

**PENGARUH KONSENTRASI SUSU SKIM DAN STARTER TERHADAP  
KARAKTERISTIK MINUMAN FERMENTASI SARI KACANG HIJAU  
(*Phaseolus radiatus L.*)**

---

**TUGAS AKHIR**

---

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana  
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

**Firmansyah Pranata**

**13.302.0388**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2018**

**PENGARUH KONSENTRASI SUSU SKIM DAN STARTER TERHADAP  
KARAKTERISTIK MINUMAN FERMENTASI SARI KACANG HIJAU  
(*Phaseolus radiatus L.*)**

Diajukan untuk memenuhi Syarat Sidang Sarjana  
Program Studi Teknologi Pangan



(Ir. Hervelly, MP.)

(Dr. Ir. Willy Pranata Widjaja, M.Si.)

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Kerangka Pemikiran .....	6
1.6 Hipotesis Penelitian.....	12
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian .....	13
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>14</b>
2.1 Minuman Fermentasi.....	14
2.2 Kacang Hijau .....	17
2.3 Susu skim .....	20
2.4 Starter Yoghurt .....	20
2.4.1 <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	21
2.4.2 <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	21
2.5 Sukrosa .....	25
2.6 CMC(Carboxy Methyl Cellulose) .....	26
<b>III METODOLOGI PERCOBAAN</b> .....	<b>29</b>
3.1 Bahan yang digunakan .....	29
3.2. Alat yang digunakan.....	29
3.3. Metode Penelitian.....	29
3.3.1. Penelitian Pendahuluan.....	30

3.3.2. Penelitian Utama .....	30
3.3.2.1. Rancangan Perlakuan.....	30
3.3.2.2. Rancangan Percobaan .....	31
3.3.2.3. Rancangan Analisis.....	32
3.3.2.4. Rancangan Respon .....	33
3.4 Deskripsi Percobaan .....	33
3.4.1. Penelitian Pendahuluan.....	33
3.4.2. Penelitian Utama.....	34
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Penelitian Pendahuluan .....	41
4.1.1. Analisis Bahan Baku .....	41
4.2 Penelitian Utama .....	42
4.2.1. Uji Organoleptik .....	42
4.2.2. Respon Kimia.....	48
4.2.3. Respon Fisik.....	53
4.2.4. Penentuan Sampel Terpilih Penelitian Utama.....	55
4.2.5. Analisis Kimia Sampel Terpilih .....	55
<b>V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	62
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>67</b>

## DAFTAR TABEL

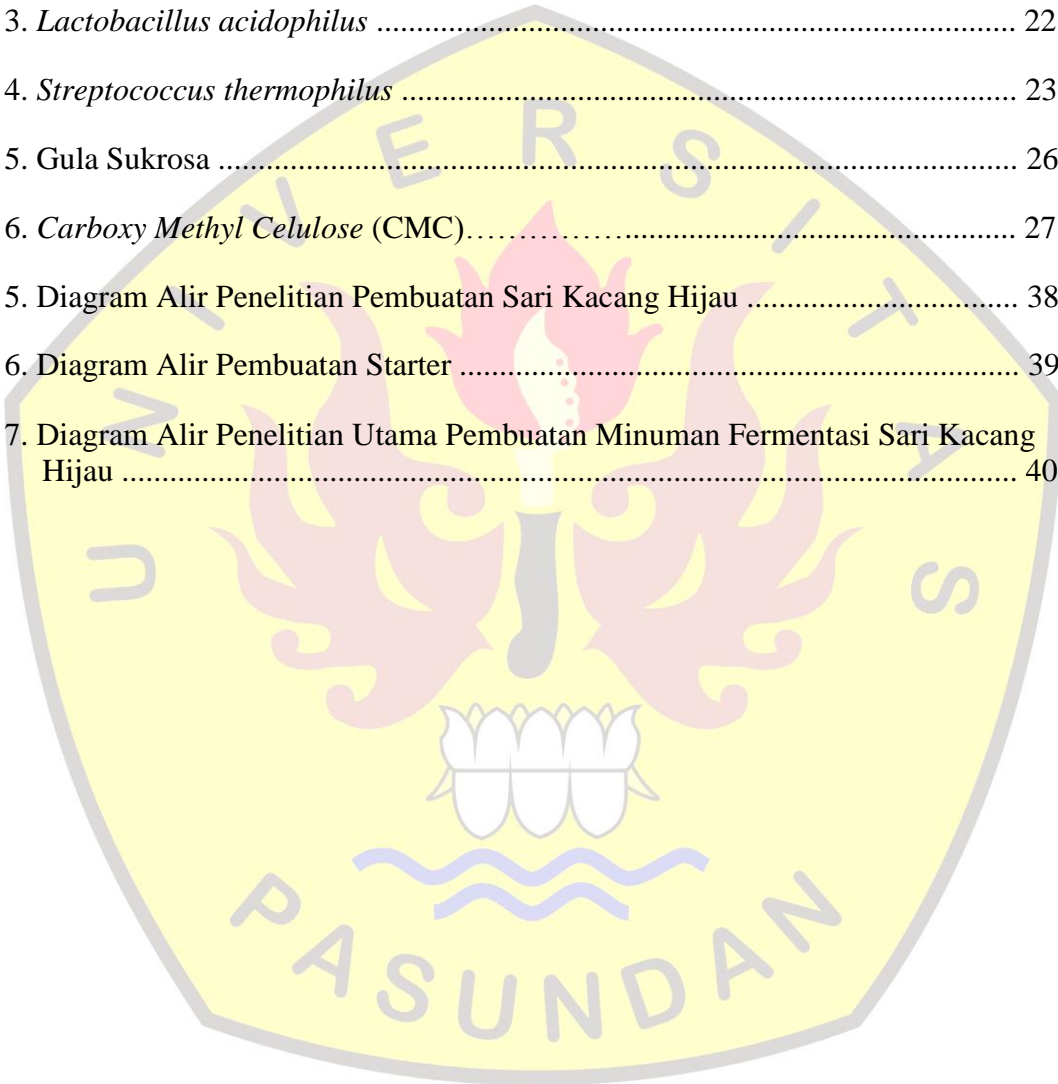
<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Syarat Mutu Yoghurt .....	16
2. Kandungan Gizi kacang hijau .....	19
3. Komposisi Susu Skim .....	20
4. Syarat Mutu Gula Kritis Putih .....	26
5. Rancangan Percobaan Faktorial .....	31
6. Denah Pola Faktorial 3x3 dalam RAK .....	31
7. Analisis Variansi Percobaan Dengan RAK .....	32
8. Hasil Analisis Bahan Baku .....	41
9. Hasil Analisis Variansi Organoleptik Warna .....	43
10. Hasil Analisis Variansi Organoleptik Aroma .....	44
11. Hasil Dwi Arah Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Atribut Rasa .....	45
12. Hasil Dwi Arah Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Atribut Tekstur .....	47
13. Hasil Dwi Arah Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Kadar Air Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	48
14. Hasil Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Kadar Asam Laktat Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	49
15. Hasil Penelitian Utama Respon Kimia pH Sebelum Fermentasi .....	51
16. Hasil Penelitian Utama Respon Kimia pH Setelah Fermentasi .....	51
17. Hasil Dwi Arah Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Viskositas Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	53
18. Hasil Penelitian Sampel Terbaik Berdasarkan Metode Skoring .....	55
19. Hasil Penelitian Kadar Protein Sampel Terpilih .....	56

