



Komparasi Jenis Koagulan dan Konsentrasinya Terhadap Karakteristik Curd Pada Pembuatan Keju Lunak Tanpa Pemeraman

Comparison of Coagulants and Concentrations on Curd Characteristics of Unripened Soft Cheese

Dyah Hesti Wardhani*, Bakti Jos, Abdullah, Suherman, dan Heri Cahyono

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Kampus Undip Tembalang Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang, Indonesia 50275

*E-mail: dhwardhani@che.undip.ac.id

Terima draft: 29 Oktober 2018; Terima draft revisi: 4 Desember 2018; Disetujui: 7 Desember 2018

Abstrak

Koagulasi adalah salah satu proses penting dalam pembuatan keju, dimana, curd akan terpisah dari whey susu. Koagulasi ini dapat menggunakan enzim rennet, asam, atau kombinasi keduanya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis agen koagulan terhadap yield, aktivitas enzim protease, dan tekstur curd pada pembuatan keju lunak. Agen koagulan yang digunakan yaitu asam asetat, asam sitrat, jeruk nipis, dan jeruk lemon yang dikombinasikan dengan enzim rennet. Proses diawali dengan susu yang dipasteurisasi dan dianalisa awal untuk mendapatkan kadar air, densitas, dan pH-nya. Konsentrasi koagulan yang ditambahkan adalah 25-45% untuk ekstrak asam dengan basis 50 ml susu dan 5 mL enzim rennet. Sedangkan konsentrasi asam yang digunakan 1-5%. Curd yang terbentuk selanjutnya dipisahkan dari whey menggunakan kain saring dan dianalisis yield, persen terpisah, nilai tekstur dan aktifitas enzimatisnya. Koagulan asam asetat dan asam sitrat menghasilkan yield curd yang lebih tinggi yaitu 94,66% (asam asetat 4%) dan 93,9% (asam sitrat 5%) dibandingkan yield curd tertinggi yang dapat dihasilkan dengan koagulan jeruk nipis dan jeruk lemon yaitu 68,72% (jeruk lemon 45%) dan 61,84% (jeruk nipis 45%). Penggunaan asam sebagai koagulan memberikan persen terpisah yang lebih besar. Tekstur curd yang terbentuk dengan koagulan jeruk nipis dan jeruk lemon lebih rapuh dibanding tekstur curd dengan koagulan asam asetat dan asam sitrat. Konsentrasi koagulan berkorelasi positif terhadap aktifitas enzim, dimana penambahan asam menginduksi aktifitas enzim yang lebih tinggi.

Kata kunci: keju, koagulan, curd, yield, aktivitas enzim

Abstract

Coagulation is an important process in cheese preparation, in which the curd is separated from the milk whey. Rennet enzyme, acid, or a combination of both, are involved in the coagulation. This work was aimed to study the effect of coagulant agents on yield, protease enzyme activity, and curd texture on cheese making. Acetic acid, citric acid, lime and lemon juice were combined with the enzyme rennet as coagulant agents. The process was began with milk pasteurization and was analyzed for its moisture content, density and pH. The coagulant of lime and lemon extract (25-45%) was added in a base of 50 ml of milk and 5 mL of the rennet enzyme. Concentration acid was varied at 1-5%. The formed curd was separated from the whey using a filter cloth and was analyzed for its yield, separation percentage, texture and enzyme activity. The coagulant of acetic acid and citric acid produced a higher yield curd of 94.66% (4% acetic acid) and 93.9% (5% citric acid) compared to the highest yield of curd produced by lime and lemon coagulant which was 68.72% (45% lemon) and 61.84% (45% lime). Higher acid concentration induced more separation percentage. The texture of the curd formed by lime and lemon juice was more fragile than those of acetic acid and citric acid. Acid concentration had a positive correlation with the enzyme activity, in which acid coagulant induced higher activity.

Keywords: Cheese, coagulant, curd, yield, enzyme activity

1. Pendahuluan

Susu merupakan sumber nutrisi bergizi tinggi yang termasuk salah satu bahan makanan dengan kandungan gizi yang paling lengkap

(Thorning dkk, 2016). Kandungan nutrisi yang tinggi ini mudah rusak karena kandungan kadar air nya yang tinggi hingga

lebih dari 80% (Benchaar dkk, 2007). Kandungan air yang tinggi merupakan kondisi yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme sehingga menyebabkan susu mudah terkontaminasi mikrobia.

