliki efek koagulasi yang relatif lambat dibanding koagulan garam yang mengandung magnesium (Mg). Proses koagulasi yang relatif lebih lambat berakibat kapasitas pengikatan air dari *curd* tahu yang terbentuk dengan koagulan garam kalsium cenderung lebih besar. CaSO₄ juga menghasilkan mikrostruktur tahu yang lebih seragam dan kontinyu dibanding jenis

koagulan yang lain, sehingga menghasilkan % *yield*, total padatan, dan protein terkoagulasi yang lebih maksimal, serta kemampuan mempertahankan air yang relatif tinggi (Wang *et al.*, 2019a).

Jika dibandingkan dengan garam kalsium, garam magnesium dengan ion Mg²⁺ bersifat mudah larut dalam susu kedelai dan menghasilkan pembentukan *curd* lebih cepat tetapi menghasilkan tahu dengan kapasitas penahanan air yang rendah, serta struktur yang kasar. Fenomena tersebut didukung hasil penelitian Zuo *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa penggunaan koagulan MgCl₂ menghasilkan struktur jaringan gel tahu yang kompak tapi tidak seragam dan *block-like* berdasarkan pengamatan hasil *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hal ini dapat disebabkan kekuatan jaringan gel yang terbentuk oleh koagulan garam magnesium bersifat lemah. Lokasi ikatan silang dalam molekul-molekul protein dapat berbeda antara kalsium dan magnesium. Jaringan gel protein yang terbentuk oleh koagulan magnesium lebih longgar. Berbagai penelitian terkait penggunaan garam magnesium diarahkan pada berbagai cara untuk mengurangi kecepatan pembentukan *curd*, sehingga dapat dihasilkan tekstur yang lebih kokoh dan meningkatkan *yield* (Li *et al.*, 2015 dan Zhu *et al.*, 2016). Selain itu, adanya ion Mg²⁺ dalam konsentrasi rendah justru dapat membantu dalam pembentukan agregat protein yang kompak dan memfasilitasi homogenitas gel dan resistensi terhadap deformasi jika dikombinasikan dengan

Tabel 2. Profil tekstur tahu (*fresh tofu*) dengan variasi jenis dan konsentrasi koagulan

Perlakuan	Tekstur	
	<i>Cohesiveness</i>	<i>Chewiness (g)</i>
CaSO ₄ 0,4%	0,409 ± 0,006	425,080 ± 2,019
CaSO ₄ 0,5%	0,398 ± 0,041	357,689 ± 90,731
CaCl ₂ 0,4%	0,415 ± 0,009	750,129 ± 0,022
CaCl ₂ 0,5%	0,421 ± 0,008	358,000 ± 36,874
MgCl ₂ 0,4%	0,394 ± 0,000	563,214 ± 20,897
MgCl ₂ 0,5%	0,384 ± 0,044	343,101 ± 15,831

penggunaan koagulan CaSO₄ (Wang *et al.*, 2019b).

Tekstur dan Daya Penerimaan Tahu

Parameter tekstur yang datanya yang datanya cukup *reliable* pada penelitian ini terdiri dari sifat kohesifitas (*Cohesiveness*) dan kemudahan dikunyah (*Chewiness*). *Cohesiveness* pada penentuan dengan alat *texture analyzer* merupakan luas area deformasi sampel sebelum hancur; yang sangat dipengaruhi oleh kekuatan internal dalam sampel; dan *chewiness* adalah daya yang dibutuhkan untuk mengunyah (menghancurkan) sampel padat menjadi ukuran yang siap untuk ditelan. Berdasarkan data yang diperoleh terlihat tekstur *curd* yang terbentuk kurang menunjukkan pola yang spesifik (Tabel 2). Hal tersebut sejalan dengan hasil kadar air dan WHC yang tidak terpengaruh oleh jenis dan konsentrasi koagulan yang diteliti.

Tabel 3. Daya penerimaan tahu (*fresh tofu*) dengan variasi jenis dan konsentrasi koagulan

Perlakuan	Nilai Kesukaan
CaSO ₄ 0,4%	5,06 ^c
CaSO ₄ 0,5%	3,89 ^b
CaCl ₂ 0,4%	3,49 ^{ab}
CaCl ₂ 0,5%	2,83 ^a
MgCl ₂ 0,4%	4,34 ^c
MgCl ₂ 0,5%	2,97 ^a

Keterangan: nilai yang diikuti notasi yang berbeda berarti berbeda nyata menurut Uji LSD (α 0,05)

