AKTIVITAS ANTIBAKTERI CASPIAN SEA SOYGHURT (KAJIAN PROPORSI PENAMBAHAN SUKROSA DAN SUSU SKIM SERTA JENIS KEDELAI)

Antibacterial Activity Caspian Sea Soyghurt (Study On Sugar And Skim Milk Proportion And Soybean Varieties)

Dwi Herlambang¹, Hamidah I Rif'ah^{1*} dan Joni Kusnadi²

¹Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian-FTP-UB

²Staff Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian-FTP-Universitas Brawijaya

*Email korespondensi: hamidahrifa10@gmail.com

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui jenis kedelai serta proporsi gula pasir dan susu skim terbaik agar didapatkan *caspian Sea soyghurt* dengan kandungan nutrisi yang baik serta karakteristik warna, aroma dan rasa dapat diterima masyarakat. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari 2 faktor. Faktor I adalah jenis kedelai (Kedelai kuning dan hitam) sedangkan faktor Faktor II adalah proporsi gula dan susu skim (100:0 ; 25:75 ; 50:50 ; 75:25 ; 0:100) dengan tiga kali ulangan. Data dianalisa dengan ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan uji lanjut DMRT dengan tingkat kepercayaan 95% dan Pemilihan perlakuan terbaik menggunakan metode *zeleny*. Perlakuan *caspian sea soyghurt* terbaik menggunakan kedelai kuning dengan proporsi gula pasir dan susu skim (100:0) dengan nilai pH 3,98; total asam 0,63%; diameter zona bening *E. coli* 9,00 mm; diameter zona bening *S. aureus* 7,70 mm; jumlah bakteri asam laktat 4,8x10⁸ CFU/mL; nilai organoleptik warna 3,32 (Agak suka); nilai organoleptik aroma 3,26 (agak suka); nilai organoleptik rasa 3,42 (agak suka) dan nilai organoleptik tekstur 2,21 (tidak suka).

Kata Kunci : Caspian sea Soyghurt, sukrosa, Kedelai, Susu skim

Abstract

The purpose of this research is to find the right soybean variety and the proportion of sugar and skim milk to get Caspian Sea soyghurt with good nutritional values and characteristic of color, aroma, and taste that can be accepted. This research used a factorial randomized block design with two factors. The first factor was a variety of soybean (soybean and black soybean). The second factor was the proportion of sugar and skim milk (100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100) with three replication. Data were analyzed by ANOVA (Analysis of Variance) with the following test using DMRT with trust level 95% and Zeleny method was used to select the best treatment. The best treatment is obtained using yellow soybean with proportion of sugar and skim milk (100:0) with pH 3,98; total acid 0,63%; diameter clear zone of *Escherichia. coli* 9,00 mm; diameter clear zone of *Staphylococcus aureus* 7,70 mm; number of lactic acid bacteria 4,8x10⁸ CFU/mL; organoleptic value of color 3,32 (pretty like); organoleptic value of aroma 3,26 (pretty like); organoleptic value of taste 3.42 (pretty like) and organoleptic value of texture 2.21 (dislike).

Keywords : Caspian sea Soyghurt, Skim Milk, Soybean, Sugar

PENDAHULUAN

Caspian Sea Soyghurt merupakan produk fermentasi susu kacang kedelai dengan adanya bantuan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* yang berfungsi memecah molekul glukosa dalam substrat menjadi asam laktat (Setiawati, 2010). Selain itu, *caspian soy soyghurt* mengandung lemak dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan *yoghurt* susu sapi sehingga cocok untuk dikonsumsi bagi yang menjalankan diet (Dewi, 2007). Akan tetapi *soyghurt* memiliki kelemahan yang sama seperti *yoghurt* susu sapi yaitu memiliki rasa asam yang kurang disukai oleh sebagian konsumennya. Oleh karena itu, untuk mengatasi rasa asam tersebut dengan mengolah susu kedelai menjadi *caspian sea soyghurt*. Pembuatan *caspian sea yogurrt* ini memerlukan waktu lebih singkat sehingga asam yang dihasilkan tidak setinggi *yoghurt* biasa.

Kusumaningrum (2013) menyatakan bahwa *caspian sea yoghurt* memiliki beberapa keunikan diantaranya adalah tingkat keasaman yang rendah, konsistensi atau viskositas yang lebih kental, serta rasa dan aroma yang lebih menarik. Pembuatan *caspian sea yoghurt* juga lebih mudah karena suhu inkubasi yang digunakan adalah suhu ruang sehingga cocok untuk diaplikasikan di Indonesia. Sama seperti pembuatan *soyghurt*, dalam pembuatan *caspian sea soyghurt* perlu diperhatikan penambahan karbohidrat lain sebagai sumber gula bagi bakteri starter. Hal ini dikarenakan menurut yang dilaporkan Koswara (2009) sumber karbohidrat yang digunakan starter untuk tumbuh adalah laktosa yang berasal dari susu sapi, sedangkan karbohidrat yang terdapat pada susu kedelai adalah golongan oligosakarida diantaranya sukrosa, stakiosa, dan rafinosa yang larut dalam air, dimana hanya 12-14 % dari kandungan oligosakarida tersebut yang dapat terfermentasi oleh BAL (Koswara, 2009) sehingga perlu adanya

penambahan sumber karbohidrat lain yakni sukrosa dan susu skim

Sukrosa sendiri dalam teknologi pangan memiliki fungsi yang beraneka ragam, yaitu sebagai pemanis, pembentuk tekstur, pengawet, pembentuk citarasa, sebagai substrat bagi mikroba dalam proses fermentasi, bahan pengisi dan sebagai pelarut. Selain itu menurut Purnomo (2007) penambahan sukrosa 4-11% pada produk *yoghurt* selain dapat meningkatkan kinerja bakteri asam laktat juga dapat memperbaiki tekstur yang dihasilkan. Sedangkan susu skim ditambahkan pada *yoghurt* karena susu skim mengandung laktosa yang dapat menjadi sumber karbon bagi pertumbuhan bakteri asam laktat dan protein yang dapat memperbaiki konsistensi dari *yoghurt* yang dihasilkan (Fitri, 2011). Penggunaan susu kacang kedelai sebagai bahan baku serta proporsi gula pasir dan susu skim (0:100, 25:75, 50:50, 75:25, dan 100:0) diharapkan mampu menghasilkan *Caspian Sea soyghurt* yang baik ditinjau dari komponen mikrobiologi dan kimia yang baik, serta karakteristik organoleptik dapat diterima.

BAHAN DAN METODE

Alat

Alat yang digunakan pada pembuatan *Caspian Sea Yoghurt* diantaranya adalah timbangan digital, peralatan gelas, termometer, gelas ukur, panci stainless steel, batang pengaduk, saringan, pisau, sarung tangan dan kompor listrik.