Produksi susu segar Indonesia semakin meningkat dan mencapai lebih dari 70.000 liter di tahun 2015 (BPS, 2017). Hal ini membuka peluang untuk mengolah susu menjadi produk olahan pangan lain yang tidak cepat rusak. Salah satu bentuk olahan dari susu yang banyak dikonsumsi di Indonesia adalah keju. Awalnya, pembuatan keju merupakan upaya untuk mengawetkan protein susu dan kandungan bergizi tinggi lainnya.

Meskipun produk olahan keju semakin dikenal dan dikonsumsi luas oleh masyarakat, namun proses pembuatan keju masih belum banyak di ketahui secara luas. Berbagai kondisi proses pembuatan keju akan mempengaruhi karakteristik keju yang dihasilkan (Farkye, 2017). Tipe keju sangat bervariasi ditentukan antara lain dari jenis susu, metode pengentalan, temperatur, metode pemotongan, pengeringan, pemanasan, juga proses pematangan keju dan pengawetan. Berdasarkan proses pematangan dan pemeramannya, keju dibedakan antara yang diproses melalui pemeraman (*ripened cheese*) dan tanpa pemeraman (*unripened cheese*). Keju tanpa pemeraman seperti keju cottage, keju krim, dan mozzarella, mempunyai tekstur lunak dan total padatan kurang dari 25% (BPOM, 2016).

Salah satu tahap yang penting dalam produksi keju yaitu koagulasi. Koagulasi merupakan proses menggumpalnya protein kasein susu yang menghasilkan curd dan whey sebagai produk akhirnya. Curd yang terbentuk selanjutnya akan diproses menjadi keju. Penggumpalan protein dilakukan dengan menambahkan agen koagulan (Farkye, 2004). Koagulasi bisa juga dilakukan menggunakan asam, enzim maupun dengan bantuan starter dalam bentuk bakteri asam laktat (Hyslop, 2003). Setiap proses koagulasi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Koagulasi enzim menggunakan rennet umum digunakan saat ini. Proses koagulasi menggunakan asam (*direct acidification*) berjalan lebih lambat. Akibatnya curd asam lebih sulit dipisahkan dengan whey. Karenanya penggunaan koagulan asam akan menghasilkan keju yang lunak dengan kadar air tinggi dengan umur simpan

yang relatif lebih pendek daripada curd rennet (Farkye, 2017). Bakteri asam laktat berfungsi memfermentasikan laktosa dalam susu menjadi asam laktat. Asam yang dihasilkan akan menurunkan pH dan sebagai akibatnya kasein akan menggumpal hingga terbentuk curd (Bittante, 2007).

Untuk menghasilkan curd yang baik secara efisien, proses koagulasi dilakukan menggunakan kombinasi koagulan. Fermentasi maupun penambahan asam bertujuan untuk menurunkan pH sehingga mencapai pH optimum bagi kerja rennet. Proses pengasaman menggunakan fermentasi membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan pengasaman dengan zat asam langsung. Hal ini disebabkan karena pada fermentasi diperlukan waktu yang lebih lama bagi pertumbuhan mikroorganisme hingga mampu menghasilkan asam yang akan menurunkan pH hingga sesuai untuk kerja rennet. Dengan kata lain, penggunaan kombinasi asam dan enzim membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam proses koagulasinya.

Penggunaan berbagai ekstrak alam sebagai koagulan keju telah dilaporkan sebelumnya. Bornaz dkk (2010) melaporkan penggunaan ekstrak dari buah tin dan artichoke (*Cynara Scolymus L. cv. Blanca*) mempersingkat waktu gelasi dibandingkan chymosin, namun membutuhkan waktu yang lebih lama dalam restrukturasi penyelesaian koagulasi. Ekstrak buah menghasilkan yield koagulasi yang lebih banyak serta kapasitas retensi air yang lebih baik. Sánchez-Muñoz dkk (2017) menyimpulkan ekstrak biji *Moringa oleifera* berpotensi digunakan sebagai koagulan pada pembuatan keju dari susu skim dan susu kedelai. Nugroho dkk (2018) mendapatkan yield yang lebih tinggi pada penggunaan ekstrak rosella sebagai koagulan keju segar. Penelitian-penelitian terdahulu tersebut belum mengkaji mengenai aktivitas enzim rennet dan persen terpisah untuk pembentukan keju tanpa pemeraman menggunakan koagulan alami. Pada penelitian ini selain parameter yield dan tekstur, aktivitas enzim dan persen terpisah menjadi respon uji yang dikaji pada pembuatan keju tanpa pemeraman menggunakan berbagai koagulan, yang merupakan kebaruan penelitian ini.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mempelajari pengaruh jenis koagulan asam dan konsentrasinya terhadap yield, aktivitas

enzim dan tekstur curd pada pembuatan keju tanpa pemeraman. Tantangan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah mendesain kondisi optimal sehingga didapatkan keju lunak tanpa pemeraman dengan yield yang tinggi secara efisien.

