

Pembuatan Keju Lunak Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus Acidophilus*

Chyntia Ardelia^{1*}, Tjandra Pantjajani¹, Fenny Irawati¹

¹ Fakultas Teknobiologi, Universitas Surabaya, Raya Kalirungkut Surabaya

*corresponding author: chyntiaardelia123@gmail.com

Abstrak- Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) memiliki protein setara dengan kacang hijau dan kadar lemaknya jauh lebih rendah dibandingkan kacang kedelai dan kacang tanah. Pemanfaatan kacang merah belum terlalu banyak dalam bidang pangan di Indonesia, biasanya kacang merah hanya direbus saja dan dijadikan *topping* dalam makanan. Keju lunak (*softcheese*) kacang merah dapat menjadi inovasi pangan baru yang dapat dinikmati oleh semua kalangan terutama untuk penderita *lactose intolerant*. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan keju dengan variasi perbandingan kacang merah : air sebanyak 1:3, 1:4 dan 1:5 (^b/_v) dan diuji kadar proteinnya. Perbandingan 1:3 memiliki kadar protein paling tinggi kemudian dilakukan inkubasi pada susu kacang merah yaitu 4 jam, 6 jam dan 8 jam. *Softcheese* terbaik memiliki kandungan protein sebesar 6,05%, lemak 0,36% dan kadar air sebanyak 76,27%. Selain itu, diamati pula kandungan gula total, gula reduksi, asam laktat, pH sebelum dan sesudah proses fermentasi, dimana gula total, gula reduksi dan pH menurun, sedangkan kadar asam laktat mengalami kenaikan. Hasil uji mikroba kontaminan *Salmonella* dan *E. coli* menunjukkan hasil negatif untuk ketiga sampel. Hasil organoleptik menunjukkan bahwa keju (1:3) dengan lama inkubasi 6 jam paling disukai.

Kata kunci: kacang merah, keju lunak, *L. acidophilus*

Abstract- Red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) contains protein which same with the protein in green beans but the fat content on red beans are lower than soybeans and peanuts. In Indonesia, the utilization of red beans in food sectors is not too much, it usually processed by boiling or it used to topping on food. Red bean softcheese can be a new variety of food that be able to enjoyed by different types of people, especially people with lactose intolerant. In this study, red bean was processed into red bean's milk from the nuts and water with the variety of ratio 1:3, 1:4 and 1:5 (^b/_v). The result is 1:3 has the highest protein and then thr processes continue with fermentation process during 4 hours, 6 hours and 8 hours. The best softcheese contain 6,05% protein, 0,36% fat and 76,27% water content. Moreover, total sugar, reduction sugar, pH, lactic acid concentration before and after the fermentation were also being observed, in which there was a decreases on concentration of total sugar, reduction sugar and pH whereas the lactid acid concentration was increases. The result of microbes test of *Salmonella*, *E. coli* and coliforms mikrobess are negatif. The organoleptic test showed that red beans softcheese ratio 1:3 which fermented 6 hours the most preferred by 31 panelists.

Keywords: red beans, softchessee, *L. acidophilus*

PENDAHULUAN

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Indonesia, proyeksi jumlah penduduk di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 324,76 juta jiwa. Meningkatnya jumlah populasi berpengaruh terhadap meningkatnya jumlah kebutuhan masyarakat khususnya dalam bidang pangan.

Susu merupakan bahan pangan dengan kandungan nutrisi lengkap dalam proporsi yang seimbang. Susu mengandung laktosa yang membantu absorpsi susu di dalam saluran cerna. Adanya kandungan laktosa di dalam susu sapi menyebabkan beberapa orang yang mengalami *lactose intolerance* tidak dapat mengonsumsi susu sapi dan produk pangan lainnya yang mengandung laktosa di dalamnya

Keju merupakan makanan yang tinggi protein dan merupakan pangan berbahan dasar susu dan enzim rennet. Keju yang berasal dari susu sapi mengandung laktosa yang menyebabkan beberapa masyarakat tidak dapat mengonsumsi keju berbahan dasar susu sapi.

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*) atau yang biasa disebut kacang jago memiliki kulit biji berwarna merah tua atau merah bata. Kacang merah memiliki kadar karbohidrat tertinggi, kadar protein setara kacang hijau, kadar lemak yang jauh lebih rendah dibandingkan kacang kedelai dan kacang tanah, serta memiliki kadar serat yang setara dengan kacang hijau, kedelai dan kacang tanah. Kacang merah dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan keju lunak yang dapat dikonsumsi oleh semua kalangan. Kandungan protein kacang merah yang tinggi dapat dijadikan syarat untuk pembuatan keju dan tidak terdapat laktosa dalam produk yang merupakan salah satu nilai tambah dalam pembuatan keju lunak ini.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kacang merah dan air untuk membuat susu kacang merah agar sesuai dengan standar *United States Departement of Agriculture (USDA)* dalam pembuatan keju lunak, mengetahui pengaruh lama fermentasi dalam pembuatan keju lunak berbahan dasar kacang merah, dan mengetahui hasil uji organoleptik dan mikroba kontaminan pada keju lunak berbahan dasar kacang merah.