Alat yang digunakan untuk analisis adalah pH meter, autoclaf, inkubator, tabung reaksi, cawan petri, labu erlenmeyer, labu ukur, laminar air flow, kompor listrik, micropipet 1000 μ L, tips, vortex, pipet ukur, pipet tetes, bunsen, beaker glass, bola hisap, buret, corong, kertas saring, neraca analitik dan colony counter.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan *caspian sea soyghurt* adalah gula pasir, susu bubuk skim, Bubuk starter *caspian sea yoghurt* Fujicco co, ltd yang terbuat dari susu sapi dari Hokkaido dan bakteri asam

laktat *Lactococcus lactis subsp cremosris*. Kacang kedelai yang digunakan dalam penelitian kacang kedelai kuning varietas Argomulyo dan kedelai hitam varietas Detam 2 yang didapatkan dari Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. Bahan yang digunakan untuk pembuatan susu kedelai adalah NaHCO_3 atau soda kue (Koepoe-koepoe).

Bahan yang digunakan dalam analisis diantaranya Indikator Phenolphthalein (PP), NaOH, larutan pepton steril, media MRSA, media NA, Media NB, dan media BPW 1%. Adapun bahan bahan untuk proses analisa diperoleh dari Laboratorium Biokimia, dan laboratorium Mikrobiologi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Faktor I adalah jenis kedelai (Kedelai kuning dan hitam) sedangkan faktor Faktor II adalah proporsi gula dan susu skim (100:0 ; 25:75 ; 50:50 ; 75:25 ; 0:100). Didapatkan 10 kombinasi perlakuan yang akan dianalisa secara mikrobiologi, kimia, dan organoleptik dengan 3 ulangan sehingga didapatkan sampel uji sebanyak 30 satuan percobaan.

Pembuatan Susu Kacang Kedelai

Kedelai yang telah disortasi (dipisahkan dari pengotor dan biji rusak) direndam dalam larutan NaHCO_3 0,5 % dengan perbandingan kedelai 1 bagian dan larutan NaHCO_3 0,5% 3 bagian selama 12 jam. Selanjutnya kedelai ditiriskan, dan ditambah larutan NaHCO_3 0,5% baru dengan perbandingan yang sama (1:3), lalu diblansir 80-90°C selama 30 menit dan ditiriskan. Kedelai dibilas dengan air panas (80-100°C) dan tiriskan. Kedelai yang telah dibilas, dihancurkan dengan blender disertai penambahan air panas (80-100°C) dengan perbandingan kedelai 1 bagian dan air panas 10 bagian. Kedelai yang telah menjadi bubur disaring menggunakan kain saring, ampas dipisahkan dan didapatkan susu kedelai.

Pembuatan Starter Caspian Sea Soyghurt

30 gram starter bubuk *caspian sea yoghurt* diinokulasikan ke dalam 500 ml susu pasteurisasi. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 30°C selama 18 jam di dalam inkubator.

Pembuatan Caspian Sea Soyghurt

Bahan kering untuk pembuatan *caspian sea soyghurt* (susu skim dan gula pasir) di timbang sesuai dengan formulasinya. Bahan yang telah ditimbang dimasukkan kedalam susu kedelai. Susu kedelai yang telah bercampur dengan bahan kering dipasteurisasi pada suhu 80-90°C selama 15 menit, kemudian didinginkan hingga 40°C. Selanjutnya starter *caspian sea yoghurt* diinokulasikan ke dalam susu kedelai sebanyak 5% dari jumlah susu kedelai yang telah didinginkan. Setelah starter tercampur merata susu kedelai diinkubasi pada suhu kamar ($30 \pm 1^\circ \text{C}$) selama 18 jam. Selanjutnya *caspian sea soyghurt* disimpan pada suhu 5°C.

Analisis Kimia

Sampel produk *caspian sea soyghurt* dianalisa berupa total asam terlarut (Nielsen, 2010) dan pH (AOAC, 2005).

Analisa Mikrobiologi

Selain analisa kimia sampel produk *caspian sea soyghurt* juga dianalisa mikrobiologi berupa total bakteri asam laktat dan uji antibakteri (Poeloengan, 2006).

Analisa Sensori

Setelah dilakukan analisis kimia dan mikrobiologi, selanjutnya dilakukan analisa sensori yaitu uji hedonik (Lawless and Heymann, 2010) untuk mengetahui respon penerimaan panelis terhadap *caspian sea soyghurt*

Analisis Statistika

Data dianalisis menggunakan analisis ragam dengan ANOVA (IBM SPSS Statistics 24). Hasil ANOVA yang telah diperoleh diuji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) apabila terdapat perbedaan nyata ($\alpha=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Caspian Sea Soyghurt

Karakteristik kimia *caspian sea soyghurt* yang meliputi nilai pH dan total asam terlarut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Nilai pH, Total Asam Tertitrasi *Caspian Sea Soyghurt*

Proporsi Sukrosa dan Susu (b/b)	Jenis Kedelai	Rata-Rata pH	Rata-Rata Total Asam Tertitrasi (%)
0 : 100	Kuning	4,28	0.36
	Hitam	4.37	0.39
25 : 75	Kuning	4.17	0.42
	Hitam	4.22	0.55
50 : 50	Kuning	4.14	0.49
	Hitam	4.21	0.57
75 : 25	Kuning	4.10	0.63
	Hitam	4.12	0.63
100 : 0	Kuning	3.98	0.65
	Hitam	4.08	0.72

1. Total Asam Tertitrasi

Total asam *caspian Sea soyghurt* berkisar antara 0.36 – 0.72. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis kedelai dan proporsi gula pasir : susu skim tidak berpengaruh yang nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai pH dari *caspian sea soyghurt* yang dihasilkan. Proporsi gula dan susu skim memberikan pengaruh nyata terhadap nilai total asam. Hal ini dikarenakan menurut Kenyon(2012) bakteri *Lactococcus lactis* dapat memperoleh sumber karbohidrat tidak hanya dari laktosa namun dapat juga dari sukrosa. Pernyataan ini juga didukung oleh Halazs, (2013) yang menyatakan bahwa bakteri asam laktat (*Lactococcus lactis ssp. Cremoris*) dapat menggunakan sukrosa sebagai sumber karbon dengan proses hidrolase diluar sel menjadi glukosa dan fruktosa untuk selanjutnya diproses menjadi asam laktat.

Selain proporsi gula pasir : susu skim, perlakuan jenis kedelai yang berbeda yakni kedelai kuning dan hitam juga mempengaruhi nilai total asam dari *caspian sea soyghurt*. Hal ini karena protein kedelai kuning varietas agromulyo sekitar 37 – 42,20% sedangkan protein kedelai hitam varietas detam-1 sebesar 45,60% (Ginting dkk., 2009). Kadar protein kedelai dapat mempengaruhi nilai total asam *caspian sea soyghurt* karena menurut Sintasari dkk (2014) protein digunakan bakteri asam laktat sebagai sumber nitrogen untuk memacu perkembangan bakteri asam laktat

sehingga akan menyebabkan peningkatan total asam yang dihasilkan.

2. pH

Nilai pH *caspian sea soyghurt* berkisar antara 3.98 – 4.28 Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis kedelai dan proporsi gula pasir : susu skim tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap nilai pH dari *caspian sea soyghurt* yang dihasilkan. Sedangkan proporsi gula dan susu skim memberikan pengaruh nyata terhadap nilai pH dikarenakan laktosa pada susu skim dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim α -galaktosidase. Sedangkan glukosa dirubah menjadi asam laktat melalui glikolisis yang mengakibatkan terakumulasinya asam laktat sehingga pH produk turun (Suryana, 2013).