2. Metodologi

2.1. Bahan dan Alat

Susu sebagai bahan utama diperoleh dari perasan pagi unit usaha susu Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro. Koagulan yang digunakan yaitu asam asetat, asam sitrat, jeruk nipis, dan jeruk lemon. Asam sitrat dan asetat di dapatkan dari Merck. Jeruk nipis dan jeruk lemon didapatkan dari jaringan retail Superindo. Bahan lain yang digunakan rennet tablet merk +Qso.

2.2. Koagulasi Susu

Susu cair segar (500 ml) ditempatkan dalam erlenmeyer dan dipasteurisasi pada suhu 60°C selama 15 menit. Agen pengkoagulasi ditambahkan setelah susu mencapai suhu 40°C tambahkan 5 mL enzim rennet. Adapun konsentrasi ekstrak jeruk nipis dan jeruk lemon yang digunakan adalah 25-45%, sedangkan asam asetat dan asam sitrat adalah 1-5%. Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan inkubasikan suspensi pada suhu tertentu. pH diukur setelah waktu tertentu kemudian dilanjutkan dengan penyaringan curd. Curd yang dihasilkan diperas untuk menghilangkan air. Curd yang telah diperas selanjutnya dianalisis. Pengujian dilakukan selama 60 menit dengan pengambilan sampel tiap 5 menit.

2.3. Yield curd

Yield (basis kering) merupakan rasio antara kandungan padatan pada susu terhadap curd kering. Curd yang dihasilkan kemudian diperas selanjutnya dikeringkan dengan oven sampai berat konstan selanjutnya ditimbang.

2.4. Uji Persen Terpisah

Susu yang telah ditambahkan koagulan (sesuai variabel) dan enzim rennet dimasukkan kedalam gelas ukur 100 ml, kemudian diamati persen terpisahnya yaitu dengan mengamati perubahan tinggi curd tiap waktu waktu tertentu selama 60 menit.

2.5. Uji Tekstur

Sampel curd satu per satu dibagikan kepada panelis untuk ditentukan score teksturnya.

Panelis memberikan penilaian dengan menuliskan skala berdasarkan tingkat skala curd (Tabel 1) hasil pengamatan.

Tabel 1. Skala penilaian tekstur curd

Skala	Tekstur
1	Lunak mudah pecah
2	Lunak liat
3	Keras mudah pecah
4	Keras liat

2.6. Uji Aktivitas Enzim

Aktivitas proteolitik curd ditentukan berdasarkan metode dari Cupp-Enyard (2008). Sebanyak 1 mL ekstrak keju ditambahkan pada substrat kasein 0,65% (0,65 gr kasein dalam 100 mL bufer K-Pospat 0,05 M pH 7,5). Campuran reaksi diinkubasi pada 37°C selama 10 menit. Terminasi reaksi dilakukan melalui penambahan 5 mL reagen TCA 110 mM, dan diinkubasi kembali pada 37°C selama 30 menit. Filtrat (2mL) dipisahkan dengan cara sentrifugasi pada 10.000 rpm selama 10 menit. Sebanyak 5 mL Na₂CO₃ dan 1 mL reagen Folin Ciocalteau ditambahkan ke dalam filtrat dan diinkubasi pada 37°C selama 30 menit. Absorbansi campuran diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 660 nm. Satu unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai banyaknya enzim yang dibutuhkan untuk melepaskan 1µmol tirosin pada substrat kasein per menit.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakterisasi bahan baku (susu)

Susu sebagai bahan baku keju dianalisis awal meliputi kadar air, densitas, pH, dan organoleptik yang dipaparkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis bahan baku susu

Parameter	Hasil analisis	Standar*
Kadar air (%)	92	-
Densitas (g/ml)	1,042	1,027
pH	6,7	6,3-6,8
Warna	normal	normal
Aroma	normal	Normal

*SNI 3141.1:2011

Secara kualitas susu yang digunakan dalam penelitian ini dalam kondisi baik dimana semua parameter sesuai dengan SNI 3141.1:2011 yang mengatur tentang standar susu sapi segar.