20. Hasil Penelitian Kadar Gula Total Sampel Terpilih .....	57
21. Hasil Penelitian TPC Sampel Terpilih .....	58
22. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian .....	69
23. Kebutuhan Basis Penelitian .....	70
24. Kebutuhan Biaya Analisis .....	70
25. Kebutuhan Biaya Bahan Baku .....	70
26. Kadar Protein Sampel Sari Kacang Hijau .....	79
27. Kadar Gula Total Sampel Sari Kacang Hijau .....	81
28. Hasil Perhitungan Pendahuluan Viskositas Sari Kacang Hijau .....	81
29. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Warna (Ulangan I) .....	83
30. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Warna (Ulangan II) .....	85
31. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Warna (Ulangan I) .....	87
32. Nilai Rata-rata Data Transformasi Penelitian Utama Atribut Warna .....	89
33. Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Atribut Warna .....	91
34. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Aroma (Ulangan I) .....	92
35. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Aroma (Ulangan II) .....	94
36. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Aroma (Ulangan III) .....	96
37. Nilai Rata-rata Data Transformasi Penelitian Utama Atribut Aroma .....	98
38. Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Atribut Aroma .....	99
39. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Rasa (Ulangan I) .....	100
40. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Rasa (Ulangan II) .....	102
41. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Rasa (Ulangan III) .....	104
42. Nilai Rata-rata Data Transformasi Penelitian Utama Atribut Rasa .....	106
43. Analisis Variansi (ANAVA) Penelitian Utama Atribut Rasa .....	107
44. Dwi Arah Untuk Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Atribut Rasa Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	110

45. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Tekstur (Ulangan I) .....	111
46. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Tekstur (Ulangan II) .....	113
47. Data Hasil Pengamatan Uji Organoleptik Atribut Tekstur (Ulangan III) ....	115
48. Nilai Rata-rata Data Transformasi Penelitian Utama Atribut Tekstur .....	117
49. Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Atribut Tekstur .....	118
50. Dwi Arah Untuk Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Atribut Tekstur Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	110
51. Data Hasil Analisis Viskositas Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau ...	122
52. Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Viskositas .....	123
53. Dwi Arah Untuk Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Viskositas Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	126
54. Data Hasil analisis Kadar Air Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	127
55. Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Kadar Air .....	128
56. Dwi Arah Untuk Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap Kadar Air Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	126
57. Data Hasil analisis Kadar Asam Laktat Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	132
58. Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Kadar Asam Laktat .....	133
59. Data Hasil Analisis pH Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	134
60. Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Analisis pH .....	135
61. Dwi Arah Untuk Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap pH Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	138
62. Data Hasil Analisis pH Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	139
63. Analisis Variansi (ANOVA) Penelitian Utama Analisis pH .....	140
64. Dwi Arah Untuk Interaksi Perbandingan Susu Skim dan Starter Terhadap pH Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	143
65. Perhitungan Skor Sampel Terpilih Penelitian Utama .....	153
66. Analisis Kadar Protein Sampel Terpilih .....	155
67. Analisis Kadar Gula Total Sampel Terpilih .....	155
68. Analisis <i>Total Plate Count</i> Sampel Terpilih .....	157