Metode Penelitian

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beaker 50 ml, 100, 250, 500 ml (*Pyrex*), kompor listrik, jarum ose, *spreader*, cawan petri, pipet ukur 5 ml dan 10 ml (*Pyrex*), timbangan analitik, *waterbath*, botol fermentasi, botol akuades, tabung falcon, termometer, pH meter, *sentrifuge*, *autoclave*, botol semprot, kulkas, bunsen, tabung ulir, mikropipet 100-1000 µl, mikropipet 10-100 µl, erlenmeyer 100 dan 250 ml (*Pyrex*), spektrofotometer, kuvet plastik, tabung reaksi dan rak, blender, wadah, gelas ukur 5, 10, 50 dan 100 ml (*Pyrex*), oven.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang merah yang berasal dari Jember, biakan murni *Lactobacillus acidophilus* dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Surabaya, aluminium foil, spiritus, akuades, air minum (Aqua), kain saring, reagen DNS (*Merck*), asam sulfat, larutan fenol 5%, CuSO₄ (*Merck*), garam *Rochelle's* (*Merck*), NaOH 0,1N (*Merck*), alkohol 70%, alkohol 96%, reagen PHF (*Merck*), media *MRS Agar* (*Merck*), media *MRS Broth* (*Merck*), media *Lactose Broth* (*Merck*), media *Brilliant Green Lactose Bile* (*Merck*), media *Bismulth Sulfite Agar* (*Merck*), media *Hektoen Agar* (*Merck*), media *Xylose Lysine Deoxycholate* (*Merck*), media *Tetrathionate Broth (TT Broth)* (*Merck*).

Variabel Penelitian dan Parameter Pengukuran

Variabel dalam penelitian ini adalah perbandingan konsentrasi kacang merah dengan air sebanyak 1:3, 1:4 dan 1:5 dan variabel kedua adalah lama waktu inkubasi pada sampel selama 4 jam, 6 jam, 8 jam. Parameter yang diukur pada penelitian adalah gula reduksi, gula total, pH, kadar air, asam laktat, TAT, lemak dan protein dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Setelah itu dilanjutkan dengan uji cemaran mikroba kontaminan dan uji organoleptik yang meliputi warna, cita rasa, tekstur, aroma, dan tingkat kesukaan.

Hasil Penelitian

Hasil Uji Biokimia dan Kandungan Nutrisi Keju Lunak Kacang Merah

Hasil uji biokimia (gula total, gula reduksi, asam laktat, pH, kadar air, lemak dan protein) keju lunak kacang merah dilakukan pada awal fermentasi dan selama proses fermentasi berdasarkan variabel penelitian. Data uji yang dilakukan disajikan dalam Tabel 1 - Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Uji Protein Keju Lunak Kacang Merah dengan Perbandingan Konsentrasi Susu Kacang Merah : air

Parameter	Perbandingan Kacang Merah : Air		
	1:3	1:4	1:5
Protein (%)	5,35 ^a ±0,29	2,78 ^b ±0,16	2,10 ^c ±0,22

Keterangan: Huruf yang berbeda di samping nilai rerata menunjukkan bahwa data memiliki beda signifikan dengan $\alpha = 0,05$.

Tabel 1 merupakan hasil uji protein dengan metode Kjehdal pada keju lunak kacang merah dengan berbagai perbandingan kacang merah : air. Sampel dengan perbandingan 1:3 merupakan sampel dengan kadar protein tertinggi sebesar 5,35% dan beda signifikan dengan 1:4 dan 1:5. Sampel dengan perbandingan 1:3 digunakan untuk keju lunak kacang merah.

Tabel 2. Hasil Uji Total Gula, Gula Reduksi, pH, Asam Laktat Proses Fermentasi Keju Lunak Kacang Merah

Para Meter	Waktu	Sebelum		Sesudah	
		fermentasi (%)	fermentasi (%)	fermentasi (%)	Selisih (%)
Gula Total	4 jam	8,3±12,63	7,877333 ^a ±22,90	0,42267 ^b ±34,12	
	6 jam	8,29473±8,68	6,4952 ^b ±32,58	1,79953 ^a ±35,00	
	8 jam	8,225637±16,77	5,331 ^c ±48,93	2,89464 ^a ±60,22	
Gula Reduksi	4 jam	3,015933±2,88	2,71484 ^a ±15,26	0,30109 ^b ±18,07	
	6 jam	3,010777±12,27	2,18399 ^b ±19,99	0,82679 ^a ±15,89	
	8 jam	3,0853333±7,58	2,18399 ^b ±19,99	0,99646 ^a ±23,63	

Lanjutan Tabel 2.

Para Meter	Waktu	Sebelum fermentasi (%)	Sesudah fermentasi (%)	Selisih (%)
pH	4 jam	6,0633±4,04	4,967±1,53	1,09667 ^b ±4,04
	6 jam	6,08333±2,08	4,92±2,00	1,16333 ^a ±1,53
	8 jam	6,14667±5,03	4,82±4,58	1,32667 ^a ±8,14
Asam	4 jam	0,041464±0,20	0,7698±2,51	0,72816 ^b ±2,33
Laktat	6 jam	0,04985±0,42	0,86633±2,88	0,81649 ^a ±2,68
	8 jam	0,050615±0,06	1,12877±8,7	1,07815 ^a ±8,71

Keterangan: Huruf yang berbeda di samping nilai rerata menunjukkan bahwa data memiliki beda signifikan dan berlaku untuk masing-masing parameter saja dengan $\alpha = 0,05$.

Tabel 2 merupakan hasil uji biokimia untuk proses fermentasi keju lunak kacang merah. Hasil uji menggunakan Tukey pada selisih sebelum dan sesudah proses fermentasi ada beda signifikan. Sampel lama inkubasi 4 jam untuk parameter gula total paling rendah dibandingkan dengan sampel lama inkubasi 6 jam dan 8 jam sebesar 0,42267%. Parameter gula reduksi, pH dan asam laktat pada sampel dengan lama inkubasi 4 jam paling rendah dibandingkan sampel 6 jam dan 8 jam sebesar 0,30109%, 1,09667 dan 0,72816%.