3.2. Yield

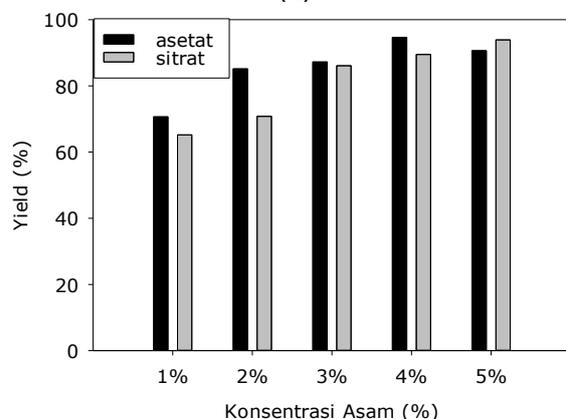
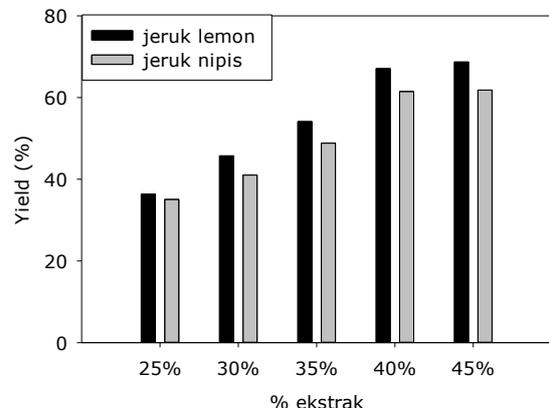
Keju dapat terbentuk dengan cara pengasam, yaitu dengan menambahkan bahan yang bersifat asam (Lucey & Singh, 2003), baik berupa pengasaman langsung maupun menggunakan ekstrak alam yang dapat berfungsi sebagai koagulan. Pada penelitian ini koagulan rennet dikombinasikan dengan penambahan asam dalam bentuk ekstrak jeruk lemon, jeruk nipis, asam sitrat dan asam asetat.

Berdasarkan Gambar 1(a) kenaikan konsentrasi ekstrak pada masing-masing jenis jeruk berbanding lurus dengan yield curd yang dihasilkan. Jenis asam yang digunakan mempengaruhi hasil curd yang didapatkan. Penambahan asam yang berkonsentrasi sama memungkinkan untuk mendapatkan tingkat keasaman (pH) akhir yang berbeda. pH akhir pada penambahan asam sitrat lebih kecil dibanding asam asetat. pH akhir pada penambahan asam sitrat berkisar 6,5-5 dan pada asam asetat pada 7-6. Hasil curd yang didapat lebih besar pada penambahan asam sitrat dikarenakan tingkat keasamannya lebih mendekati titik isoelektrik dari kasein susu. Hal tersebut dimungkinkan karena ketidakstabilan protein terhadap asam saat proteolisis. Semakin rendah pH akibat penambahan yang semakin banyak akan mengakibatkan semakin tinggi pula proteolisis yang terjadi sehingga protein larut dalam whey semakin banyak. Semakin banyak protein yang terlarut menyebabkan rendemen yang tersaring semakin sedikit (Aulia, 2013).

Penggunaan ekstrak jeruk lemon menghasilkan curd yang lebih banyak dibandingkan dengan ekstrak jeruk nipis. Dengan yield tertinggi pada ekstrak jeruk lemon dengan konsentrasi 45%. dan yang terendah pada jeruk nipis konsentrasi 25%, kenaikan pada konsentrasi 40% ke 45% kurang signifikan dibandingkan dengan kenaikan pada konsentrasi dibawahnya. Sedangkan konsentrasi asam asetat cenderung memberikan yield yang lebih tinggi dari asam sitrat. Meskipun secara konsentrasi ekstrak jeruk yang ditambahkan lebih banyak daripada asam sitrat dan asam asetat, namun yield yang didapatkan dari hasil koagulasi menggunakan ekstrak jeruk jauh lebih sedikit daripada yield dari asam.

Gambar 1 (b) menunjukkan pengaruh konsentrasi asam terhadap yield curd. Tingkat keasaman suatu zat koagulan menjadi faktor utama dalam pembentukan curd pada susu dan mempengaruhi yield keju

yang didapatkan (Horne and Lucey, 2017). Tingkat keasaman ekstrak jeruk erat kaitannya dengan kandungan asam sitrat pada kedua jenis jeruk. Penniston dkk (2008) melaporkan kandungan asam sitrat pada ekstrak lemon segar mengandung 48 g/L, sedangkan jeruk nipis mengandung 45,8 g/L.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi (%) ekstrak jeruk (a) dan konsentrasi asam (b) terhadap yield curd