## DAFTAR GAMBAR

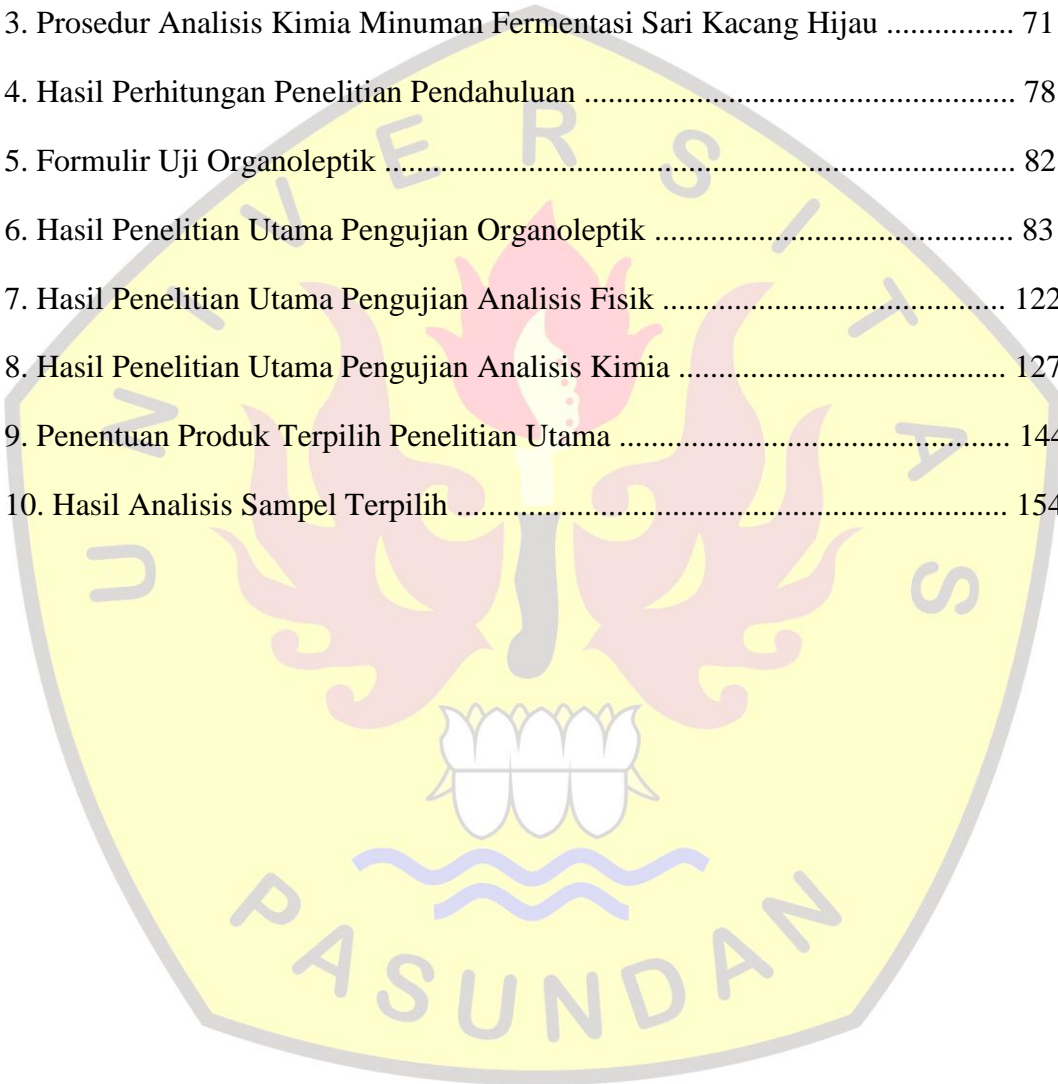
Gambar	Halaman
1. Kacang Hijau dan Tanaman Kacang Hijau .....	18
2. Kurva Pertumbuhan Bakteri .....	21
3. <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	22
4. <i>Streptococcus thermophilus</i> .....	23
5. Gula Sukrosa .....	26
6. <i>Carboxy Methyl Celulose</i> (CMC).....	27
5. Diagram Alir Penelitian Pembuatan Sari Kacang Hijau .....	38
6. Diagram Alir Pembuatan Starter .....	39
7. Diagram Alir Penelitian Utama Pembuatan Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	40





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Formulasi Bahan .....	67
2. Kebutuhan Penelitian .....	69
3. Prosedur Analisis Kimia Minuman Fermentasi Sari Kacang Hijau .....	71
4. Hasil Perhitungan Penelitian Pendahuluan .....	78
5. Formulir Uji Organoleptik .....	82
6. Hasil Penelitian Utama Pengujian Organoleptik .....	83
7. Hasil Penelitian Utama Pengujian Analisis Fisik .....	122
8. Hasil Penelitian Utama Pengujian Analisis Kimia .....	127
9. Penentuan Produk Terpilih Penelitian Utama .....	144
10. Hasil Analisis Sampel Terpilih .....	154



## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan produk minuman fermentasi sari kacang hijau yang memiliki nilai fungsional dan memiliki sifat organoleptik yang dapat diterima oleh konsumen serta untuk mengetahui pengaruh penambahan susu skim dan starter terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau. Manfaat penelitian ini yaitu untuk diversifikasi produk olahan kacang-kacangan sebagai salah satu alternatif bahan baku pembuatan minuman sari kacang hijau yang dapat dikonsumsi untuk mengurangi pemakaian susu sapi sebagai bahan baku.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial 3x3 dengan ulangan sebanyak 3 kali. Faktor pertama yaitu konsentrasi susu skim yang terdiri dari 3 taraf a1 (5%), a2 (10%), dan a3 (15%). Faktor kedua yaitu konsentrasi starter yang terdiri dari 3 taraf b1 (3%), b2 (5%) dan b3 (7%). Respon pada penelitian ini terdiri dari respon organoleptik (rasa, aroma, tekstur dan warna), respon kimia (kadar asam laktat, pH, kadar air), respon fisik (viskositas) serta analisis untuk produk terpilih berupa analisis kadar gula total, protein, dan Angka Lempeng Total (ALT)

Hasil penelitian menunjukkan perbandingan bahan kacang hijau dan air yang digunakan adalah 1 : 8 dengan analisis protein pada sari kacang hijau yaitu sebesar 1,067%, gula total sebesar 8,98%, dan viskositas sebesar 7,3 mPa.s. Hasil penelitian utama menunjukkan bahwa konsentrasi susu skim dan starter serta interaksinya berpengaruh terhadap sifat organoleptik (rasa dan tekstur), kadar asam laktat, kadar air, pH, viskositas tetapi tidak berpengaruh terhadap sifat organoleptik (warna dan aroma). Berdasarkan hasil uji skoring didapatkan produk terpilih pada perlakuan a2b3 (konsentrasi susu skim 10% dan konsentrasi starter 15%) dengan kadar protein 2,8%, gula total 2,9%, dan ALT  $1,31 \times 10^7$  CFU/mL.

Kata kunci : Konsentrasi susu skim, Konsentrasi starter, Fermentasi, Kacang Hijau.

## ABSTRACT

*The purpose of this research is to get fermented beverage product of mung bean extract which has functional value and has organoleptic properties that can be accepted by consumers and to know the effect of addition of skim milk and starter to the characteristics of fermented beverage of mung bean juice. The benefits of this research is to diversify processed nuts products as an alternative raw material for making green beans that can be consumed to reduce the use of cow's milk as raw material.*

*The experimental design used was Randomized Block Design (RBD) with 3x3 factorial pattern with 3 repetitions. The first factor is the concentration of skim milk which consists of 3 levels of a1 (5%), a2 (10%), and a3 (15%). The second factor is the starter concentration consisting of 3 b1 (3%), b2 (5%) and b3 (7%) levels. The respons in this study consisted of organoleptic respons taste, aroma, texture and color, chemical response lactic acid, pH, moisture content, physical response viscosity and analysis for selected products in the analysis of total sugar, protein and TPC (Total Plate Count).*