Tabel 3. Hasil Uji Protein, Lemak, Kadar Air, Gula Total, Gula Reduksi, pH dan Asam Laktat Keju Lunak Kacang Merah

Parameter	4 jam	6 jam	8 jam
Protein (%)	5,42 ±0,48	6,05 ±0,06	5,49 ±0,43
Lemak (%)	0,32±0,02	0,36±0,02	0,38 ±0,01
Kadar Air (%)	77,26 ^a ±0,94	76,27 ^{ab} ±0,59	75,25 ^b ±0,28
Gula Total (%)	7,186867 ^a ±42,25	5,02605 ^b ±66,56	3,68785 ^c ±17,95
Gula Reduksi (%)	1,68785 ±17,95	1,637485±7,22	1,61395±9,89
Asam Laktat (%)	1,29984 ^b ±13,07	1,52237 ^a ±10,17	2,104515 ^a ±6,69
pH	4,855 ± 3,54	4,835 ± 4,95	4,785 ± 0,71

Keterangan: Huruf yang berbeda di samping nilai rerata menunjukkan bahwa data memiliki beda signifikan dan berlaku untuk masing-masing parameter saja dengan $\alpha = 0,05$.

Tabel 3 merupakan hasil uji biokimia keju lunak kacang merah. Hasil penelitian yang didapat menunjukkan hasil uji protein, lemak, gula reduksi, dan pH tidak ada beda signifikan. Pada parameter kadar air dan gula total sampel lama inkubasi 4 jam memiliki nilai paling tinggi dibandingkan 6 jam dan 8 jam sebesar 77,26% dan 7,186867%. Pada parameter asam laktat sampel dengan lama inkubasi 4 jam paling rendah dibandingkan kedua sampel lainnya sebesar 1,29984%.

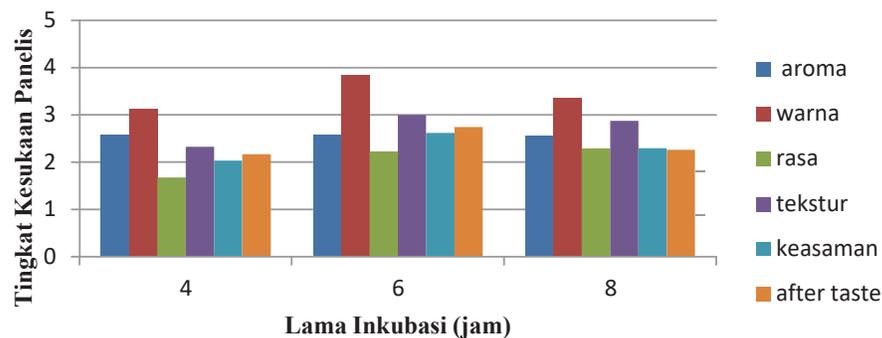
Hasil uji gula total, gula reduksi, asam laktat, pH, kadar air, lemak, dan protein pada proses fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4.1 hingga Tabel 4.3. Semua uji yang dilakukan menggunakan uji *one-way ANOVA* dengan $\alpha = 0,05$.

Hasil Uji Mikroba Kontaminan

Hasil uji terhadap cemaran *Coliform* menunjukkan hasil negatif. Hal ini dapat dilihat dari tidak adanya gelembung udara pada tabung Durham pada semua media LB *Broth*. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya gelembung udara di dalam tabung Durham. Apabila uji positif, uji akan dilanjutkan dengan uji menggunakan media BGLB. Hasil uji cemaran *Salmonella* menunjukkan hasil negatif. Hasil positif ditandai dengan tumbuhnya koloni bakteri berwarna hitam pada media. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan menunjukkan bahwa ketiga sampel yang diuji untuk uji organoleptik tidak mengandung cemaran *Salmonella* sehingga dapat dikatakan bahwa proses pembuatan keju lunak kacang merah ini sudah aseptik baik bahan maupun alat yang digunakan. Uji cemaran berfungsi untuk mengetahui apakah ada bakteri kontaminan selain bakteri yang digunakan yaitu *L. acidophilus*. Berdasarkan hasil uji cemaran, keju lunak kacang merah sudah memenuhi dengan standar yang ditetapkan USDA.

Hasil Uji Organoleptik

Hasil penilaian organoleptik dapat dilihat pada Gambar 1 yang merupakan data rata-rata dari setiap parameter yang diuji dan total skor penilaian organoleptik. Jumlah panelis yang menyukai sampel dengan lama inkubasi 4 jam sebanyak 5 orang, sampel dengan lama inkubasi 6 jam sebanyak 18 orang, dan sampel lama inkubasi 8 jam sebanyak 8 orang. Berdasarkan nilai total skor terbaik yang didapat dilanjutkan dengan uji deskripsi skala terstruktur keju lunak kacang merah dengan panelis sebanyak 18 orang.



Gambar 1. Hasil Organoleptik Keju Lunak Kacang Merah.

Berdasarkan hasil uji statistik dengan menggunakan metode Kruskal Wallis ($\alpha = 0,05$) didapatkan tidak ada beda signifikan pada aroma ketiga sampel yang didapat. Pada parameter warna, rasa, tekstur, keasaman, dan *aftertaste* terdapat beda signifikan. Hasil uji deskripsi skala terstruktur keju lunak kacang merah ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Organoleptik Uji Deskripsi Skala Terstruktur Keju Kacang Merah Terbaik