Hasil Uji Sensoris yang merupakan uji kesukaan oleh 35 orang panelis seperti terlihat pada Tabel 3 menunjukkan panelis paling menyukai produk tahu dengan koagulan CaSO₄ 0,4% dibanding yang lain meskipun respon rasa suka ini tidak beda nyata jika dibandingkan terhadap produk dengan koagulan MgCl₂ 0,4%. Tingkat kesukaan yang diberikan panelis terhadap kedua produk tahu tersebut berturut-turut adalah 5,06 dan 4,34 (dari skala 1-7), yang berarti netral-cukup disukai, untuk produk dengan koagulan CaSO₄ 0,4% dan MgCl₂ 0,4%. Produk tahu yang paling disukai tersebut berada pada rentang menengah hasil pengukuran tekstur baik pada sifat kohesifitas (*Cohesiveness*) maupun kemudahan dikunyah (*Chewiness*). Produk tahu dengan koagulan CaCl₂ 0,4% dan 0,5% tidak disukai karena memiliki rasa pahit.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jenis koagulan yang menghasilkan karakteristik produk yang disukai konsumen adalah koagulan CaSO₄ 0,4%.
2. Jenis koagulan garam dan konsentrasi yang dapat dianjurkan disamping koagulan CaSO₄ 0,4% adalah koagulan MgCl₂ 0,4%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima-kasih atas kesempatan dapat terlaksananya penelitian ini dengan dana pengembangan Laboratorium Kimia-Biokimia Pangan dan

Gizi dan Laboratorium Pengendalian Mutu Pangan dan Pengujian Sensoris–Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- AACC International Approved Methods, 2000. Moisture and volatile matter in soyflours. In *Approved Methods of the AACC (Vol-II, 10th ed.)*. No. 44-31.01, page 44-31. <http://methods.aaccnet.org/summaries/44-31-01.aspx>
- Cao, F. H., Li, X. J., Luo, S. Z. Et al. 2017. Effects of organic acid coagulants on the physical properties of and chemical interactions in tofu. *LWT-Food Science and Technology*, 85, 58-65.
- Chen, N., Zhao, M., Chassenieux, C., and Nicolai, T. 2016. Thermal aggregation and gelation of soy globulin at neutral pH. *Food Hydrocolloids*, 61, pp 740-746. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.06.028>
- Guo, Y., Hu, H., Wang, Q., and Liu, H. 2018. A novel process for peanut tofu gel : its texture, microstructure and protein behavioral changes affected by processing conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 96, 140-146.
- Hsiao, Yu-Hsuan; Yu, Chia-Jung; Li, Wen-Tai and Hsieh, Jung-Feng. 2015. Coagulation of β -conglycinin, glycinin and isoflavones induced by calcium chloride in soymilk. *National Research Institute of Chinese Medicine: Scientific Reports* 5. <http://tair.nricm.edu.tw/handle/309000000E/704>
- Li, M., Chen, F.S., Yang, B., Lai, S.J., Yang, H.S., Liu, K.L., Bu, G.H., Fu, C., and Deng, Y. 2015. Preparation of organic tofu using organic compatible magnesium chloride incorporated with polysaccharide coagulants. *Food Chemistry*, 167, pp. 168–174.
- Murdia, L.K. and Wadhvani, R., 2010. Effect of processing parameters on texture and yield of tofu. *As. J. Food Ag-Ind.*, 3(02), pp. 232-241.
- Murekatete, N., Hua, Y., Chamba, M.V.M., Djakpo, O. and Zhang, C., 2014. Gelation behavior and rheological properties of salt-or acid-induced soy protein soft tofu-type gels. *Journal of Texture Studies*, 45, pp. 62-73. <http://doi.org/10.1111/jtxs.12052>.
- Wang, X., He, Z., Zeng, M., Qin, F., Adhikari, B., and Chen, J. 2017. Effects of the size and content of protein aggregates on the rheological and structural properties of soy protein isolate emulsion gels induced by CaSO₄. *Food Chemistry*, 221, pp. 130-138. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.019>
- Wang, X., Luo, K., Liu, S., Zeng, M., Adhikari, B., He, Z., and Chen, J. 2018. Textural and rheological properties of soy protein isolate tofu-type emulsion gels: influence of soybean variety and coagulant type. *Food Biophysics*, 13 (3), pp. 324-332. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11483-018-9538-3>
- Wang, R., Jin, X., Su, S., Lu, Y., and Guo, S. 2019a. Soymilk gelation: The determinant roles of incubation time and gelation rate. *Food Hydrocolloids*, 97, 105230. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.10.5230>
- Wang, X., Luo, K., Liu, S., Adhikari, B., and Chen, J. 2019b. Improvement of gelation properties of soy protein isolate emulsion induced by calcium cooperated with magnesium. *Journal of Food Engineering*, 244, pp. 32-39.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.09.025>

Zhao, H., Li, W. Qin, F. and Chen, J., 2016. Calcium sulphate-induced soya bean protein tofu-type gels: influence of denaturation and particle size. *Institute of Food Science and Technology*, 51(3), pp. 731-741.

<https://doi.org/10.1111/ijfs.13010>

Zheng, L., Regenstein, J.M., Teng, F., Li, Y. 2020. Tofu products: A review of their raw materials, processing conditions, and packaging. *Compr Rev Food Sci Food Saf.*, 19, 3683-3714.

<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12640>.

Zhu, Q., Wu, F., Saito, M., Tatsumi, E., and Yin, L. 2016. Effect of magnesium salt concentration in water-in-oil emulsions on the physical properties and microstructure of tofu. *Food Chemistry*, 201, pp. 197–204.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.01.065>

Zuo, F., Chen, Z., Shi, X., Wang, R. and Guo, S. 2016. Yield and textural properties of tofu as affected by soymilk coagulation prepared by a high-temperature pressure cooking process. *Food Chemistry*, 213, pp. 561-566.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.008>.