Selain mengandung laktosa yang dirubah menjadi asam laktat, susu skim juga mengandung protein yang berpengaruh terhadap nilai pH. Hal ini disebabkan enzim proteolitik memecah protein menjadi asam amino, sehingga jumlah nitrogen yang terlarut meningkat. Dengan adanya peningkatan nitrogen terlarut maka pH juga akan mengalami peningkatan (Suryana, 2013). Akan tetapi kenaikan nilai pH akibat nitrogen tidak sebesar penurunan pH akibat fermentasi laktosa. Hal ini dikarenakan apabila dibandingkan dengan pH susu kedelai sebelum fermentasi, tetap terjadi penurunan pH pada *caspian sea soyghurt* dengan menggunakan susu skim (7,23:4,37).

Karakteristik Mikrobiologi *Caspian Sea Soyghurt*

Karakteristik mikrobiologi Caspian Sea soyghurt meliputi total bakteri asam laktat dan aktivitas antibakteri yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Rerata Jumlah Bakteri Asam Laktat dan Aktivitas Antibakteri *Caspian Sea Soyghurt*

Proporsi Gula Pasir dan Susu (b/b)	Jenis Kedelai	Jumlah Bakteri	Aktivitas Antibakteri	
		Asam Laktat	<i>E. Coli</i> (mm)	<i>S. Aureus</i> (mm)
0 : 100	Kuning	2.3 x 10 ⁸	3.40	3.30
	Hitam	2.48 x 10 ⁸	3.80	3.50
25 : 75	Kuning	2.96 x 10 ⁸	4.50	3.80
	Hitam	3.29 x 10 ⁸	4.50	4.00
50 : 50	Kuning	3.18 x 10 ⁸	5.30	5.60
	Hitam	3.18 x 10 ⁸	5.80	5.10
75 : 25	Kuning	3.39 x 10 ⁸	7.70	6.00
	Hitam	3.64 x 10 ⁸	6.70	6.30
	Kuning	4.22 x 10 ⁸	9.00	7.70
100 : 0	Hitam	4.87 x 10 ⁸	9.10	8.20

1. Jumlah Bakteri Asam Laktat *Caspian Sea Soyghurt*

Jumlah bakteri asam laktat *Caspian sea soyghurt* berkisar antara 2.3 x 10⁸ – 4.87 x 10⁸. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis kedelai dan proporsi gula pasir : susu skim tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap jumlah Bakteri Asam Laktat dari *Caspian sea soyghurt* yang dihasilkan. Sedangkan perlakuan penambahan proporsi gula pasir : susu skim dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap rerata jumlah bakteri asam laktat karena menurut Damayanti (2015) untuk tumbuh bakteri asam laktat membutuhkan nutrisi, dan salah satunya adalah senyawa karbon. Mikroba membutuhkan karbon dalam beberapa bentuk yaitu anorganik atau organik. Komponen anorganik antara lain CO₂, sedangkan karbon yang berbentuk organik dapat berasal dari tiga kelas utama sebagai sumber karbon, diantaranya karbohidrat dan lemak. Karbohidrat merupakan nutrisi utama sel untuk respirasi sel atau sumber metabolisme utama. Metabolisme dapat menghasilkan energi yang diperlukan untuk sistem kerja sel, sintesis organel sel dan untuk membentuk generasi baru (Damayanti, 2015), sedangkan pada

fermentasi *Caspian sea soyghurt*, sumber karbohidrat bagi bakteri asam laktat hanya berasal dari gula pasir dan susu skim yang ditambahkan karena bakteri asam laktat tidak dapat mencerna oligosakarida yang terdapat pada susu kedelai. Menurut Ismawati dkk (2016), kadar sukrosa pada gula pasir lebih tinggi dibandingkan jumlah laktosa pada susu bubuk skim. Sehingga gula pasir memberikan nutrisi (Karbohidrat) yang lebih banyak bagi pertumbuhan bakteri asam laktat dibandingkan susu skim.

Adapun menurut Machmud (2011) karena sukrosa bukan merupakan substrat alami bakteri asam laktat (*Lactococcus lactis ssp. Cremoris*) sehingga untuk memecah sukrosa tersebut harus memerlukan adaptasi terlebih dahulu untuk menghasilkan enzim yang dapat memecah sukrosa. Enzim tersebut yaitu enzim sukrase yang mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa untuk selanjutnya mengolahnya menjadi asam laktat.

Walaupun memerlukan adaptasi dalam memecah sukrosa (gula pasir) untuk digunakan bakteri asam laktat tumbuh, bukan berarti pertumbuhan bakteri asam laktat menjadi terhambat bila dibandingkan dengan laktosa (susu skim). Karena menurut yang dilaporkan

Oliviera et al. (2005), bahwa kecepatan pertumbuhan bakteri asam laktat *Lactococcus lactis ssp. cremoris* pada media dengan sumber karbon seperti glukosa, galaktosa, sukrosa dan laktosa adalah sama.

2. Aktivitas Antibakteri *E. coli* pada Caspian Sea Soyghurt

Aktivitas antibakteri *caspian sea soyghurt* terhadap bakteri *E. coli* mampu menghasilkan zona bening berkisar antara 3.40 – 9.10 mm. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis kedelai dan proporsi gula pasir : susu skim tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap diameter zona bening yang terbentuk. Sedangkan proporsi gula pasir : susu skim memberikan pengaruh nyata karena pada kedua jenis kedelai (hitam dan kuning) semakin tinggi kadar gula pasir yang ditambahkan menunjukkan semakin besar zona bening yang terbentuk. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan Fitriarni dkk (2014) yang menyatakan bahwa bakteri asam laktat membutuhkan laktosa sebagai sumber karbon, dan pada *soyghurt* penambahan sukrosa (gula pasir) adalah yang terbaik karena merupakan sumber karbon tertinggi. Semakin tinggi proporsi gula pasir yang ditambahkan semakin tinggi pula jumlah bakteri asam laktat yang berarti semakin tinggi pula asam laktat yang terdapat pada *soyghurt*.

Kelompok bakteri asam laktat merupakan kelompok bakteri yang dapat menghasilkan asam laktat sebesar 50-85% dari seluruh senyawa hasil metabolit yang dihasilkan (Fitriarni dkk, 2014). Asam laktat dapat memiliki kemampuan bakteriostatik apabila memiliki pH diatas 5,0. Sedangkan asam laktat dapat juga bersifat bakterisidal apabila memiliki pH dibawah 5,0 (Ray dan Bhunia, 2008). Rendahnya pH lingkungan bakteri

Escherichia coli yang diakibatkan adanya asam laktat menyebabkan ketidak seimbangan pH internal sel dan

pH eksternal sel. Selanjutnya ion H^+ dari luar berdifusi ke dalam sel menyebabkan lisisnya sel sehingga enzim, molekul serta protein terdenaturasi dan berujung pada kematian sel *Escherichia coli* (Garbutt, 1997).