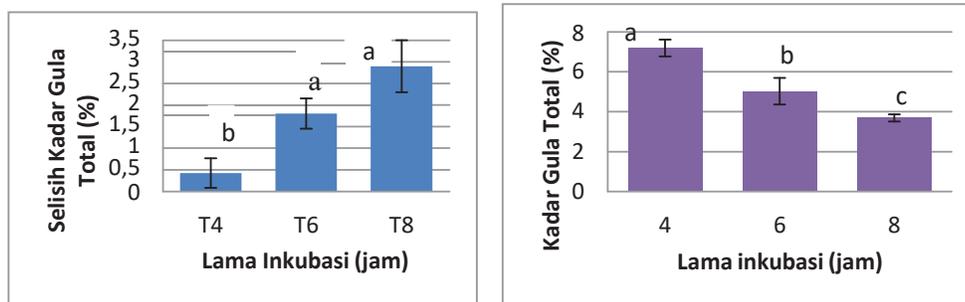
Parameter	Hasil
Aroma (Langu)	Tidak Langu
Warna	Putih Kekuningan
Rasa (Asin)	Cukup Asin
Tekstur (Berpasir)	Tidak Berpasir
Keasaman (Asam)	Sedikit Asam
Kekentalan	Cukup Kental
<i>Aftertaste</i>	Tidak Pahit

Pembahasan

Uji Biokimia dan Kandungan Nutrisi Keju Lunak Kacang Merah

Pembuatan keju lunak kacang merah dilakukan dengan proses pendahuluan yaitu penentuan perbandingan konsentrasi kacang merah : air. Perbandingan kacang merah : air merupakan salah satu variabel yang digunakan untuk penelitian ini yaitu 1:3, 1:4 dan 1:5. Berdasarkan hasil uji protein yang dilakukan, didapatkan keju lunak dengan perbandingan 1:3 merupakan keju yang memiliki nilai kandungan protein paling tinggi (Tabel 1.). Setelah didapatkan susu kacang merah dengan perbandingan 1:3, proses dilanjutkan dengan penambahan *starter* bakteri *L. acidophilus* sebanyak 20% (Andrew, 2017) dan diinkubasi selama 4 jam, 6 jam, dan 8 jam sesuai variabel penelitian. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh lama inkubasi terhadap kandungan nutrisi dan biokimia sampel. Setelah proses inkubasi, ditambahkan *rennet* (0,5 µl). Penambahan *rennet* berfungsi untuk memecah kasein yang terdapat di dalam susu menjadi para-kappa-kasein yang tidak larut sehingga membantu koagulasi. Enzim *rennet* tidak membantu proses koagulasi pada susu nabati karena susu nabati tersebut tidak mengandung kasein, tetapi penambahan *rennet* membantu dalam pembentukan struktur dan rasa keju yang dihasilkan (Shurtleff, 2000). Lama inkubasi setelah proses penambahan *rennet* selama 1 jam (Andrew, 2017) untuk mendapatkan nilai pH yang sesuai dengan standar USDA (2001) untuk keju cottage yaitu 4,8 dengan batas maksimal 5,2 serta untuk mengkompakkan tekstur keju lunak kacang merah.

Uji biokimia dilakukan pada awal fermentasi, di akhir fermentasi dan pada keju lunak kacang merah. Hasil uji kandungan gula total diuji dengan metode *Total Sugar (TS)* dan hasil gula total yang didapat disajikan pada Tabel 2, Tabel 3, dan Gambar 2.



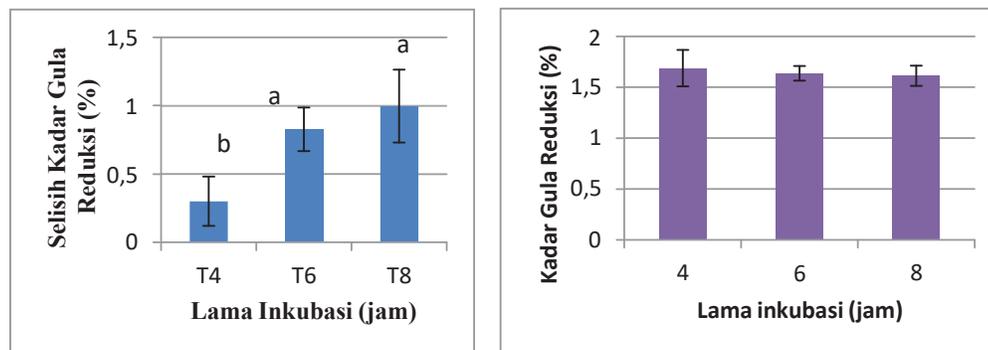
Gambar 2. Selisih Kadar Gula Total Awal dan Akhir Fermentasi dan Kadar Gula Total Keju Lunak Kacang Merah

Kadar gula total menunjukkan kadar seluruh karbohidrat yang terdapat dalam susu kacang merah yang digunakan, baik gula pereduksi dan non pereduksi, disakarida maupun polisakarida (Dobois, 1956). Kadar gula total pada sampel T_0 memiliki kadar yang tidak berbeda karena sampel yang digunakan sama yaitu susu kacang merah. Penurunan kadar gula total pada sampel selama proses fermentasi dikarenakan selama proses fermentasi bakteri *L. acidophilus* menggunakan gula yang terdapat dalam kacang merah sebagai sumber karbon. Gula yang digunakan biasanya gula reduksi karena strukturnya yang sederhana dibandingkan jenis gula lainnya sehingga mudah dicerna oleh bakteri. Bakteri juga melakukan katabolisme untuk memecah gula kompleks menjadi gula yang lebih sederhana dengan bantuan enzim-enzim pendegradasi gula (Oyeleke, 2012). Pada proses fermentasi hasil gula total pada lama inkubasi 4 jam mengalami penurunan yang berbeda signifikan sebesar 0,42267% dibandingkan lama inkubasi lainnya, sedangkan T_6 dan T_8 tidak beda signifikan sebesar 1,79953% dan 2,89464%. Hal ini dikarenakan lama inkubasi 4 jam lebih singkat dibandingkan sampel lainnya sehingga bakteri *L. acidophilus* hanya mengkonsumsi gula dalam jumlah yang sedikit dibandingkan sampel yang lain.