*The results showed that show the ratio of mung beans and water that is 1: 8 with protein content of 1.067%, total sugar is 8.98%, and viscosity of 7.3 mPa.s. The main research results showed that the concentration of skim milk and starter and its interaction, influence on organoleptic properties (taste and texture), lactic acid content, water content, pH, viscosity but no effect on organoleptic properties (color and aroma). Based on the result of scoring test, it was found that the selected product was treated with a2b3 (10% skim milk concentration and 15% starter concentration) with 2.8% protein content, total sugar 2.9%, and TPC  $1,31 \times 10^7$  CFU / mL.*

**Keywords:** Concentration of skim milk, starter concentration, Fermentation, Mung Bean.

## I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Tanaman Kacang-kacangan (*leguminosa*), seperti kacang hijau, kacang tolo, kacang gude, kacang merah, kacang kedelai, dan kacang tanah, saat ini sudah dimanfaatkan secara luas di seluruh dunia, karena ia merupakan salah satu komoditas bahan pangan yang sangat potensial. Kacang-kacangan dapat diolah baik yang masih muda ataupun yang sudah tua. Kacang-kacangan dalam bentuk biji atau polong muda, dapat digunakan sebagai bahan sayuran segar, dikeringkan atau dibekukan. Kacang yang sudah tua dapat diolah menjadi berbagai produk pangan, seperti tepung, makanan kaleng, susu, isolat protein, digoreng untuk kudapan, dan lain-lain. Selain itu, kacang-kacangan merupakan sumber lemak, vitamin, mineral, dan serat (*dietary fiber*) (Astawan, 2009).

Kacang hijau termasuk salah satu tanaman pangan yang telah dikenal luas oleh masyarakat, bahkan tanaman yang termasuk dalam keluarga kacang-kacangan ini sudah lama dibudidayakan. Di Indonesia, tanaman kacang hijau merupakan tanaman kacang-kacangan ketiga yang banyak dibudidayakan setelah kedelai dan kacang tanah.

Badan Pusat Statistik (BPS) 2008, pada tahun 2014 produksi kacang hijau di Indonesia sekitar 244,589 ton, dan pada tahun 2015 produksi kacang hijau meningkat menjadi 271,463 ton.

Tingginya produksi kacang hijau ini perlu diimbangi oleh penganekaragaman atau diversifikasi produk olahannya. Hal ini untuk menciptakan agar para petani termotivasi untuk tetap memproduksi kacang hijau karena semakin tingginya permintaan pasar.

Menurut Mustakim (2015), beberapa manfaat kacang hijau bagi kesehatan manusia yaitu : Peluruh air seni, melawan disentri, melenyapkan biang keringat, menghilangkan bisul, menyuburkan rambut, menguatkan imunitas tubuh, menyehatkan tulang, menurunkan kolesterol, melancarkan pencernaan, mengurangi resiko kanker, sumber protein nabati, mengendalikan berat badan, mengurangi resiko anemia, mencegah tekanan darah tinggi, menyehatkan otak, keluhan pasca- menopause, diabetes, bermanfaat untuk Ibu Hamil dan Menyusui, dan mencegah penyakit jantung.

Salah satu produk pangan fungsional yang banyak dikonsumsi adalah minuman probiotik. Istilah lain dari minuman probiotik adalah minuman fermentasi laktat. Minuman probiotik adalah minuman yang mengandung bakteri seperti bakteri asam laktat (BAL) yang menguntungkan bagi saluran pencernaan karena dapat meningkatkan keseimbangan mikroflora usus dan mampu bertahan hidup dalam keasaman lambung sehingga dapat menempati usus dalam kuantitas yang cukup besar (Wasposito, 1997). Produk probiotik dapat menghambat bakteri patogen dan melakukan metabolisme terhadap laktosa sehingga bermanfaat bagi penderita intoleransi laktosa. BAL yang dapat mencapai saluran pencernaan manusia dalam keadaan hidup adalah *Bifidobacteria* (*B. bifidum*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. adolescentis*, dan *B. longum*), beberapa spesies *Lactobacillus* (*L. acidophilus*, *L. salivarius*, *L. fermentum*, *L.*

*casei*, *L. plantarum*, *L. brevis*, dan *L. buchneri*), dan beberapa *Enterococci* (Yuguchi *et al.*, 1992).

Starter untuk produk minuman probiotik yaitu bakteri asam laktat yang merupakan bagian penting dalam pembuatan minuman probiotik. Konsentrasi yang tepat sangat diperlukan dalam pembentukan flavour dan tekstur. Koagulasi protein selama inkubasi disebabkan oleh menurunnya pH akibat aktivitas starter, sehingga jumlah starter semakin banyak maka koagulasi terjadi semakin cepat (Rahman,dkk, 1992). Untuk menghasilkan minuman fermentasi laktat yang berkualitas terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya jenis bakteri asam laktat (BAL) yang digunakan, konsentrasi nutrien untuk pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL), kondisi fermentasi (suhu dan lama fermentasi), dan kemampuan produk menjaga keseimbangan mikroflora usus.

*Streptococcus thermophilus* merupakan BAL homofermentatif yang menghasilkan asam laktat sebagai produk utama. *Streptococcus thermophilus* merupakan satu-satunya spesies bakteri dalam genus Streptococci yang menghasilkan enzim laktase (Chaitow dan Trener, 1990). Efek menguntungkan dari *Streptococcus thermophilus* selain menghasilkan asam laktat, yaitu menghasilkan enzim laktase yang berfungsi mencerna laktosa dalam susu. *Streptococcus thermophilus* memiliki bentuk sel yang bulat atau elips dengan diameter 0,7-0,9  $\mu$ m, tumbuh secara berpasangan atau berbentuk rantai pendek.

*Lactobacillus acidophilus* adalah salah satu contoh bakteri yang dapat dimanfaatkan sebagai minuman probiotik. Bakteri ini bersifat Gram positif,

menggunakan sumber laktosa dan bahan lain sebagai sumber nutrisinya. Bakteri ini tumbuh dengan subur pada lingkungan yang bersifat asam (pH 4-5 atau lebih rendah) dan tumbuh optimal pada suhu 45°C. *Lactobacillus acidophilus* memproduksi asam laktat (dapat menghambat pertumbuhan jamur) seperti antibiotik alami dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Salmonella*, *Shigella*, *Salmonella faecalis* dan *E.coli*. Berdasarkan penelitian, *Lactobacillus acidophilus* efektif dalam mengurangi intoleransi laktosa, memperkuat sistem kekebalan tubuh, dan mengurangi kadar kolesterol. *Lactobacillus acidophilus* hidup sepanjang saluran pencernaan dan terdapat dalam jumlah yang sangat banyak pada usus halus (Febriasari, 2008).