Selain menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan pH, bakteri asam laktat menghasilkan juga hydrogen peroksida (H_2O_2) (Ouwehand dan Vesterlund, 2004). Hidrogen peroksida (H_2O_2) berperan sebagai komponen antibakteri karena memiliki sifat sebagai pengoksidasi kuat yang dapat mengoksidasi membran sel bakteri uji (*Escherichia coli*) (Fitriarni dkk, 2014). Meskipun merupakan pengoksidasi kuat, kandungan efektif hidrogen peroksida dalam produk fermentasi bakteri asam laktat hanya berkisar 6-40 $\mu\text{g/ml}$ (Ray dan Bhunia, 2008). Angka tersebut masih di bawah ambang batas toleransi tubuh manusia terhadap H_2O_2 yaitu 3 mg/ml (Sikernas, 2011), sehingga aman untuk dikonsumsi.

3. Aktivitas Antibakteri *S. Aureus* pada Caspian Sea Soyghurt

Aktivitas antibakteri *caspian sea soyghurt* terhadap bakteri *S. Aureus* mampu menghasilkan zona bening berkisar antara 3.30 – 8.20 mm. Hasil analisa ragam menunjukkan bahwa interaksi antara jenis kedelai dan proporsi gula pasir : susu skim tidak berpengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap diameter zona bening yang terbentuk. Seperti pada aktivitas antibakteri *caspian sea soyghurt* terhadap bakteri uji *E. coli*, proporsi gula pasir: susu skim memberikan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas antibakteri bakteri uji *S. aureus*. Dimana semakin tinggi proporsi gula pasir yang ditambahkan semakin tinggi jumlah bakteri asam laktat yang berarti semakin tinggi asam laktat yang terdapat pada *soyghurt*. Asam laktat yang tinggi menurunkan pH lingkungan bakteri uji *S. aureus* dan menyebabkan sel bakteri uji lisis.

Selain menghasilkan asam laktat dan hidrogen peroksida, khusus untuk

melawan bakteri uji gram positif, bakteri asam laktat pada *caspian sea soyghurt* (*Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*.) memiliki komponen antibakteri lain yaitu bakteriosin. Bakteriosin merupakan protein aktif biologikal atau kompleks protein yang dapat bekerja pada bakteri patogen spesifik tanpa mengganggu mikrobiota yang menguntungkan (Amanah, 2010).

Bakteriosin yang dihasilkan oleh *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*. adalah Lactococcin R. Lactococcin R memiliki karakteristik dapat bertahan pada suhu tinggi hingga 90°C selama 60 menit atau suhu 121°C selama 15 menit. Selain itu Lactococcin R dapat bertahan pada suhu rendah hingga -70°C selama 3 bulan dan pada pH 2-9. Lactococcin R. sebagai zat antibakteri, sangat baik untuk melawan bakteri patogen seperti *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Listeria*, *Micrococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*, dan *Pediococcus* spp., akan tetapi Lactococcin R tidak dapat melawan bakteri gram negatif seperti *E. coli* (Yildirim dan Johnson, 1998).

Kusmarwati dkk (2014)

dalam penelitiannya melaporkan bahwa bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat tidak efektif dalam mengambat bakteri gram negatif karena adanya lapisan lipopolisakarida (LPS) dari dinding sel bakteri gram negatif yang melindungi membran sel, sebagai lokasi target bakteriosin.

4. Perbandingan Aktivitas Antibakteri *E. coli* dan *S. aureus* Pada *Caspian Sea Soyghurt*

Tabel 2. menunjukkan bahwa *caspian sea soyghurt* dengan jenis kedelai dan proporsi gula pasir : susu skim yang berbeda memiliki kemampuan penghambatan yang berbeda antara bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, dimana *caspian sea soyghurt* lebih dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dibandingkan dengan *Staphylococcus*

aureus. Hal ini dikarenakan zona bening penghambatan bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki diameter yang lebih kecil jika dibandingkan dengan diameter zona bening yang terbentuk pada bakteri *Escherichia coli*. Pada diameter zona bening bakteri *Escherichia coli* yang terbentuk hingga mencapai 9,1 mm, sedangkan pada bakteri *Staphylococcus aureus* hanya mencapai 8,2 mm.

Fenomena ini tidak sesuai dengan penjelasan aktivitas antibakteri *caspian sea soyghurt* terhadap bakteri uji *Escherichia coli* dan *staphylococcus aureus* yang menyebutkan komponen antibakteri untuk melawan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*) hanya 2 (Asam laktat dan hydrogen peroksida), sedangkan terdapat 3 komponen untuk melawan bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) yaitu asam laktat, hidrogen peroksida dan bakteriosin (Wijaningsih, 2008).

akan tetapi komponen antibakteri *caspian sea soyghurt* lebih mampu melawan bakteri gram negatif karena asam laktat melemahkan permeabilitas bakteri gram negatif dengan merusak membran luar bakteri gram negatif. Asam laktat merupakan molekul larut air sehingga mampu menembus periplasma bakteri gram negatif melalui protein porin membran luarnya. Pelindung dari permeabilitas membran luar berupa lapisan lipopolisakarida pada permukaan membran dirusak asam laktat sehingga substrat antimikroba lain seperti hidrogen peroksida dapat masuk kedalam membran sitoplasma (Alokomi et al., 2000). Asam laktat berubah menjadi bentuk terdisosiasi dalam membran sitoplasma sehingga menurunkan pH intraseluler dan mengganggu transportasi proton, hidrogen peroksida mengoksidasi membran lipid dan gugus sulfhidril (Ray dan Bhunia, 2008). Bakteri gram positif mempunyai pertahanan kondisi asam berupa mekanisme pompa proton sehingga mampu menyeimbangkan pH sel dan substrat antimikroba lainnya tidak dapat masuk ke membran sitoplasma (Cotter dan Hill, 2003).

Tabel 3. Rerata Tingkat Kesukaan *Caspian Sea Soyghurt* (Uji Hedonik).

Proporsi Gula Pasir dan Susu	Jenis Kedelai	Rasa	Aroma	Warna	Tekstur
0 : 100	Kuning	3.37	3.37	3.92	3.79
	Hitam	3.29	2.95	2.68	3.16
25 : 75	Kuning	3.68	3.45	3.76	3.63
	Hitam	3.61	3.08	2.84	3.42
50 : 50	Kuning	3.74	3.18	3.71	3.16
	Hitam	3.66	3.13	2.82	3.29
75 : 25	Kuning	3.63	3.21	3.55	2.58
	Hitam	3.34	3.05	2.71	3.05
100 : 0	Kuning	3.42	3.26	3.32	2.21
	Hitam	3.16	2.97	2.39	2.37

Uji Organoleptik

Uji yang digunakan untuk menganalisis karakteristik organoleptik *caspian sea soyghurt* adalah uji hedonik. Pada penelitian ini menggunakan 40 panelis tidak terlatih untuk mengetahui tingkat kesukaan *caspian sea soyghurt*. Karakteristik organoleptik meliputi parameter rasa, warna, aroma, dan tekstur ditampilkan pada Tabel 3.