Kadar gula total pada keju yang didapat diperoleh dari sisa gula yang tidak dimetabolisme oleh bakteri *L. acidophilus* yang digunakan. Berdasarkan hasil gula total yang didapat pada keju lunak kacang merah, lama inkubasi selama 4 jam memiliki nilai yang paling banyak dibandingkan sampel lainnya sebesar 7,186867% karena waktu bakteri untuk memecah gula yang ada lebih sedikit

dibandingkan sampel lainnya. Gula yang ada pada keju yang berbahan dasar biji-bijian atau kacang-kacangan akan didominasi oleh gula kompleks yang belum dipecah oleh bakteri terutama kandungan amilum karena bentuknya kompleks (Sumilat, 2012).

Pengujian kandungan gula reduksi pada sampel menggunakan metode *Dinitrosalicylic acid* (DNS). Uji dilakukan pada awal fermentasi, akhir fermentasi dan pada keju lunak kacang merah untuk mengetahui kadar gula reduksi yang terdapat pada sampel. Hasil uji kadar gula reduksi dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Gambar 3.



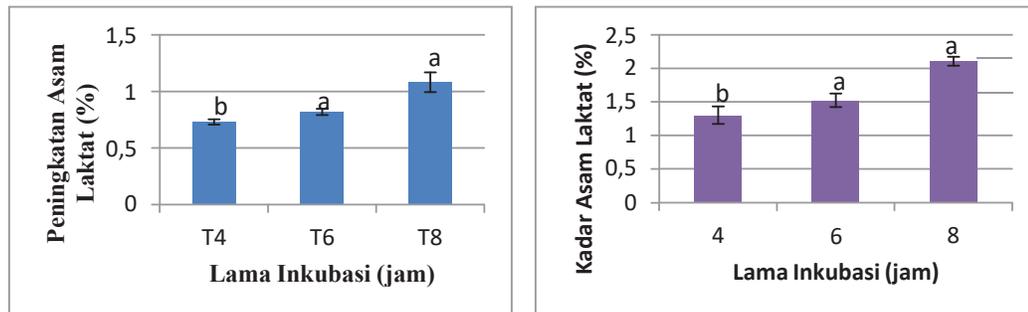
Gambar 3. Penurunan Kadar Gula Reduksi Awal dan Akhir Fermentasi dan Gula Reduksi Keju Lunak Kacang Merah

Kadar gula reduksi pada awal fermentasi memiliki nilai yang tidak berbeda karena substrat yang digunakan sama yaitu susu kacang merah. Kadar gula reduksi mengalami penurunan selama proses fermentasi. Pengurangan gula reduksi karena bakteri *L. acidophilus* menggunakan gula reduksi selama proses fermentasi sebagai sumber karbon dan menghasilkan asam laktat (Narayan, 2004). Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa lama inkubasi 4 jam mengalami penurunan kadar gula reduksi paling sedikit dibandingkan lama inkubasi 6 jam dan 8 jam sebesar 0,30109%. Pada sampel dengan lama inkubasi 8 jam mengalami penurunan gula reduksi paling tinggi yaitu 0,99646% dikarenakan waktu yang digunakan oleh bakteri *L. acidophilus* untuk memecah gula reduksi dalam sampel 8 jam lebih lama dibandingkan dengan sampel 4 jam dan 6 jam, sehingga semakin banyak gula reduksi yang digunakan untuk proses fermentasi menghasilkan asam

laktat. Gula reduksi merupakan semua gula yang memiliki kemampuan untuk mereduksi dikarenakan adanya gugus aldehid atau keton bebas. Karbohidrat yang termasuk dalam gula reduksi adalah glukosa, fruktosa, gliseraldehida, dan galaktosa (Sastrohamidjojo, 2005). Susu kacang merah yang digunakan tidak mengandung laktosa dan galaktosa. Laktosa dan galaktosa terdapat pada susu hewani. Substrat yang paling mudah digunakan oleh bakteri adalah monosakarida, sehingga secara tidak langsung gula reduksi menunjukkan jumlah substrat yang dapat dimetabolisme oleh bakteri.

Pengukuran kadar gula reduksi dilakukan pada keju lunak kacang merah yang didapat dari proses fermentasi. Kadar gula reduksi yang terdapat pada keju lunak kacang merah berasal dari sisa gula reduksi yang belum dipecah oleh bakteri selama proses fermentasi. Berdasarkan hasil yang didapat, tidak ada beda signifikan pada ketiga sampel. Kadar gula reduksi pada keju dengan lama inkubasi 4 jam sebesar 1,68785%, sedangkan keju dengan lama inkubasi 6 jam sebesar 1,637485% dan keju dengan lama inkubasi 8 jam sebesar 1,61395%. Hal ini dapat disebabkan oleh selama proses pemecahan gula reduksi, bakteri juga memecah gula kompleks yaitu amilum menjadi bentuk yang lebih sederhana karena bakteri *L. acidophilus* memiliki enzim amilase yang dapat mendegradasi amilum (Silvia, 2018).

Pengujian kandungan asam laktat pada sampel dilakukan untuk mengetahui kadar asam laktat yang terbentuk selama proses fermentasi berlangsung. Asam laktat berperan dalam pengasaman susu kacang merah yang akan mengendapkan protein yang ada (*curd*) sehingga didapatkan keju lunak kacang merah (Winarno & Fernandez 2007). Uji asam laktat dilakukan dengan reagen PHF. Pengujian dilakukan pada awal fermentasi, akhir fermentasi dan pada keju lunak kacang merah. Hasil uji kandungan asam laktat dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Gambar 4.