Susu skim dapat ditambahkan pada produk minuman fermentasi sebagai media atau nutrisi pertumbuhan bakteri *Lactobacillus acidophilus* dan *Streptococcus thermophilus* yang menghasilkan asam laktat dan diharapkan dapat meningkatkan kekentalan, serta keasaman. Kadar asam laktat dalam minuman fermentasi menunjukkan adanya produksi asam laktat oleh aktivitas *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus*. Kadar asam laktat yang dihasilkan akan mempengaruhi pH produk minuman fermentasi. Produksi asam akan lebih banyak dan cepat dengan kombinasi *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus acidophilus* dikarenakan adanya aktivitas keduanya yang saling mendukung.

Menurut Albaarri dan Tri Djoko (2007), laktosa yang terdapat dalam susu skim akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi dan sumber karbon selama pertumbuhan pada saat fermentasi. Sumber energi yang digunakan oleh bakteri dalam merubah menjadi asam laktat selain dari susu skim, sumber energi

juga diperoleh dari bahan baku kacang hijau atau bahan tambahan lain. Semakin banyak yang dapat memproduksi asam laktat, semakin tinggi asam laktat yang terbentuk. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mencari jumlah konsentrasi susu skim dan stater yang tepat agar dapat dihasilkan minuman fermentasi sari kacang hijau dengan karakteristik yang diharapkan.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah :

1. Apakah konsentrasi susu skim berpengaruh terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau?
2. Apakah konsentrasi starter berpengaruh terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau?
3. Apakah interaksi antara konsentrasi susu skim dan konsentrasi starter berpengaruh terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk diversifikasi olahan kacang-kacangan khususnya susu/sari kacang hijau sebagai salah satu alternatif bahan baku pembuatan minuman probiotik yang dapat dikonsumsi untuk mengurangi pemakaian susu sapi sebagai bahan baku.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi susu skim terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau, untuk mengetahui pengaruh konsentrasi starter terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau, dan untuk mengetahui interaksi antara konsentrasi



susu skim, dan konsentrasi starter berpengaruh terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Membuat diversifikasi olahan susu/sari kacang hijau menjadi produk minuman fermentasi yang lebih ekonomis dan memiliki nilai zat gizi yang tinggi.
2. Mengurangi pemakaian bahan baku hewani yaitu susu sapi
3. Memberikan informasi dan wawasan mengenai perkembangan pembuatan minuman fermentasi berbahan baku susu/sari nabati khususnya kacang hijau.
4. Meningkatkan panganekaragaman pangan fungsional.
5. Menambah pengetahuan tentang pengaruh konsentrasi susu skim dan starter terhadap karakteristik minuman fermentasi sari kacang hijau.

#### **1.5 Kerangka Pemikiran**

Yoghurt adalah susu asam yang dihasilkan dari proses fermentasi susu oleh campuran bakteri asam laktat thermophilic. Bakteri asam laktat ini bersama-sama membentuk rasa asam, aroma yang khas serta komponen-komponen pembentuk cita rasa seperti aseton, asetaldehida, diasetil dan senyawa karbonil lainnya (Helferich dan Westhoff, 1980) .

Untuk menghasilkan minuman fermentasi laktat yang berkualitas terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan diantaranya jenis bakteri asam laktat (BAL) yang digunakan, konsentrasi nutrisi untuk pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL), kondisi fermentasi (suhu dan lama fermentasi), dan kemampuan produk menjaga keseimbangan mikroflora usus (Wahida, 2006). Selain itu, sifat organoleptik (rasa, warna, aroma, kenampakan) juga

mempengaruhi mutu minuman fermentasi laktat yang dihasilkan. Manfaat produk probiotik (Marteau *et al.*, 2004; Suskovic *et al.*, 2001; Rastal, 2003; Leu *et al.*, 2005; Solga *et al.*, 2004) telah banyak diungkapkan. Salah satunya adalah kemampuannya untuk mengatasi diare yang disebabkan bakteri patogen dan menjaga keseimbangan mikroflora usus.

Jenis bakteri asam laktat (BAL) berpengaruh terhadap karakteristik sensori produk, khususnya minuman probiotik. Jenis BAL yang biasa digunakan sebagai kultur fungsional minuman probiotik antara lain beberapa spesies dari *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp., *Leuconostoc* sp., dan *Pediococcus* sp. *Lactobacillus acidophilus* termasuk BAL homofermentatif yang dapat tumbuh dengan baik pada media selain susu dan dapat memperbaiki keseimbangan mikroflora dalam usus (Nizori *et al.*, 2012). *Lactobacillus acidophilus* juga mampu memproduksi senyawa-senyawa inhibitor (asam laktat, asam asetat), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, serta bakteriosin yang dapat menekan pertumbuhan dan membunuh bakteri patogen dalam usus (Evanikastri, 1997). *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* juga merupakan BAL yang bersifat termodurik, selektif dan homofermentatif (Wibowotomo, 1990). Menurut Fardiaz *et al.* (1996) wortel yang difermentasi baik oleh kultur campuran *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* dan *L. casei* dapat menghambat pertumbuhan *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella*, *Shigella*, *V. cholerae*, dan *V. parahaemolyticus*.

Hayes (2003) menambahkan pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain lama fermentasi, nutrisi, temperatur, kelembaban, oksigen, pH, dan substansi penghambat.

Menurut Winarno dkk. (2003) dasar fermentasi susu atau pembuatan yoghurt adalah proses fermentasi komponen gula-gula yang ada di dalam susu, terutama laktosa menjadi asam laktat dan asam-asam lainnya. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat meningkatkan citarasa dan meningkatkan keasaman atau menurunkan pH-nya. Semakin rendahnya pH atau derajat keasaman susu setelah fermentasi akan menyebabkan semakin sedikitnya mikroba yang mampu bertahan hidup dan menghambat proses pertumbuhan mikroba patogen dan mikroba pengrusak susu, sehingga umur simpan susu dapat menjadi lebih lama.