1. Rasa

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap rasa dari *caspian sea soyghurt* berkisar antara 3.16 sampai 3.74 (cenderung agak suka). Dilihat dari nilai rata-rata tertinggi, panelis cenderung menyukai *caspian sea soyghurt* kedelai kuning dengan proporsi gula pasir dan susu skim 50 : 50. Proporsi penambahan gula pasir dan susu skim berpengaruh nyata ($\alpha=0.05$) terhadap tingkat kesukaan rasa *caspian sea soyghurt*.

Hal ini karena menurut yang dilaporkan Suryana (2013) dalam penelitiannya, bahwa keberadaan susu skim membantu menutupi rasa asam dan memperbaiki citarasa dari *soyghurt* yang dihasilkan. Sedangkan gula pasir (sukrosa) yang ditambahkan pada susu kedelai pada saat sebelum fermentasi akan membantu menghasilkan produk *soyghurt* dengan rasa manis dan asam yang seimbang sehingga produk menjadi lebih disukai oleh panelis. Rasa manis dan asam yang seimbang menjadi faktor penting

dalam penerimaan konsumen terhadap produk fermentasi laktat (Suryana, 2013).

2. Aroma

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap aroma dari *caspian sea soyghurt* berkisar antara 2.25 sampai 3.45 (cenderung agak suka). Dilihat dari nilai rata-rata tertinggi, panelis cenderung menyukai *caspian sea soyghurt* kedelai kuning dengan proporsi gula pasir dan susu skim 25 : 75. Adapun perlakuan perbedaan kacang kedelai yang digunakan berpengaruh nyata ($\alpha=0.05$) terhadap tingkat kesukaan *caspian sea soyghurt*.

Mengacu pada hasil uji organoleptik Tabel. 3 menunjukkan pada setiap sampel dengan proporsi gula pasir : susu skim yang sama namun dengan jenis kedelai yang berbeda, rerata skor yang didapatkan kedelai hitam lebih rendah dibandingkan dengan kedelai kuning. Apabila dibandingkan kandungan lemak antara kedelai hitam dan kedelai kuning, kacang kedelai kuning memiliki kadar lemak yang lebih rendah (20,8%) dibandingkan dengan lemak pada kedelai hitam (33,06%) (Ginting dkk, 2009). Berdasarkan hasil tersebut dapat terlihat bahwa *soyghurt* kedelai kuning lebih disukai oleh panelis karena sedikitnya kadar lemak sehingga sedikit pula yang bereaksi dengan enzim lipoksigenase. Sebaliknya *soyghurt* kedelai hitam lebih tidak disukai karena kandungan lemak lebih banyak sehingga lebih banyak pula

bereaksi dengan lipoksigenase yang menyebabkan aroma langu. Pada penelitian ini telah dilakukan penggilingan dengan air panas (80-100°C) selama $\pm$ 3 menit untuk menginaktivasi enzim lipoksigenase sehingga bau langu yang terbentuk dapat dikurangi (Sinaga, 2015). Akan tetapi sejalan dengan penelitian yang dilakukan Suryana (2013) bau langu ini masih tidak dapat tertutupi secara penuh.

3. Warna

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap warna dari *caspian sea soyghurt* berkisar antara 2.39 sampai 3.92 (cenderung agak suka). Dilihat dari nilai rata-rata tertinggi, panelis cenderung menyukai *caspian sea soyghurt* kedelai kuning dengan proporsi gula pasir dan susu skim 0 : 100. Adapun proporsi gula pasir : susu skim dan jenis kacang kedelai memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0,05$) terhadap warna dari *caspian sea soyghurt*.

Perlakuan perbedaan jenis kacang kedelai memberikan pengaruh nyata pada aroma *caspian sea soyghurt* karena Warna yang dihasilkan oleh sampel *soyghurt* kedelai hitam berasal dari pigmen anthosianin yang terdapat pada kulit kedelai hitam sebagai bahan baku utama dari *soyghurt*. Anthosianin merupakan zat warna merah, ungu, biru, hitam dari berbagai bunga, sayuran, buah-buahan, kacang-kacangan dan sereal. Selain sebagai zat warna, anthosianin juga dikenal sebagai senyawa antioksidan, suatu senyawa yang dibutuhkan untuk melawan radikal bebas yang berdampak negatif bagi tubuh (Marsen, 2014).

Keberadaan anthosianin pada *soyghurt* kedelai hitam menunjukkan suatu kelebihan kedelai hitam dibandingkan dengan kedelai kuning. Akan tetapi pada Tabel. 3 menunjukkan pada setiap sampel dengan proporsi gula pasir : susu skim yang sama, rerata skor yang didapatkan kedelai hitam lebih rendah dibandingkan dengan kedelai kuning. Hal ini sejalan dengan Susilawati (2015) yang menyatakan bahwa walaupun suatu produk pangan memberikan manfaat lebih, namun

dengan penampakan (warna) yang tidak lazim maka, produk pangan tersebut cenderung kurang disukai.

4. Tekstur

Rerata nilai kesukaan panelis terhadap tekstur dari *caspian sea soyghurt* berkisar antara 2.68 sampai 3.79 (agak suka). Dilihat dari nilai rata-rata tertinggi, panelis cenderung menyukai *caspian sea soyghurt* kedelai kuning dengan proporsi gula pasir dan susu skim 50 : 50. perlakuan proporsi gula pasir : susu skim berpengaruh nyata ($\alpha=0.05$) terhadap tingkat kesukaan aroma *caspian sea soyghurt*.

Berdasarkan Tabel 3. semakin tinggi proporsi susu skim pada sampel *soyghurt* semakin menaikkan skor rerata kesukaan panelis terhadap tekstur dari *soyghurt*. Hal ini dikarenakan menurut USDA (2017) dalam 100 gram susu skim bubuk mengandung protein sebesar 34,78%. Menurut Sirait (1984) dalam penelitiannya, salah satu protein yang terdapat dalam susu (kasein) akan terkoagulasi apabila mengalami penurunan pH. Pada pembahasan mengenai pH disebutkan bahwa selama proses inkubasi, *caspian sea soyghurt* mengalami penurunan pH seiring dengan aktivitas bakteri asam laktat merubah karbohidrat menjadi asam laktat. Sehingga seiring dengan semakin tinggi susu skim yang ditambahkan, semakin banyak kasein yang terkoagulasi, menaikkan viskositas dan membentuk tekstur yang disukai oleh panelis.

Selain karena keberadaan kasein, proporsi gula pasir: susu skim memberikan berpengaruh nyata terhadap tekstur dari *caspian sea soyghurt* karena terbentuknya eksopolisakarida. Eksopolisakarida sendiri adalah polisakarida yang membentuk jaringan filamen yang disekresikan oleh bakteri dan dapat meningkatkan viskositas produk susu fermentasi (Surono, 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Pamungkas (2017) didapatkan bahwa semakin tinggi proporsi susu skim yang ditambahkan akan menaikkan jumlah

eksopolisakarida dari *caspian sea soyghurt* yang dihasilkan. Hal ini karena menurut yang dilaporkan Looijesteijn dan Hugenholtz (1999) bahwa produksi EPS oleh *Lactococcus lactis subsp. cremoris* strain NIZO B40 tertinggi adalah pada bakteri yang diberi sumber karbon glukosa, dengan urutan glukosa, galaktosa, laktosa, manosa, dan fruktosa. Sehingga susu skim yang mengandung laktosa dan dipecah menjadi glukosa dan galaktosa menghasilkan eksopolisakarida yang lebih banyak dan menaikkan nilai viskositas dibandingkan dengan sukrosa yang terdiri dari glukosa dan fruktosa.

Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik didasarkan pada nilai pH, total asam, total bakteri asam laktat, aktivitas antibakteri dan organoleptik dengan nilai

Tabel 4. Karakteristik Kimia, Mikrobiologi dan Organoleptik *Caspian Sea Soyghurt* Perlakuan Terbaik

Parameter	<i>Caspian Sea Soyghurt</i> Perlakuan Terbaik
pH	3.98
Total Asam (%)	0.65
Bakteri Asam Laktat (CFU/mL)	4.87 x 10 ⁸
AntiBakteri	
<i>E. coli</i> (mm)	0.90
<i>S. aureus</i> (mm)	0.77
Organoleptik	
Warna	3.32
Aroma	3.26
Rasa	3.42
Tekstur	2.21

KESIMPULAN

Dalam pembuatan *caspian sea soyghurt* perlakuan penggunaan kacang kedelai yang berbeda berpengaruh terhadap pH, total asam tertitrasi, warna serta aroma. Sedangkan Proporsi gula pasir dan susu skim berpengaruh terhadap pH, total asam tertitrasi, Aktivitas antibakteri (*E. coli* dan *S. aureus*), warna, rasa, serta tekstur organoleptik *caspian sea soyghurt*.

pengharapan maksimal pada semua parameter kecuali nilai total asam. Metode yang digunakan untuk menentukan perlakuan terbaik yaitu metode *Multiple Attribute* (Zeleny, 1982) Analisis ini ditentukan dengan pemilihan perlakuan terbaik secara kuantitatif dengan melihat rata-rata tertinggi atau terendah pada masing-masing parameter sesuai nilai yang diharapkan tanpa ada pembobotan pada setiap parameter.

Berdasarkan analisa metode *multiple attribute* diperoleh perlakuan terbaik *caspian sea soyghurt* menggunakan kedelai kuning dengan proporsi gula pasir dan susu skim sebesar 100 : 0. Adapun hasil analisis kimia, mikrobiologi dan organoleptik *caspian sea soyghurt* perlakuan terbaik dapat dilihat pada Tabel. 4.

Adapun perlakuan terbaik dalam pembuatan *caspian sea soyghurt* didapatkan pada produk dengan kedelai kuning serta proporsi gula pasir dan susu skim sebesar 100 : 0.

DAFTAR PUSTAKA

- Adie, M. M dan Krisnawati, A. 2006. **Biologi Tanaman Kedelai**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Albab, R. A. 2014. **Pengaruh Defisit Evapotranspirasi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pada Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas negeri Lampung. Lampung.
- Alokomi, H.L., E. Skytta dan M. Saarela. 2000. **Lactic Acid Permeabilizes Gram Negative Bacteria By Disrupting Outer Membrane**. Appl and Environ Microbiol. 66 (5): 201-205.
- AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis of Association Official Analytical**

- Chemists International 18th Ed.** The Association of Official Analytical Chemists. WASHINGTON DC.
- Amanah, N. 2010. **Identifikasi dan Karakterisasi Substrat Antimikroba dari Bakteri Asam Laktat Kandidat Probiotik yang Diisolasi dari Dadiah dan Yoghurt.** Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ambarwati. 2007. **Efektivitas Zat Antibakteri Biji Mimba (*Azadirachta indica*) untuk Menghambat Pertumbuhan *Salmonella typhosa* dan *Staphylococcus aureus*.** Biodiversitas. 8(3): 320-325
- Anggriawin, M. 2012. **Kemampuan Isolat Bakteri Penghasil Antijamur Dalam Menghambat Beberapa Jenis *Fusarium* Pada Benih Tomat (*Solanum lycopersicum L.*).** Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Arsyad, A. R. 2008. **Adaptasi Kedelai Terhadap Cekaman Air pada Tanah dengan Tekstur Berbeda.** Jurnal Agronomi 8(2): 99-103.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. **Produksi Kacang Kedelai Tahun 1993-2005.** <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/871>. Diakses tanggal 20 September 2016.
- Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2008. **Seri Buku Inovasi.** Balai Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. Hal. 22.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2009. **SNI 2981 : 2009.** Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. Hal. 2-3.
- Budimarwanti, C. 2010. **Komposisi dan Nutrisi Susu Kedelai.** Fakultas MIPA Universitas Yogyakarta. Hal 3-4.
- Campbell, M. 2016. **Is Yogurt Alkaline or Acidic ?**. <http://www.livestrong.com/>. Diakses Tanggal 9 Juni 2017. 58
- Collado, M.C., Gueimonde, and Salminen, S. 2010. **Probiotics in adhesion of pathogens: mechanisms of action.** In: Ronald R.S.W. & Victor R.P. (Eds.) **Bioactive Foods in Promoting Health: Probiotics and Prebiotics.** Elsevier Inc. Oxford.
- Cotter, P.D. and Hill, C. 2003. **Surviving The Acid Test: Responses Of GramPositive Bacteria To Low pH.** Microbiol and Mol Biol Rev. 67 (3): 429-453.
- Damayanti, R. 2011. **Uji Daya Hidup Bakteri Asam Laktat Dari Usus Itik Pada Media Tumbuh Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Molasis.** Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Lampung.
- Departemen Kesehatan. 2013. **Daftar Komposisi Bahan Makanan.** https://books.google.co.id/books/about/Daftar_komposisi_bahan_makanan.html?id=mX3xPAAACAAJ. Diakses tanggal 23 September 2016.
- Dewi, P. 2007. **Pengaruh Jenis Dan Kuantitas Penambahan Susu Terhadap Kualitas Produksi *Soyghurt*.** Tesis. Fakultas Teknik. Universitas Katolik Widya Mandala. Surabaya.
- Diputra, K. W. **Pengaruh Penambahan Susu Skim Terhadap Karakteristik *Yoghurt Jagung Manis (Zea mays L. saccharata)*.** Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Bali.

