



SKRIPSI

**PERUBAHAN KANDUNGAN NUTRISI (GLUKOSA,
PROTEIN, DAN LEMAK) SELAMA FERMENTASI
YOGURT DENGAN PAPARAN GELOMBANG
AUDIOSONIK**

**AQILA RAMADHANIAH
NRP. 0121154000117**

**Dosen Pembimbing I
Herdayanto Sulistyo Putro, S.Si., M.Si.**

**Dosen Pembimbing II
Zjahra Vianita Nugraheni, S.Si., M.Si.**

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**



SCRIPT

CHANGES IN NUTRIENT CONTENTS (GLUCOSE, PROTEIN, AND LIPID) DURING YOGURT FERMENTATION WITH AUDIOSONIC WAVES EXPOSURE

AQILA RAMADHANIAH
NRP. 01211540000117

Supervisor I
Herdayanto Sulistyو Putro, S.Si., M.Si.

Supervisor II
Zjahra Vianita Nugraheni, S.Si., M.Si.

DEPARTMENT OF CHEMISTRY
FACULTY OF SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019

**PERUBAHAN KANDUNGAN NUTRISI (GLUKOSA,
PROTEIN, DAN LEMAK) SELAMA FERMENTASI
YOGURT DENGAN PAPARAN GELOMBANG
AUDIOSONIK**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Prog Studi S-1
Departemen Kimia
Fakultas Sains
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Disusun Oleh:

AQILA RAMADHANIAH
NRP 01211540000117

**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS SAINS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
**PERUBAHAN KANDUNGAN NUTRISI (GLUKOSA,
PROTEIN, DAN LEMAK) SELAMA FERMENTASI
YOGURT DENGAN PAPARAN GELOMBANG
AUDIOSONIK**

SKRIPSI

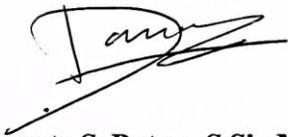
Disusun oleh:

AOILA RAMADHANIAH
NRP 01211540000117

Surabaya, 10 Juli 2019

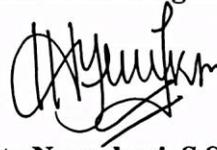
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Herdayanto S. Putro, S.Si., M.Si
NIP. 19810125 200812 1 001

Dosen Pembimbing II



Zjhra Vianita Nugraheni, S.Si., M.Si.
NIP. 19900901 201504 2 001



Mengetahui,
Kepala Departemen Kimia
Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc.
NIP. 19710616 199703 1 002

PERUBAHAN KANDUNGAN NUTRISI (GLUKOSA, PROTEIN, DAN LEMAK) SELAMA FERMENTASI YOGURT DENGAN PAPARAN GELOMBANG AUDIOSONIK

Nama : Aqila Ramadhaniah
NRP : 0121154000117
Departemen : Kimia Fsains – ITS
Dosen Pembimbing I : Herdayanto S. Putro, S.Si., M.Si.
Dosen Pembimbing II : Zjhra Vianita Nugraheni, S.Si., M.Si.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan nilai derajat keasaman (pH) dan nilai nutrisi (glukosa, protein, dan lemak) pada proses fermentasi yogurt yang diradiasi dengan gelombang audiosonik. Yogurt tanpa paparan sebagai kontrol memiliki nilai pH sebesar 2,97; kadar glukosa sebesar 0,17%; kadar protein sebesar 0,42%; dan kadar lemak sebesar 26,80%. Hasil yogurt dengan penambahan frekuensi sebesar 2000 Hz didapatkan nilai pH sebesar 3,00 dan adanya peningkatan pada kadar glukosa menjadi sebesar 0,21%. Tetapi, mengalami penurunan pada kadar protein yaitu menjadi 0,27% dan kadar lemak menjadi 10,58%. Namun, dengan penambahan frekuensi sebesar 8000 Hz didapatkan nilai pH sebesar 2,7. Pada frekuensi ini juga kadar glukosa, protein, dan lemak masing-masing turun menjadi 0,11%; 0,31%; dan 14,19%. Berdasarkan hasil yang didapat bahwa penambahan gelombang audiosonik mempengaruhi nutrisi.

Kata kunci : Yogurt, Gelombang Audiosonik, Fermentasi, pH, Nutrisi

CHANGES IN NUTRIENT CONTENT (GLUCOSE, PROTEIN, AND LIPID) DURING YOGURT FERMENTATION WITH AUDIOSONIC WAVES EXPOSURE

Name : Aqila Ramadhaniah
NRP : 01211440000117
Department : Kimia FSains - ITS
Supervisor I : Herdayanto S. Putro, S. Si, M.Si.
Supervisor II : Zjahra Vianita Nugraheni, S.Si., M.Si.

Abstract

This study aims to learn changes in the value of acidity (pH) and nutritional value (glucose, protein, and fat) in the fermentation process of yogurt which is irradiated with audiosonic waves. As a control, wave-inexposure yogurt had pH of 2.97; glucose level of 0.17%; protein content of 0.42%; and fat content of 26.80%. Yogurt with added-frequency of 2000 Hz obtained pH of 3.00 and higher in glucose levels to 0.21%, but lower in protein levels to 0.27%, while the fat content showed the value of 10.58%. In comparison, the pH value's of yogurt with 8000 Hz frequency was 2.7. The levels of glucose, protein and fat had decreased to 0.11%; 0.31%; and 14.19%, consecutively. Based on the results obtained from audiosonic waves improve nutrition.