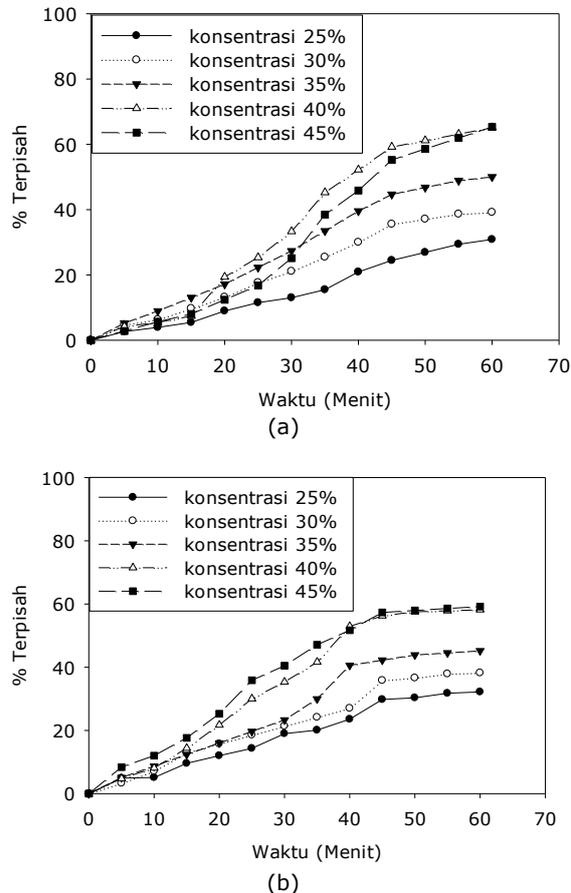
Konsentrasi asam yang semakin tinggi akan mempercepat mencapai kondisi enzim untuk bekerja. Aktivitas protease selama koagulasi dipengaruhi oleh keasaman susu dan akan mempengaruhi kekuatan curd. Keasaman yang sesuai akan menyebabkan terjadinya pelepasan air dalam keju dan terjadi penggabungan molekul kasein untuk membentuk curd yang lebih banyak (Horne & Lucey, 2017).

3.3. Persen Terpisah

Persen terpisah merupakan persentase antara volume curd yang dihasilkan terhadap volume susu awal. Susu sebagai suatu sistem emulsi cair-cair yang terdiri dari berbagai macam zat seperti protein, lemak dan air.

Koagulasi merupakan suatu proses rusaknya stabilitas dari system emulsi susu yang menghasilkan dua produk yaitu curd dan whey (Horne & Banks, 2004).

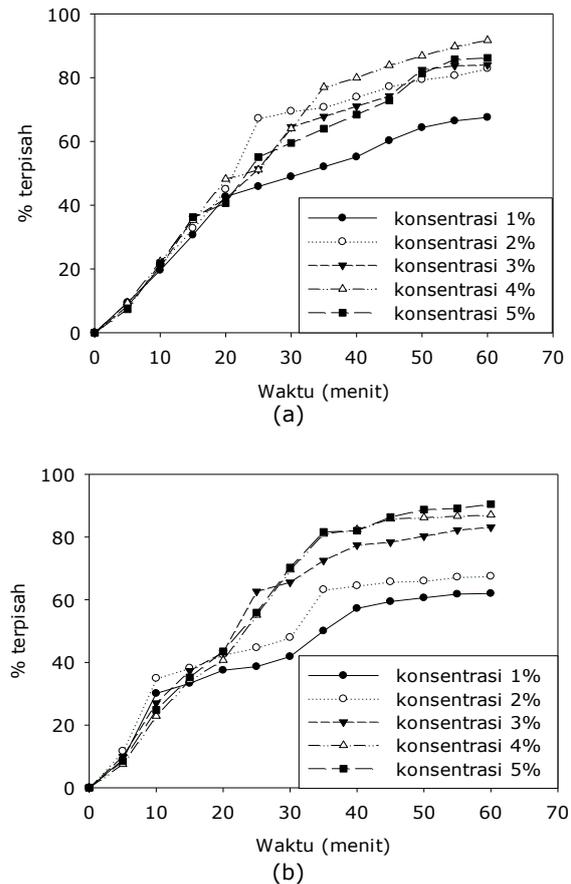
Dalam uji persen terpisah dapat diamati kecepatan proses terbentuknya curd dan whey, sehingga bias didapatkan waktu optimum saat curd sudah tidak bertambah secara signifikan. Berdasarkan Gambar 2 secara garis besar penggunaan ekstrak kedua jenis jeruk tidak berbeda secara signifikan yaitu mencapai maksimum 60-63 persen terpisah. Hasil maksimal persen terpisah pada ekstrak lemon dicapai pada penggumpalan menggunakan ekstrak 45%, sedangkan penggunaan ekstrak jeruk nipis mendapatkan persen pemisahan maksimal pada penambahan 40%.