Proses pemeraman yoghurt dapat dilakukan pada berbagai kombinasi suhu dan waktu. Proses pemeraman yoghurt biasanya dilakukan pada suhu antara 35 – 46°C dengan kisaran waktu mulai dari 3 sampai 24 jam. Kombinasi suhu dan waktu pemeraman yang berbeda memberikan hasil karakteristik yoghurt yang berbeda (Fardiaz, 1993).

Muawanah (2007) dalam penelitiannya mengenai yoghurt susu kedelai menyatakan bahwa yoghurt dapat dibuat dengan penambahan 1,5 – 3 % campuran kultur bakteri dengan inkubasi pada suhu 42-45°C selama 3 jam. Penambahan kultur sebanyak 1-5 % kultur campuran bakteri asam laktat mampu menghasilkan asam laktat sebesar 0,85-0,90 %. Penambahan bakteri dilakukan dengan teknik aseptis. Masa inkubasi optimal dari pembuatan yoghurt terjadi saat suhu mencapai 42-45°C dengan pH 4,0-4,5.

Muawanah (2000), menyatakan bahwa dengan bertambahnya waktu pemeraman, aktivitas mikroba semakin meningkat dan jumlah mikroba semakin

banyak, sehingga mengakibatkan pH medium menjadi turun. Hal ini membuktikan terjadinya perubahan kimia pada komponen gula menjadi komponen asam.

Yoghurt dengan perlakuan konsentrasi sukrosa di atas 7,5% mengalami penurunan total Bakteri Asam Laktat (BAL) hingga mencapai nilai terendah pada konsentrasi sukrosa 15%. Menurut Maryana (2014), hal ini disebabkan konsentrasi sukrosa yang terlalu tinggi menyebabkan kondisi lingkungan hipertonik dan menyebabkan bakteri mengalami plasmolisis.

Dalam SNI Yoghurt (2009) disyaratkan untuk jumlah bakteri asam laktat yang harus terkandung dalam produk yoghurt adalah minimal sebesar  $10^7$ CFU/g. Pada penelitian ini, masing-masing taraf perlakuan menghasilkan yoghurt dengan total BAL yang berkisar antara  $10^8 - 10^{10}$  CFU/ml, sehingga masih memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh SNI.

*Lactobacillus acidophilus* adalah salah satu contoh bakteri yang dapat dimanfaatkan sebagai minuman probiotik. Bakteri ini bersifat Gram positif, menggunakan sumber laktosa dan bahan lain sebagai sumber nutrisinya. Bakteri yang berasal dari genus *Lactobacillus* biasanya memiliki sel yang reguler dan berbentuk batang dengan ukuran  $0,5-1,2 \times 1,0-10,0 \mu\text{m}$ . Pada umumnya berbentuk batang panjang, tetapi kadang-kadang hampir bulat, koloni yang terbentuk biasanya berupa rantai pendek, *fakultatif anaerob*, kadang-kadang *microaerophilic*, tumbuh kurang baik di udara, beberapa anaerob pada saat isolasi.

Pertumbuhan biasanya ditingkatkan dengan penambahan 5%  $\text{CO}_2$ . Koloni pada media agar pada umumnya 2-5 mm, cembung, buram, dan tanpa pigmen.

Sel ini memerlukan media yang kaya dan kompleks (Sneath, 1986).

Kultur *Lactobacillus acidophilus* dapat mejadikan tingkat keasaman susu semakin rendah. Cara kerja dari kultur ini yaitu dengan ditambahkan ke dalam susu yang telah melewati proses pemanasan pada suhu 90°C selama 15-30 menit dan kemudian didinginkan hingga suhu 43°C (Dwidjoseputro, 1994). Fermentasi dimulai ketika aktifitas dari bakteri *Lactobacillus acidophilus* merubah laktosa menjadi asam laktat dan menurunkan keasaman susu hingga 3,5 atau lebih yang mengakibatkan kadar asam laktat semakin tinggi. Pada saat itu juga kecenderungan untuk terjadinya reaksi-reaksi kimia yang dapat merugikan pada produk akhir mulai dihambat menciptakan cita rasa khas produk fermentasi.

Suhu optimal pertumbuhan pada *Lactobacillus acidophilus* 37°C dengan fase adaptasi pada 0–2 jam, fase eksponensial 2–14 jam dan mulai mencapai fase stasioner pada 14 jam inkubasi dengan jumlah total bakteri mencapai  $4,9 \times 10^9$  pada 16 jam inkubasi (Suharyono, 2012). Bakteri *Streptococcus thermophilus* bersifat termofilik, yaitu mikroba yang dapat tumbuh dalam suhu yang relatif tinggi dengan suhu minimum 25°C, suhu optimum 44-55°C dan maksimum 55 hingga 65°C (Andriani, 2010).

*Streptococcus thermophilus* berperan dahulu untuk menurunkan pH sampai sekitar 5,0 dan baru kemudian disusul menurunkan lagi sampai mencapai 4,0. Selain itu beberapa zat hasil fermentasi mikroorganisme yang berperan dalam menentukan rasa produk adalah asam laktat, asetaldehida, asam asetat dan diasetil. Intinya adalah jenis dan jumlah mikroorganisme dalam starter yang digunakan sangat berperan dalam pembentukan dan formasi rasa serta tekstur yoghurt. Selain tentunya lama fermentasi dan suhu lingkungan (Mahmuda, 2013).

Kacang-kacangan memiliki jenis karbohidrat yang berbeda dengan karbohidrat pada susu sapi. Kacang-kacangan mengandung oligosakarida dan polisakarida sedangkan pada susu sapi adalah laktosa (Tejasari 2005). Menurut Triyono (2010) walaupun oligosakarida merupakan bahan energi untuk pertumbuhan BAL akan tetapi komponen dari oligosakarida itu sendiri tergolong karbohidrat yang kompleks sehingga harus diubah terlebih dahulu menjadi monosakarida.

Yoghurt yang dibuat dari sari kacang-kacangan memerlukan penambahan susu skim. Fungsi utama susu skim adalah sumber laktosa dalam proses fermentasi oleh bakteri. Selain itu untuk meningkatkan kekentalan, aroma, keasaman, dan protein. Proses fermentasi tidak akan terjadi apabila tidak terdapat laktosa (Astawan dkk., 1991).