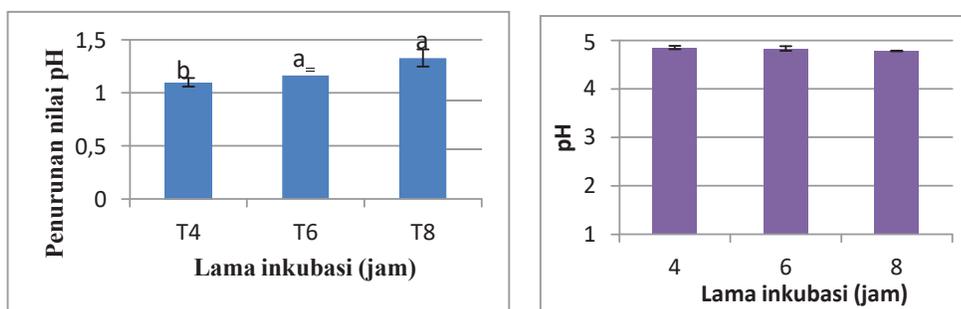
Gambar 4. Peningkatan Kadar Asam Laktat Awal dan Akhir Fermentasi dan Kadar Asam Laktat Keju Lunak Kacang Merah

Pada proses fermentasi dihasilkan asam laktat sebagai produk hasil metabolisme bakteri *L. acidophilus* yang mengubah gula sebagai sumber karbon menghasilkan asam laktat. Berdasarkan hasil penelitian, semakin lama waktu inkubasi, semakin tinggi pula kadar asam laktatnya. Pada lama inkubasi 4 jam, kadar asam laktat mengalami kenaikan yang beda signifikan dibandingkan sampel dengan lama inkubasi 6 jam dan 8 jam sebesar 0,72816%. *L. acidophilus* merupakan bakteri asam laktat yang digunakan. Aktivitas bakteri asam laktat (BAL) mempengaruhi tingkat keasaman suatu produk karena hasil metabolit yang berupa asam laktat. Asam laktat didapatkan dari proses metabolisme yaitu terjadi pemecahan gula berupa glukosa, sukrosa, raffinosa dan stakiosa kemudian menghasilkan asam laktat (Setioningsih, 2004). Semakin banyak gula yang dipecah maka semakin banyak asam laktat yang dihasilkan. Asam laktat memiliki peran dalam proses asidifikasi susu yaitu pemisahan protein susu menjadi dua bagian yaitu *curd* dan *whey* dan menghasilkan rasa asam pada keju. Produksi asam laktat pada keju mampu membuat *curd* semakin padat dan mengeluarkan *whey* dari koagulum yang terbentuk sehingga kandungan air yang terbentuk menurun (Fox, 2004).

Pengujian kadar asam laktat pada keju lunak kacang merah menggunakan metode PHF dan didapatkan sampel dengan lama inkubasi 8 jam memiliki kadar asam laktat paling banyak, sedangkan sampel dengan lama inkubasi 4 jam memiliki kadar asam laktat paling rendah sebesar 1,29984%. Hal ini disebabkan

dari lamanya inkubasi pada lama inkubasi 8 jam lebih lama dibandingkan sampel dengan lama inkubasi 4 jam dan 6 jam, sehingga asam laktat yang dihasilkan lebih banyak sebesar 2,104515%. Peningkatan asam laktat selama proses fermentasi membuat nilai pH sampel menjadi turun.

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter untuk mengetahui nilai pH dari susu kacang merah pada awal fermentasi, akhir fermentasi dan pada keju lunak kacang merah yang didapat. Hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Gambar 5.



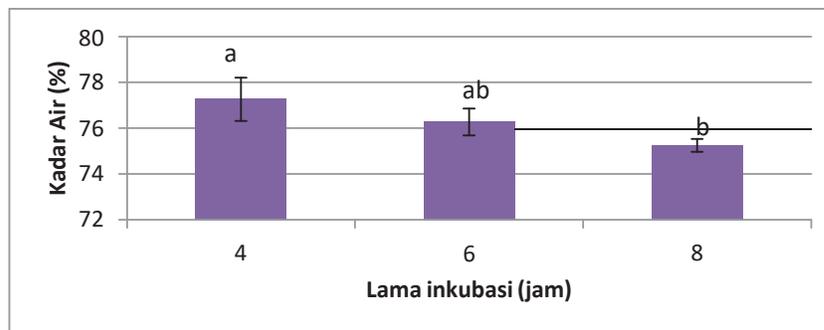
Gambar 5. Nilai Penurunan pH Awal dan Akhir Fermentasi dan pH Keju Lunak Kacang Merah

Rata-rata nilai pH awal susu kacang merah sebelum proses fermentasi adalah 6,1. Nilai pH pada ketiga sampel di awal proses fermentasi sama karena sampel yang digunakan sama yaitu susu kacang merah. Penurunan nilai pH dipengaruhi oleh jumlah *starter* yang digunakan. Jumlah *starter* yang digunakan sebanyak 20% (Andrew, 2017) dan pelarut yang digunakan adalah air. Air memiliki nilai pH 7,4. Berdasarkan data penelitian, nilai penurunan pH pada lama inkubasi 4 jam menunjukkan beda signifikan dibandingkan kedua sampel dengan lama inkubasi 6 jam dan 8 jam. Penurunan pH pada lama inkubasi 8 jam paling tinggi sebesar 1,32667% karena semakin banyak asam laktat yang dihasilkan dari proses fermentasi oleh bakteri akibat lamanya waktu fermentasi sehingga nilai pH juga turun menjadi asam sampai titik isoelektrik (pI). Jika nilai pH sudah mencapai titik isoelektrik maka tampak perubahan pada susu yaitu protein akan menggumpal dan memisah antara *curd* dan *whey*. Nilai pI pada susu sapi yaitu 4,6 sedangkan standar pH pada keju lunak berdasarkan USDA adalah 4,8.