Gambar 2. Hubungan waktu dan persen terpisah pada proses pembentukan curd dengan koagulan ekstrak jeruk lemon (a) dan jeruk nipis (b)

Sementara itu, penggunaan asam menghasilkan lebih banyak persen terpisah daripada dengan ekstrak jeruk, dimana mencapai maksimum sekitar 90% (Gambar 3). Pengasaman langsung menggunakan

asam asetat dan asam sitrat memerlukan konsentrasi yang jauh lebih rendah daripada penggunaan ekstrak jeruk. Hal ini sejalan dengan pembahasan sebelumnya yang menyatakan bahwa ekstrak jeruk hanya mengandung sekitar sekitar 45 g/L asam sitrat (Penniston dkk 2008), sehingga kemampuan koagulasinya kurang efektif dibanding asam. Meskipun begitu, kesemuanya agen koagulasi memberikan tren yang sama. Pembentukan curd berjalan cepat pada 5-40 menit pertama, dan mulai stabil setelah 50 menit.

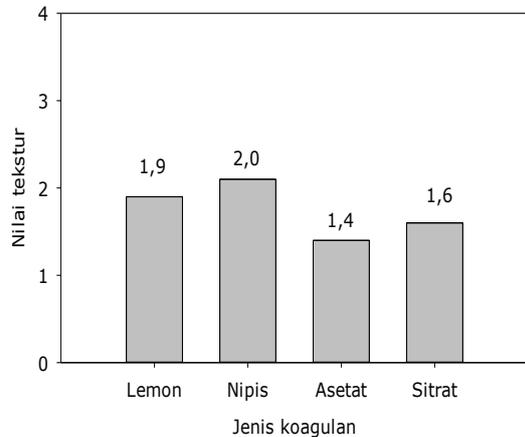


Gambar 3. Hubungan waktu dan persen terpisah pada proses pembentukan curd dengan koagulan asam asetat (a) dan asam sitrat (b)

3.4. Uji Tekstur

Tekstur keju sangat beragam dari mulai lunak sampai keras pada produk akhirnya (Bittante, 2011). Uji tekstur digunakan sebagai parameter pendukung untuk menentukan jenis koagulan yang memberikan tekstur curd tertentu. Gambar 4 menunjukkan bahwa tekstur curd dari semua jenis koagulan berkisar pada nilai 1,4-2,1. Tekstur curd yang dihasilkan dengan koagulan asam bersifat cenderung lunak mudah pecah, sedangkan

koagulan ekstrak jeruk menghasilkan curd lunak liat. Tekstur curd berkaitan dengan kesempurnaan koagulasi yang dipengaruhi oleh kekuatan koagulan. Koagulasi dipengaruhi dari tingkat keasaman pada proses pembentukan curd. Jika tingkat keasaman lebih tinggi maka terjadi pelepasan air dalam keju dan terjadi penggabungan molekul kasein dan membentuk curd sehingga semakin tinggi tingkat keasaman maka semakin baik curd yang dihasilkan (Penniston dkk, 2008).



Gambar 4. Pengaruh jenis koagulan terhadap tekstur curd. Skala 1: lunak mudah pecah, skala 2: lunak liat, skala 3: keras mudah pecah, skala 4: keras liat