Peningkatan kadar asam laktat terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi susu skim yang digunakan sesuai dengan hasil penelitian Triyono (2010) peningkatan konsentrasi susu skim yang ditambahkan akan meningkatkan kandungan laktosa yang diikuti dengan meningkatnya jumlah asam laktat yang dihasilkan. Penguraian laktosa menjadi asam laktat dipengaruhi oleh banyaknya laktosa dan jumlah bakteri asam laktat yang ditambahkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Teja (1991), sari kacang merah yang difermentasi tanpa penambahan susu skim tidak menghasilkan yoghurt kacang merah yang berkualitas. Hal ini disebabkan karena karbohidrat yang terdapat dalam kacang merah sebagian besar terdiri dari golongan oligosakarida dan polisakarida, sedangkan susu skim memiliki jenis karbohidrat dalam bentuk

laktosa Laktosa yang terdapat dalam susu skim akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber energi dan sumber karbon selama pertumbuhan pada saat fermentasi.

Menurut Agustina dan Rahman (2010) penambahan susu skim lebih dari 5% dan sukrosa 10% secara nyata dapat meningkatkan produksi atau jumlah asam pada proses pembuatan yoghurt yang terbuat dari kacang. Produksi asam laktat pada fermentasi yoghurt masih dapat dilakukan tanpa penambahan sukrosa dan susu skim, namun dalam jumlah yang sangat terbatas dan belum memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan oleh SNI 01-2981-2009.

Kestabilan yoghurt dilihat dari tidak terjadinya kerusakan yoghurt berupa Wheying off atau terjadi sineresis. Gumpalan terlihat memisah dari yoghurt secara keseluruhan. Kerusakan yoghurt dapat dicegah dengan cara meningkatkan berat kering tanpa lemak dan penambahan bahan penstabil (Helferich, W., et. Al, 1980).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Meirida (2016), penambahan bahan penstabil CMC dan agar-agar sebanyak 0,1% dalam pembuatan yoghurt menggunakan susu yang berasal dari kacang kedelai dengan penambahan buah naga dapat mempengaruhi karakterisasi fisiko – kimia serta organoleptiknya yang dihasilkan oleh *soyghurt* buah naga.

## **1.6 Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut diduga :

1. Konsentrasi susu skim berpengaruh terhadap karakteristik yoghurt kacang hijau.
2. Konsentrasi starter berpengaruh terhadap karakteristik yoghurt kacang hijau.

3. Terdapat interaksi antara konsentrasi susu skim dan konsentrasi starter yang berpengaruh terhadap karakteristik yoghurt kacang hijau.

### **1.7 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dimulai pada bulan November 2017, bertempat di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setiabudhi No 193, Bandung.





## DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., 1984. **Kimia dan Teknologi pengolahan Air Susu**. Andi offset. Yogyakarta.
- Agustina, W dan Andriana, Y. 2010. **Karakterisasi Produk Yogurt Susu Nabati Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*)**. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*. Yogyakarta
- Agustina, W dan Rahman, T. 2010. **Pengaruh variasi konsentrasi sukrosa dan susu skim terhadap jumlah asam sebagai asam laktat yoghurt kacang hijau (*phaseolus radiatus l.*)**. Balai besar pengembangan teknologi tepat guna lembaga ilmu pengetahuan indonesia. ISSN 1693 – 4393.
- Akkarachaneeyakorn, S, and S. Tinrat. 2015. *Effects of types and amounts of stabilizers on physical and sensory characteristics of cloudy ready-to-drink mulberry fruit juice*. *Journal of Food Science & Nutrition*, 2015; 3(3): 213–220
- Albaarri, AN, dan T. Djoko. 2007. **Analisa pH, Keasaman, Dan Kadar Laktosa Pada Yakult, Yogurt, Kefir**, <http://milkordie.blogspot.com/>, Diakses 25 Agustus 2017.
- AOAC. 1995. **Official Method of Analysis of the Official Analytical Chemist**, 16 th Edition, AOAC International, Washington D.C
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N. L., Sedarnawati, dan Budiyanto, S. 1989. **Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan**. IPB, Bogor.
- Arlistya, A., 2008. **Pengaruh Jenis Starter Terhadap Laju Kinetika Fermentasi Selama Pembuatan Yoghurt**. Skripsi S1 Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Astawan, M . 2009. **Sehat Dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian**, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Astawan dan M.W.Astawan. 1991. **Teknologi Pengolahan Pangan Nabati tepat Guna**. akademika Pressindo. Jakarta.
- Astuti, D dan A, Andang. 2009. **Pengaruh Konsentrasi Susu Skim dan Waktu Fermentasi Terhadap Hasil Pembuatan Soyghurt**. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol. 1. No 2.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2008. [http://www.bps.go.id/sector/agri/pangan/food\\_crops\\_statistics/secondary\\_food\\_crops.html](http://www.bps.go.id/sector/agri/pangan/food_crops_statistics/secondary_food_crops.html), diakses 25 Agustus 2017