- Djumadi, K. W. 2014. **Karakterisasi Produksi Ekspolisakarida (EPS) Dari Limbah Jerami Padi Oleh Isolat Bakteri Asam Laktat Lokal**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Lampung.
- Dwyana, Z. dan Johannes, E. 2014. **Uji Efektivitas Ekstrak Kasar Alga Merah (*Eucheuma cottonii*) Sebagai Antibakteri Terhadap Bakteri Patogen**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Endrasari, R., dan Nugraheni, D. 2012. **Pengaruh Berbagai Cara Pengolahan Sari Kedelai Terhadap Penerimaan Organoleptik**. Prosiding Seminar Nasional Optimalisasi Pekarangan. Semarang. 468-475.
- Fitri, A. A. 2011. **Pengaruh Perbandingan Zat Penstabil dan Konsentrasi Yoghurt terhadap Mutu Permen Jelly**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara. Medan
- Fitrianarni, D., Ibrahim, M., dan Trimulyono, G. 2014. **Aktivitas Antibakteri Yoghurt Susu Sapi dan Yoghurt Susu Kedelai terhadap *Shigella dysenteriae* secara In Vitro**. LenteraBio. 3(1): 97-102.
- Garbutt J, 1997. **Essential of Food Microbiology**. Arnold. London.
- Ginting, E., dan Antarlina, S. S., dan Widowati, S. 2009. **Varietas Unggul Kedelai Untuk Bahan Baku Industri Pangan**. Jurnal Litbang Pertanian. 28(3). 79- 87.
- Halasz, A. **Food Quality And Standards – Vol. III**. Eolss. London. Page. 187-198.
- Harahap, S. B. 2010. **Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Sukrosa dengan Sirup Glukosa dan Lama Pemasakan Terhadap Mutu Kembang Gula Kelapa**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Hargyandani, B. S. 2014. **Uji Komposisi dan Konsentrasi Starter Bakteri *Lactobacillus acidophilus* – *Bifidobacterium bifidum* Terhadap Kualitas Susu Kedelai Fermentasi (Soyghurt)**. Tesis. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Malang.
- Hasibuan, R. 2012. **Efektifitas Pemberian Soyghurt Terhadap Penurunan Kadar Kolesterol dalam Darah Mencit (*Mus musculus*) dengan Jumlah Bakteri Asam Laktat dan Suhu Inkubasi yang Optimum**. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Hasim, dan Martindah, E. 2009. **Perbandingan Susu Sapi dengan Susu Kedelai : Tinjauan Kandungan dan Biokimia Absorpsi**. Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas – 2020. Bogor. 272-278.
- Hidayat, N. 2006. **Mikrobiologi Industri**. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Indratiningsih, Nurliyani, Wahyuni, E., dan Widodo. 2011. **Kualitas Eggurt Kering Dengan Bahan Dasar Susu dan Berbagai Macam Biji-Bijian**. Buletin Peternakan 35(2): 107-112.
- Ismawati, N., Nurwantoro, dan Pramono, Y.B. 2016. **Nilai pH, Total Padatan Terlarut, Sifat Sensoris Yoghurt dengan Penamahan Ekstrak Bit (*Beta vulgaris L.*)**. Journal Aplikasi Teknologi Pangan 5 (3): 89-93
- Istiqomah. 2014. **Karakterisasi Mutu Susu Kedelai Baluran**. Skripsi.

- Fakultas Teknologi Pertanian.
Universitas Jember. Jember.
- Kemp, S E., Hollowood, T., and Hort, J. 2009. **Sensory Evaluation: A Practical Handbook.** Blackwell Publishing. Singapore.
- Kenyon College. *Lactococcus Lactis*. <https://microbewiki.kenyon.edu>. Diakses Tanggal 21 Juli 2017.
- Kim, S. W., Ren, J., and Dunn, N. W. 2009. **Differentiation Of *Lactococcus lactis* subspecies *lactis* And Subspecies *cremoris* Strains By Their Adaptive Response To Stresses.** FEMS Microbiology Letters. 171(1) Hal. 57-65
- Kiryu, T., Kiso, T., Nakano, H, Ooe, K. Kimura, T., and Murakami, H. 2009. **Involvement of *Acetobacter orientalis* in the Production of Lactobionic acid in Caucasian Yoghurt (“Caspian Sea Yoghurt”) in Japan.** Journal dairy Science. 92(1): 25-34.
- Kusumaningrum. D. 2013. **Fermentasi Susu Kedelai Hitam Menggunakan Kultur *Caspian Sea Yoghurt*.** Tesis. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Kusumaningrum, R.S. 2008. **Perancangan Percobaan.** Airlangga University Press. Surabaya.
- Koswara, S. 2009. **Teknologi Pengolahan Kedelai.** Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Lahili, S. A. 2014. **Analisis Cemaran Bakteri *Staphylococcus aureus* pada Susu Kedelai.** Skripsi. Fakultas Ilmu Kesehatan dan Keolahragaan. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Larasati, T., Kusnadi, J., dan Widyastuti, E. 2016. **Pemanfaatan Whey dalam Pembuatan *Caspian Sea Yoghurt* dengan Menggunakan Isolat *Lactobacillus cremoris* dan *Acetobacter orientalis*.** Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4(1): 201-210.
- Lawless, H. T., and Heymann, H. 2010. **Sensory Evaluation Of Food.** Springer Science. New York.
- Lay. 2004. **Yoghurt Science and Technology, 2nd Edition.** Pergamon Press, Ltd., Canada.
- Lestari, S., dan Susilawati, P. N. 2015. **Uji Organoleptik Mi Basah Berbahan Dasar Tepung Talas Beneng (*Xantoshoma undipes*) untuk Meningkatkan Nilai Tambah Bahan Pangan Lokal Banten.** Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversifikasi Indonesia. 1(4): 941-946.
- Liana, I. 2010. **Aktivitas Antimikroba Fraksi dari Ekstrak Metanol Daun Senggani (*Melastoma candidum* D. Don) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella typhimurium* Serta Profil Kromatografi Lapis Tipis Fraksi Teraktif.** Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Looijesteijn, P.J, and Hugenholtz, J. 1999. **Uncoupling of Growth and Exopolysaccharide Production by *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* NIZO B40 and Optimization of ITS Synthesis.** Journal of Bioscience and Bioengineering 88: 178-182.
- Lubis, N. L. 2010. **Pembuatan Abon Ikan Gulamah (*Johnuis spp.*) Dan Daya Terimanya.** Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatra Utara. Medan.

- Machmud, N. A. 2011. **Aktivitas *Lactobacillus Bulgaricus* pada Fermentasi Susu Jagung (*Zea mays*) dengan Penambahan Sukrosa dan Laktosa**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Marsen. 2014. **Kedelai Hitam**. <http://jawasoya.com/produk/tinjauan-pustaka/>. Diakses tanggal 28 Mei 2017.
- Maryana, D. 2014. **Pengaruh Penambahan Sukrosa Terhadap Jumlah Bakteri dan Keasaman Whey Fermentasi dengan Menggunakan Kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus***. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Nilasari, W. 2012. **Uji Efektivitas Isolat *Rhizobia* Asal Tanah Mineral dan Tanah Gambut pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Tesis. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nizori, A., Suwita, V., Surhaini, Mursalin, Melisa, Sunarti, T. C., dan Warsiki, E. 2007. **Pembuatan Soyghurt Sinbiotik Sebagai Makanan Fungsional dengan Penambahan Kultur Campuran**. Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 18(1): 28-33.
- Nur, S. M. 2010. **Pengaruh Konsentrasi NaHCO_3 dan Xanthan Gum Terhadap Mutu Susu Kedelai Instan dari Biji Kedelai Tergerminasi**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nurchoiriah, R. 2009. **Faktor Faktor yang Berhubungan dengan Kebiasaan Minum Susu Pada Siswa Kelas III A, III B dan IV Di SDN Pondok Cina 1**. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia. Depok.
- Oliviera, A. P., Nielsen, J., and Forster, J. 2005. **Modeling *Lactococcus Lactis* Using A Genome-Scale Flux Model**. <https://bmcmicrobiol.biomedcentral.com>. Diakses Tanggal 10 Juni 2017.
- Ouwehand, A.C., and S. Vesterlund. 2004. **Antimicrobial Components From Lactic Acid Bacteria**. 3rd ed. Marcel Dekker, New York, USA.
- Pamungkas, Z. S. 2017. **Pengaruh Jenis Kedelai dan Perbandingan Gula pasir: susu skim terhadap Total Ekspolisakarida Kasar dan Aktivitas Antioksidan *Caspian Sea Soygurt***. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Purnamawati, D. 2006. **Kajian Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Dan Asam Sitrat Terhadap Mutu Sabun Transparan**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purnomo. 2007. **Ilmu pangan**. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Rachman, T. 2015. **Kedelai Kurangi Gejala Menopause**. <http://www.republika.co.id/berita/nasional/umum/15/06/09/npollr-kedelaikurangi-gejala-menopause>. Diakses tanggal 22 September 2016.
- Ray, B., and Bhunia, A. 2008. **Fundamental Food Microbiology**. 4th ed. CRC Press, Boca Raton.
- Roller, S. 2003. **Natural Antimicrobials For The Minimal Processing Of Foods**. Woodhead Publishing, Ltd. Cambridge, England.