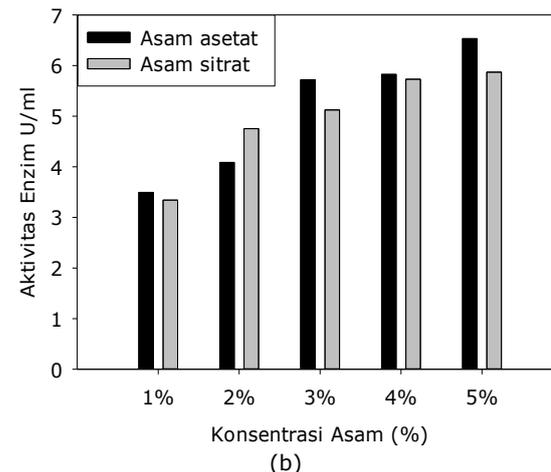
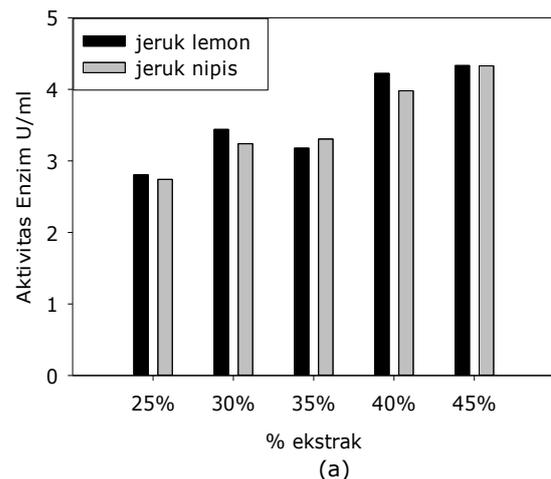
Tekstur curd juga dipengaruhi oleh tingkat kadar air yang terdapat pada curd, semakin tinggi kadar air maka curd yang dihasilkan akan semakin lunak. Hasil serupa dilaporkan oleh Ong dkk (2012). Keju dengan pH awal 6,5 mempunyai tekstur lebih keras dari pada tekstur dari pH 6,1. Mereka menduga lunaknya tekstur pada pH rendah disebabkan oleh tingginya kadar air keju pada pH rendah. Dari hasil percobaan terlihat bahwa jenis asam yang digunakan mempengaruhi penilaian skala dari curd yang didapatkan (Bittante, 2011).

3.5. Uji Aktivitas Enzim

Rennet merupakan kumpulan enzim proteolitik yang berfungsi sebagai agen koagulan dalam pembuatan keju. Dua jenis enzim utama yang diisolasi dari lambung hewan yang dapat mengkoagulasi susu adalah chymosin dan pepsin. Chymosin mempunyai kemampuan koagulasi yang lebih kuat dibanding pepsin. Adapun koagulasi rennet terjadi dalam dua tahap. Tahap pertama fase enzimatis awal yang terjadi sekitar 10 menit pertama saat berubah kimia berlangsung yang merupakan tahap

preparasi untuk tahap berikutnya. Tahap kedua dikenal sebagai fase non enzimatis dimana misel kasein mulai membentuk rantai hingga akhirnya terbentuk curd solid (Horne and Lucey, 2017).

Aktivitas enzim pada penelitian ini dianalisa setelah 60 menit dengan tujuan untuk mengetahui kinerja dari enzim rennet dalam koagulasi susu dengan mengkombinasikan beberapa jenis asam pada beberapa konsentrasi. Satu unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai banyaknya enzim yang dibutuhkan untuk melepaskan 1 μmol tirosin pada substrat kasein per menit.



Gambar 5. Pengaruh konsentrasi ekstrak jeruk (a) dan asam (b) terhadap aktivitas enzim

Gambar 5 menunjukkan adanya korelasi positif antara konsentrasi ekstrak kedua jenis jeruk dan asam terhadap aktivitas enzimnya. Penambahan ekstrak jeruk lemon menginduksi aktivitas enzim yang sebanding dengan penambahan ekstrak jeruk nipis. Hal ini didasari oleh tingkat keasaman jeruk lemon dibandingkan jeruk nipis (Penniston dkk, 2008). Sedangkan asam asetat secara umum memiliki aktivitas enzim yang lebih

tinggi dibandingkan dengan asam sitrat. Penambahan asam menyebabkan aktifitas enzim yang lebih tinggi dibanding penggunaan ekstrak jeruk. Hal ini berarti pH setelah penambahan asam mampu mencapai pH optimum yang lebih sesuai bagi aktifitas enzim.

Aktivitas enzim rennet memiliki hubungan yang erat dengan yield, dimana kenaikan aktivitas enzim menyebabkan kenaikan yield dari curd yang dihasilkan. Kenaikkan kinerja enzim rennet (aktivitas enzim) dalam memutus kasein menyebabkan curd yang terbentuk semakin banyak (Bittante, 2011). Lingkungan pH yang berbeda mengakibatkan terjadinya destabilisasi micelle kasein yang berbeda. Pada pH di bawah 6,7 sebagian koloid kalsium fosfat tidak larut, sedangkan pada pH di bawah 5,5 micelle mulai bergabung akibat menurunnya tekanan permukaan. Tekanan permukaan mendekati nol pada pH sekitar 5,2, sedangkan pada pH 4,8 hampir semua koloid kasein fosfat menjadi tidak larut. Pada pH 4,6 kelarutan kasein sudah hilang, sehingga terjadi interaksi hidrofobik antara micelle kasein dan terjadi presipitasi (Zhang dkk, 2005). Hal ini berarti pH akhir setelah penambahan koagulan sangat berpengaruh terhadap aktifitas enzim, yang selanjutnya berakibat terhadap capaian persen terpisah and yield.