Berdasarkan hasil pengukuran pH yang didapat setelah proses fermentasi mengalami penurunan menjadi 4,8-4,9 dan terbentuk *curd* dari protein kacang merah. Nilai pH pada sampel dengan lama inkubasi 4 jam beda signifikan dibandingkan kedua sampel sebesar 1,09667%, di mana penurunan pH paling rendah dibandingkan kedua sampel. Lama inkubasi 8 jam menurunkan pH paling banyak.

Hasil pengukuran nilai pH keju lunak kacang merah dengan lama inkubasi 4 jam, 6 jam dan 8 jam tidak menunjukkan beda signifikan yaitu 4,855, 4,835 dan 4,785. Fermentasi yang dilakukan *L.acidophilus* memang menurunkan pH ketiga sampel, namun nilai pH yang didapatkan tidak beda signifikan.

Pengukuran kadar air pada keju lunak kacang merah dilakukan dengan *dry weight* menggunakan oven untuk proses pengeringan dengan suhu 55°C selama 48 jam. Pengukuran kadar air dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 6.

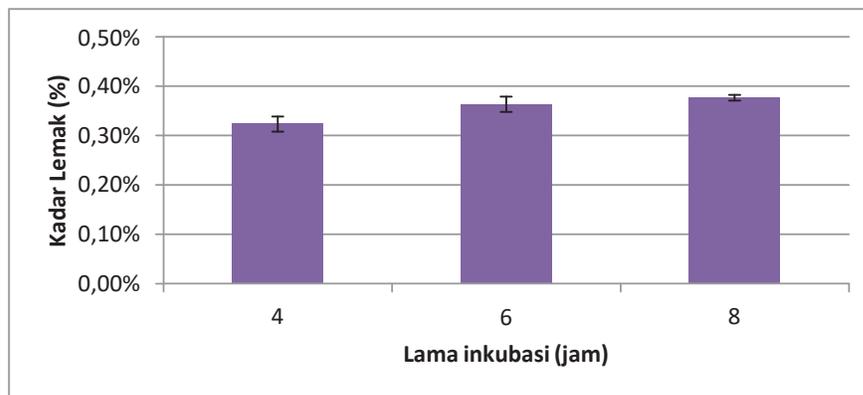


Gambar 6. Kadar Air Keju Lunak Kacang Merah

Berdasarkan hasil penelitian memperlihatkan bahwa kadar air keju lunak paling tinggi pada lama inkubasi 4 jam sebesar 77,26% dan lama inkubasi 8 jam memiliki kadar air paling rendah yaitu 75,25%. Nilai pH yang didapat dari pengujian yang dilakukan mempengaruhi kadar air sampel, semakin rendah nilai pH akan membuat sampel semakin asam dan suasana asam akan membuat semakin mudah *whey* keluar dari *curd* pada proses penyaringan. Keju yang memiliki nilai pH yang paling tinggi akan menahan air lebih banyak. Hal ini juga dipengaruhi oleh kadar asam laktat yang terdapat pada sampel. Semakin banyak asam laktat dalam sampel maka semakin kompak keju yang dihasilkan dan kadar

airnya semakin sedikit pula (Arifiansyah, 2014). Pada lama inkubasi 4 jam tidak beda signifikan dengan sampel inkubasi 6 jam tetapi terdapat beda signifikan dengan sampel dengan lama inkubasi 8 jam. Sampel dengan inkubasi 8 jam tidak beda signifikan dengan sampel yang diinkubasi 6 jam. Kadar air yang didapat tidak melebihi 80% sehingga keju yang didapatkan sesuai dengan standar USDA (2001).

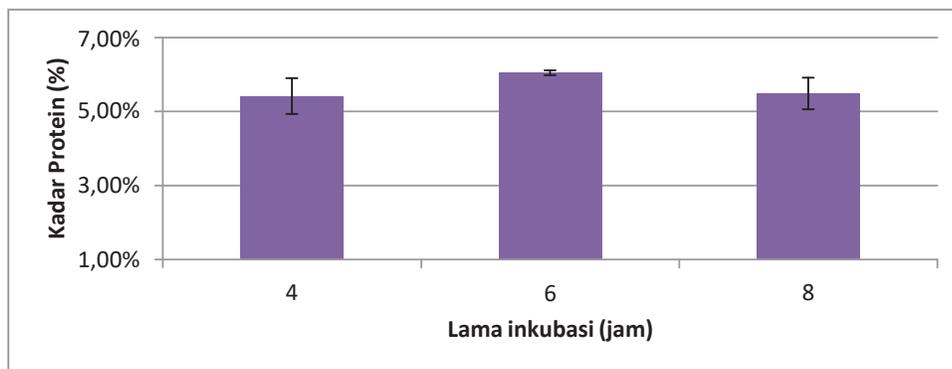
Pengukuran kadar lemak pada sampel keju lunak kacang merah dilakukan dengan metode ekstraksi *soxhlet* dengan menggunakan pelarut *petroleum eter*. Pengukuran kadar lemak dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 7.



Gambar 7. Kadar Lemak Keju Lunak Kacang Merah

Berdasarkan hasil yang didapat, kandungan lemak pada ketiga sampel keju lunak kacang merah rendah. Hal ini disebabkan karena bahan baku yang digunakan yaitu kacang merah yang memiliki kandungan lemak lebih kecil apabila dibandingkan dengan susu sapi. Hasil kadar lemak juga cenderung sama dan tidak ada beda signifikan dari kadar lemak berkisar 0,32 – 0,38%. Berdasarkan penelitian Nazim (2012) kadar lemak pada keju kacang kedelai mencapai 3,21%. Kadar lemak yang dimiliki keju lunak kacang merah lebih rendah dibandingkan dengan kadar lemak pada keju kacang kedelai.

Pengukuran kadar protein pada sampel keju lunak kacang merah dilakukan dengan menggunakan metode *kjehldal*. Pengukuran kadar protein dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 8.