- Badan Standarisasi Nasional . 2009 . SNI 2981:2009. **Yoghurt** . Standar Nasional Indonesia . Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional . 2010. **Syarat Mutu Gula Kristal Putih No. 3140.3**. Standar Nasional Indonesia .Jakarta.
- Buckle, K. A., R. A. Edwards, G. H. Fleet, dan M. Wootton. 2007. **Ilmu Pangan**. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Salemba-Jakarta.
- Chandan, R. C. dan K. M. Shahani, 1993. **Yogurt** . In: *Dairy Science and Technology Handbook. 2. Product Manufacturing*. Y. H. Hui, Ed. VCH, Pub., Inc., USA.
- De Man, John. M. 1989. **Kimia Makanan**. Penerjemah Kosasih Padmawinata ITB.Bandung. 550 hlm.Eliasson, A. C. 2004. **Starch in Food**. Woodhead Publishing Limited. Cambridge. England.
- Elva. 2012. **Yoghurt**. <http://elvaviea.blogspot.co.id/2012/11/pengertian-yogurt-macam-macam-sejarah.html>. Diakses : 25 Agustus 2017.
- Evanikastrri. 1997. **Uji Aktivitas Antibakteri Patogen dan Penggandaan Skala pada Minuman Asam Laktat Bervitamin B12 dari Sari Wortel**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fardiaz, S. 1993. **Analisis Mikrobiologi Pangan**. Jakarta. PT Raja Grafindo Persada.Jakarta.
- Febriasari A, Novy. 2008. **Penerapan model gompertz pada pertumbuhan bakteri *L. Acidophilus* Dan *B. Longum* Di Media Adonan Es Krim (*Ice Cream Mix* Atau *Icm*) Jenis Standar**. Skripsi Universitas Brawijaya,Malang.
- Hayes, M. G; Kelly, A. L. 2003. **High pressure homogenization of milk (b) effects on indigenous enzymatic activity**. *Journal of Dairy Research*, 70 (3) : 307-313.
- Helferich W., C. Dennis. and Westhoff. 1980. **All about Yoghurt**. New Jersey: Prentice-Hall
- Indratiningsih, Widodo, Siti, dan W. Endang. 2004. **Produk yoghurt shiitake sebagai pangan kesehatan berbasis susu**. *Jurnal teknologi dan industry pangan*.
- Jay JM, MJ Loessner, dan DA Golden. 1992. **Modern Food Mikrobiology**. New York: Springer.
- Kartika, B. 1988. **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Yogyakarta: UGM

- Kasmiati, Utami. T. dan E. Harmayani. 2002. **Kemampuan Isolat bakteri Asam Laktat Indigenous untuk Menurunkan Kadar Laktosa Yoghurt.** Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Kusmajadi, Suradi, Dedeh, D., Udju. D., Rusdi, dan N. Djuarnani. 1988. **Pengaruh Tingkat dan Jenis Penambahan Starter Pada Pembuatan Yoghurt.** Hal 191-199. dalam Prosiding Bioproses Industri Pangan. Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Linder, MC. 2006. **Biokimia Nutrisi dan Metabolisme.** UI-Press. Jakarta.
- Lunggani, A. T., 2007. **Kemampuan Bakteri Asam Laktat Dalam Menghambat Pertumbuhan dan Produksi Aflatoksin B<sub>2</sub> *Aspergillus flavus*.** *BIOMA*. Vol 9 No 2 hal 45-51.
- Mahmuda, R. 2013. ***Streptococcus thermophilus*.** <http://rifahatulmahmuda.blogspot.co.id/2013/12/bakteri-lezat-streptococcus-thermophilus.html>. Diakses : 25 Agustus 2017.
- Maryana, D. 2014. **Pengaruh Penambahan Sukrosa terhadap Jumlah Bakteri dan Keasaman Whey Fermentasi dengan Menggunakan Kombinasi *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus acidophilus*.** [skripsi]. Universitas Hasanuddin, Makassar
- Marzuki dan Soeprapto. 2001. **Bertanam Kacang Hijau.** Penebar Swadaya. Bogor.
- Meirida. 2016. **Pengaruh Penambahan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dan Agar-agar Sebagai Pengemulsi Pada Pembuatan Soyghurt Buah Naga.** Politeknik Negeri Tanah Laut, Kalimantan Selatan.
- Moat, A. G & Foster, J. W., 1995. ***Microbial Physiology*.** Willey- Liss, Inc. New York.
- Muawanah, A. 2007. **Pengaruh Lama Inkubasi dan Variasi Jenis Starter Terhadap Kadar Gula, Asam Laktat, Total Asam dan pH Yoghurt Susu Kedelai.** Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
- Muradmaulana. 2014. **Manfaat Kacang Hijau dan Kandungan Gizinya.** [www.muradmaulana.com/2014/02/manfaat-kacang-hijau-dan-kandungan.html](http://www.muradmaulana.com/2014/02/manfaat-kacang-hijau-dan-kandungan.html). Diakses : 25 Agustus 2017.
- Mustakim. M. 2015 . **Budidaya Kacang Hijau Secara Intensif.** Pustaka Baru Press.

- Musyair. 2014. **Studi Pembuatan Minuman Bubuk Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L*) dan Bubuk Daun Katuk (*Sauropus androgynus L*)**. Univeristas Hasanuddin, Makasar.
- Rahayu, K. 1989. **Mikrobiologi Pangan**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rahman, A., S. Fardiaz, WP. Rahayu, Suliantari dan CC. Nurwitri. 1992. **Teknologi Fermentasi Susu**. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Rocha. 2009. **Cara Membuat Yogurt yang Baik dan Benar**. <http://R0ch4.wordpress.com/2009/03/03/cara-membuat-yoghurt-yang-baik-dan-benar>. Diakses : 25 Agustus 2017.
- Sneath, P.H.A, N.S. Mair, M.E. Sharpe, J.G. Holt. 1986. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol 2**. Baltimore: Williams and Wilkins
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1989. **Analisa Untuk Bahan Makanan Dan Pertanian**. Angkasa: Bandung.
- Sumantri, Cece. 2005. **Pengaruh Genotipe Kappa Kasein (k-Kasein) Terhadap Kualitas Susu Pada Sapi Perah FH di BPTU Baturraden**. Skripsi. IPB Bogor.
- Tamime, A.Y dan Robinson, R.K. 1999. **Yogurt Science and Technology**. Second Edition. Woodhead Publishing Limited, England
- Teja, M. 1991. **Pengaruh Pengupasan, Penambahan Susu Skim dan Gelatin terhadap Mutu Yoghurt Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*)**. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tejasari. 2005. **Nilai gizi pangan**. Bogor (ID) : Graha Ilmu
- Triyono, A. 2010. **Mempelajari Pengaruh Maltodekstrin dan Susu Skim Terhadap Karakteristik Yoghurt Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus L.*)**. Jurnal *Rekayasa Kimia dan Proses*. ISSN : 1411-4216
- Walstra, P. 1999. **Dairy Chemistry and Physics**. New York: John Willey.
- Waspodo. 1997. **Probiotik Bakteri Pencegah Kanker**. Intisar Pres : Yogyakarta.
- Wibowotomo, B. 1990. **Produk Fermentasi Susu**. Penerbit IPB. Bogor.
- Winarno, F.G. 2003. **Mikroflora Usus dan Yoghurt**. Embrio Press. Bogor.
- Winarno, F.G. 1992. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.