4. Kesimpulan

Koagulan asam asetat dan asam sitrat menghasilkan yield curd yang lebih tinggi yaitu 94,66% (asam asetat 4%) dan 93,9% (asam sitrat 5%) dibandingkan yield curd tertinggi yang dapat dihasilkan dengan koagulan jeruk nipis dan jeruk lemon yaitu 68,72% (jeruk lemon 45%) dan 61,84% (jeruk nipis 45%). Penggunaan asam sebagai koagulan memberikan persen terpisah yang lebih besar. Tekstur curd yang terbentuk dengan koagulan jeruk nipis dan jeruk lemon lebih liat dibanding tekstur curd dengan koagulan asam asetat dan asam sitrat. Konsentrasi koagulan berkorelasi positif terhadap aktifitas enzim, dimana penambahan asam menginduksi aktifitas enzim yang lebih tinggi.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini didukung dengan dana dari Fakultas Teknik Universitas Diponegoro melalui hibah Penelitian Dasar Tahun 2018.

Daftar Pustaka

- Ardö, Y., McSweeney, P. L., Magboul, A. A., Upadhyay, V. K., & Fox, P. F. (2017). Biochemistry of cheese ripening: proteolysis. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (Fourth Edition)*, Academic Press, 445-482.
- Benchaar, C., Petit, H. V., Berthiaume, R., Ouellet, D. R., Chiquette, J., & Chouinard, P. Y. (2007). Effects of Essential Oils on Digestion, Ruminant Fermentation, Rumen Microbial Populations, Milk Production, and Milk Composition in Dairy Cows Fed Alfalfa Silage or Corn Silage. *Journal of Dairy Science*, 90(2), 886-897.
- Bittante, G. (2011). Modeling rennet coagulation time and curd firmness of milk. *Journal of Dairy Science*, 94(12), 5821-5832.
- BPOM, (2016), Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2016 tentang Kategori Pangan, *Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia*. Jakarta.
- Cupp-Enyard, C. (2008). Sigma's non-specific protease activity assay-casein as a substrate. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, 19, 1-2
- Farkye, N. Y. (2017). Acid-Heat Coagulated Cheeses. In *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology (Fourth Edition)*, Academic Press, 1111-1115.
- Farkye, N. Y. (2004). Cheese technology. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 91-98.
- Horne, D. S., & Banks, J. M. (2004). Rennet-induced coagulation of milk. In *Cheese: Chemistry, physics and microbiology*, 1, 47-70.
- Horne, D. S., & Lucey, J. A. (2017). Rennet-Induced Coagulation of Milk. In *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology (Fourth Edition)*, Academic Press, 115-143.
- Hyslop, D. B. (2003). Enzymatic coagulation of milk. In *Advanced Dairy Chemistry—1 Proteins*, Springer, 839-878.
- Lucey, J. A., & Singh, H. (2003). Acid coagulation of milk. In *Advanced Dairy*

- Chemistry-Proteins*, Springer, 1, 1001-1025.
- Nugroho, P., Dwiloka, B., & Riazati, H., 2018, Rendemen, Nilai pH, Tekstur, dan Aktivitas Antioksidan Keju Segar dengan Bahan Pengasam Ekstrak Bunga Rosella Ungu (*Hibiscus sabdariffa* L.), *Jurnal Teknologi Pangan* 2(1), 33-39.
- Penniston, K. L., Nakada, S. Y., Holmes, R. P., & Assimou, D. G. (2008). Quantitative Assessment of Citric Acid in Lemon Juice, Lime Juice, and Commercially-Available Fruit Juice Products. *Journal of Endourology / Endourological Society*, 22(3), 567-570.
- Palomba, R., Formisano, G., Arrichiello, A., Auriemma, G., & Sarubbi, F. (2017). Development of a laboratory technique for the evaluation of protease enzymes activity in goat and sheep milk. *Food Chemistry*, 221, 1637-1641.
- Sánchez-Muñoz dkk. (2017). Utility of Milk Coagulant Enzyme of *Moringa oleifera* Seed in Cheese Production from Soy and Skim Milks. *Foods*, 6, 62
- Thorning, T. K., Raben, A., Tholstrup, T., Soedamah-Muthu, S. S., Givens, I., & Astrup, A. (2016). Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food & Nutrition Research*, 60, 1-11.
- Zhang, X., Fu, X., Zhang, H., Liu, C., Jiao, W., & Chang, Z. (2005). Chaperone-like activity of β -casein. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 37(6), 1232-1240.