Gambar 8. Kadar Protein Keju Lunak Kacang Merah

Berdasarkan hasil uji kadar protein pada keju kacang merah mengalami peningkatan di akhir fermentasi, di mana kadar protein susu kacang merah yang digunakan memiliki kandungan protein sebesar 3,14%. Kadar protein ketiga sampel tidak beda signifikan. Kadar protein sampel dengan lama inkubasi 4 jam sebesar 5,42%, sampel dengan lama inkubasi 6 jam sebesar 6,05% dan sampel dengan lama inkubasi 8 jam sebesar 5,49%. Hal ini disebabkan oleh substrat ketiga sampel sama yaitu susu kacang merah. Setelah proses fermentasi, diberikan penambahan rennet pada sampel kemudian diinkubasi kembali selama 1 jam untuk membuat tekstur *curd* menjadi lebih kokoh. Semakin banyak jumlah mikroba yang terdapat dalam sampel maka semakin tinggi kandungannya. Protein yang terdapat dalam suatu produk fermentasi merupakan jumlah total dari protein bahan yang digunakan dan protein bakteri asam laktat yang terdapat di dalamnya. *Lactobacillus acidophilus* memiliki kemampuan mengekskresikan ekstraseluler protease yang merupakan enzim yang mampu menghidrolisis ikatan peptida pada protein dan juga enzim-enzim lainnya. *Lactobacillus acidophilus* selama proses fermentasi juga memanfaatkan peptida atau asam amino bebas untuk pertumbuhannya (Syahri, 2010).

Kandungan protein pada keju kacang merah jauh lebih rendah dibandingkan dengan keju yang dibuat dengan bahan dasar susu hewani.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan keju lunak kacang merah ini dapat disimpulkan bahwa perbandingan kacang merah: air yang memiliki kandungan protein paling baik adalah 1:3 sebesar 5,35%. Kadar gula yaitu gula total dan gula reduksi, pH menurun selama proses fermentasi dan inkubasi 1 jam setelah penambahan rennet, sedangkan kadar asam laktat dan kadar protein meningkat. Hasil uji organoleptik menunjukkan panelis lebih menyukai sampel dengan lama inkubasi 6 jam dengan aroma tidak langu, warna putih kekuningan, memiliki rasa yang cukup asin, dan teksturnya tidak berpasir, sedikit asam, cukup kental dan after taste tidak pahit, serta tidak ditemukan adanya bakteri kontaminan *E.coli* dan *Salmonella*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifiansyah M., Wulandari E., Chairunnisa H. 2014. Karakteristik Kimia (Kadar Air dan Protein) dan Nilai Kesukaan Keju Segar Dengan Penggunaan Koagulan Jus Jeruk Nipis, Jeruk Lemon dan Asam Sitrat. Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran. Sumedang. Bidang Statistik Produksi.
2017. Statistik Hortikultura Provinsi Jawa Timur 2017. BPS Provinsi Jawa Timur.
- Dobois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.k., Rebers, P. A. & Smith, F., 1956. Colorimetric Method For Determination of Sugars and Related Substances. Analytic Chemistry: Minnesota.
- Fox, P. F. 2004. Cheese: Chemistry, Physics, and Microbiology. Elsevier. Pertiwi F. S; Aminah. S. Nurhidajah. 2013. Aktivitas Antioksidan, Karakteristik Kimia, dan Sifat Organoleptik Susu Kecambah Kedelai Hitam (Glycine Soja) Berdasarkan Waktu Perkecambahan. Jurnal Pangan dan Gizi Vo. 04 No.08
- Gozali, R. Andrew. 2017. Pembuatan Keju Lunak Berbahan Dasar KacangBogor (*Vigna subterranean*) Dengan *Lactobacillus acidophilus* dan Enzim Rennet. Surabaya: Universitas Surabaya.
- Narayan, N. 2004. L(+) Lactic Acid Fermentation and Its Product Polymerization. Department of Biochemical Engineering and Biotechnology Indian Institute of Technology Delhi, India
- Nazim, M. U; Mitra, K., Rahman, M. M; Abdullah, A. T. M; Parveen, S. 2012. Evaluation of the nutritional quality and microbiological analysis of newly developed soya cheese. International Food Research Journal. Bangladesh.
- Nery R, Martínez G. I., Totosaus, A. 2015. Effect of emulsified soy oil with different carrageenans in rennet-coagulated milk gels. International Food Research Journal. Mexico.

- Oyeleke, G.O., Afolabi, O. dan Isola, A.D. 2012. Some Quality Characteristics and Carbohydrate Fractions of Bambara Groundnut (*Vigna subterranea* L.) Seed Flour. *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 2005. *Kimia Organic, Sterokimia, Lemak, dan Protein*. Yogyakarta :Gadjah Mada University Press.
- Setioningsih, Eti., Setyaningsih, Ratna., Susilowati, Ari. 2004. Pembuatan Minuman Probiotik dari Susu Kedelai dengan Inokulum *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret (UNS).
- Shurtleff W., Aoyagi A. 2000. *Tofu & Soymilk Production: A Craft and Technical Manual*. Soyfood Center. Lafayette.
- Silvia, Sara., Suryanto, Dwi., Desrita. 2018. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Potensial Probiotik Pada Saluran Pencernaan Ikan Bandeng (*Chanos-chanos*). *Acta Aquatica: Aquatic Science Journal* 5(1).
- Sumilat. 2012 Pengaruh Konsentrasi Spora *Mucor Miehei* NRRL 3310 Terhadap Karakteristik Keju Semi Keras Berbahan Dasar Biji Melon. Surabaya
- Winarno, F. G dan I. E. Fernandez. 2007. *Susu dan Produk Fermentasinya*. Bogor: M-Brio Press.