- Roller, S. 2003. **Natural Antimicrobials For The Minimal Processing Of Foods**. Woodhead Publishing, Ltd. Cambridge.
- Santoso. 2009. **Seri Teknologi Pangan Populer: Susu dan Yoghurt Kedelai**. Laboratorium Kimia Pangan Faperta Universitas Widya Gama. Malang
- Serlahwaty, D., Syarmalina, dan Sari, N. 2015. **Analisis Kandungan Lemak dan Protein Terhadap Kualitas Soyghurt dengan Penambahan Susu Skim**. Jurnal Kimia Farmasi 8(2): 35-42.
- Setiawati, D. M. 2010. **Analisa pH Optimum untuk Perkembangbiakan *Lactobacillus bulgaricus* dalam Proses Fermentasi Glukosa pada Soyghurt**. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sikernas, 2011. **Hidrogen Peroksida**. Pusat Informasi Obat dan Makanan. Badan POM RI. Hal. 8-11.
- Sinaga, E. 2015. **Pengaruh pH Terhadap Produksi Antibakteri Oleh Bakteri Asam Laktat Dari Usus Itik**. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung. Lampung.
- Sintasari, R. A., Kusnadi, J., dan Ningtyas, D. N. 2014. **Pengaruh Penambahan Konsentrasi Susu Skim dan Sukrosa Terhadap Karakteristik Minuman Probiotik Sari Beras Merah**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(3): 65-75.
- Sirait, C.H. 1984. **Proses Pengolahan Susu Menjadi Yogurt**. Wartazoa 1(4):1-8
- Sirait, A. S. S. 2016. **Uji Hedonik Jajanan Tradisional Cenil Dengan Modifikasi Bahan, Bentuk Dan Warna**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Stella. 2014. **Kualitas Yoghurt Probiotik Dengan Kombinasi Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dan Susu Skim**. Skripsi. Fakultas Teknobiologi. Universitas Atmajaya. Yogyakarta.
- Susiwi. 2009. **Penilaian Organoleptik**. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Bandung.
- Sukradan, I. W. 2013. **Pengaruh Formulasi Sukrosa dan Sirup Glukosa Terhadap Sifat Kimia dan Sensori Permen Susu Kedelai**. Skripsi. Fakultas Pertanian. Univesitas Negeri Lampung. Lampung.
- Surono, I.S. 2004. **Probiotik: Susu Fermentasi dan Kesehatan**. PT. Tri Cipta Karya. Jakarta.
- Suryana, I. G. 2013. **Pengaruh Penambahan Jenis Susu Terhadap Karakteristik Yoghurt Kacang Kedelai (*Soyghurt*)**. Skripsi. Fakultas Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- The Dairy Council. 2013. **The Nutritional Composition of Dairy Product**. www.milk.co.uk/resources/resource.aspx?intResourceID=55. Diakses tanggal 24 September 2016.
- The Dairy Council. 2014. **Varieties Of Milk**. <http://www.milk.co.uk/>. Diakses tanggal 24 September 2016
- Ulima, C., Waluyo, B., dan Karuniawan, A. 2013. **Karakteristik Fisik dan Kandungan Kimia Galur-Galur Harapan Kedelai Hitam Unpad Sebagai Bahan Baku Kecap**. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi 2013.
- United States Department of Agriculture. 2017. **Full Report (All Nutrients)**:

- 45002405, Natural Whole Cane Sugar, UPC: 7707362860091.** <https://ndb.nal.usda.gov>. Diakses Tanggal 1 Juni 2017.
- United States Department of Agriculture. 2017. **Full Report (All Nutrients): 45065506, Skim Nonfat Dry Milk, UPC: 041756003006.** <https://ndb.nal.usda.gov>. Diakses Tanggal 1 Juni 2017.
- United States Department of Agriculture. 2016. **Basic Report: 16108, Soybeans, Mature Seeds, Raw.** <https://ndb.nal.usda.gov>. Diakses Tanggal 22 September 2016.
- Wardani, A. K., dan Wardani, I. R. 2014. **Eksplorasi Potensi Kedelai Hitam Untuk Produksi Minuman Fungsional Sebagai Upaya Meningkatkan Kesehatan Masyarakat.** Jurnal Pangan dan Agroindustri 2(4): 58-67.
- Wijaningsih, W. 2008. **Aktivitas Antibakteri In Vitro Dan Sifat Kimia Kefir Susu Kacang Hijau (*Vigna radiata*) Oleh Pengaruh Jumlah Starter Dan Lama Fermentasi.** Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wright, A.V., and Axelsson, L. 2012. **Chapter 1 Lactic Acid Bacteria: An Introduction.** Dalam Lahtinen, S., Ouwehand, A.C, Salminen, S., and Wright, A.V (Eds). **Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional aspects.** 4th edition. CRC press. Boca Raton. Yildirim, Z., and Johnson, M. G. 1998. **Detetction and Characterization of a Bacteriocin Produced by *Lactococcus lactis subsp. cremoris*.** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9633097>. Diakses 30 Mei 2017.
- Yuliana, A. 2003. **Pengaruh Penambahan Poliskarida Sebagai Elistor untuk Produksi Antioksidan Selama Germinasi Biji Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*) dan Kedelai Hitam (*Glycine max*).** Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yuliana, T. 2007. **Pengaruh Inokulasi Silang Bakteri Nodul Dari Berbagai Tanaman Leguminosae Pada Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine soja* (Moench) F.J. Herm).** Tesis. Fakultas MIPA. Institut Teknologi Bandung.
- Zeleny, M. 1982. **Multiple Criteria Decision Making.** Mc Graw Hill. New York.
- Zubaidah, E., Liasari, Y., Saparianti, E. 2008. **Produksi Eksopolisakarida Oleh *Lactobacillus plantarum* B2 Pada Produk Probiotik Berbasis Buah Murbei.** Jurnal Teknologi Pertanian 9 (1): 59-68.