Keyword : Yogurt, Audiosonic Wave, Fermentation, pH, Nutrition

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat berlimpah dari-Nya naskah skripsi yang berjudul **“PERUBAHAN KANDUNGAN NUTRISI (GLUKOSA, PROTEIN, DAN LEMAK) SELAMA FERMENTASI YOGURT DENGAN PAPARAN GELOMBANG AUDIOSONIK”** dapat terselesaikan. Ucapan terimakasih tak lupa penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Herdayanto S. Putro, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, dan ilmunya kepada penulis dari awal proses penelitian, hingga proses penyusunan naskah skripsi.
2. Ibu Zjhra Vianita Nugraheni, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan, dan ilmunya kepada penulis pada proses penyusunan naskah skripsi.
3. Bapak Refdinal Nawfa, S.Si., M.Si., selaku Kepala Laboratorium Kimia Mikroorganisme, yang telah memberikan izin penggunaan laboratorium.
4. Ibu Dr. Yuly Kusumawati, M.Si., yang telah membimbing dalam hal akademik maupun non akademik selama penulis menempuh studi di Departemen Kimia FSains ITS.
5. Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc., selaku Ketua Departemen Kimia ITS atas fasilitas yang diberikan selama proses penelitian.
6. Dosen dan Staf Departemen Kimia FSains ITS.
7. Mama dan Ayah, serta Keluarga besar saya, yang tidak pernah berhenti memberi dukungan selalu kepada saya dan membimbing saya hingga saya sampai pada tahap ini.
8. Dhita dan Risca, partner tugas akhir yang membantu dalam setiap proses pengerjaan TA, Tsabita, Aziza, Ipang, Disa, Rini, Rima, Badzlin, Himatu, Oppie, Alya, Hilda, Wahyu, Weni, dan Rizki yang juga menemani saat di laboratorium, selalu semangat dalam proses pengerjaan Tugas Akhir kalian nantinya.

9. Keluargaku Kimia ITS 2015 (GOLDSCHMIDT), yang senantiasa berdiskusi bersama demi keberlangsungan Tugas Akhir ini.
10. Sahabat sejak SMA, keluarga SEGUNDA Sby dan SEGUNDA GISENTIOR. Terima kasih sudah selalu ada dan setia dalam suka dan duka.
11. Semua pihak yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak mungkin saya sebutkan seluruhnya.

Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, maupun mahasiswa-mahasiswa yang ingin melanjutkan penelitian lebih lanjut.

Surabaya, 29 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Yogurt.....	5
2.2. Fermentasi	7
2.3. Bakteri Asam Laktat.....	10
2.4. Bakteri Probiotik	11
2.5. Bakteri Asam Laktat yang Bersifat Probiotik	11
2.6. Strain Bakteri <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	12
2.7. Strain Bakteri <i>Streptococcus thermophilus</i>	14
2.8. Strain Bakteri <i>Lactobacillus acidophilus</i>	15
2.9. Gelombang Audiosonik.....	15
2.10. Derajat Keasaman (pH) Fermentasi Yogurt.....	17
2.11. Karbohidrat.....	17

2.11.1. Karbohidrat Sederhana.....	18
2.11.2. Karbohidrat Kompleks.....	20
2.12. Protein	22
2.13. Lemak.....	24
2.14. Spektrofotometer Ultraviolet-Visible (UV-Vis).....	25

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1. Alat	29
3.2. Bahan.....	29
3.3. Prosedur.....	30
3.3.1. Persiapan Kultur Starter Yogurt.....	30
3.3.2. Pembuatan Yogurt	30
3.3.3. Pengukuran pH.....	30
3.3.4. Pengukuran Kadar Glukosa	30
3.3.5. Pengukuran Kadar Protein	31
3.3.6. Pengukuran Kadar Lemak.....	32

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1. Pembuatan Yogurt.....	33
4.2. Pembuatan Yogurt dengan Paparan Gelombang Audiosonik	34
4.3. Pengukuran dan Analisa Yogurt.....	34
4.3.1. Pengukuran Derajat Keasaman (pH) pada Yogurt..	34
4.3.2. Pengukuran Kadar Glukosa pada Yogurt.....	36
4.3.3. Pengukuran Kadar Protein pada Yogurt	38
4.3.4. Pengukuran Kadar Lemak pada Yogurt.....	42

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	55
BIODATA PENULIS.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Yogurt.....	5
Gambar 2. 2 Reaksi Fermentasi.....	8
Gambar 2. 3 Bakteri <i>L. bulgaricus</i>	13
Gambar 2. 4 Bakteri <i>S. thermophilus</i>	14
Gambar 2. 5 Pembagian Gelombang Berdasarkan Frekuensi	17
Gambar 2. 6 Struktur-struktur dari Monosakarida	18
Gambar 2. 7 Pembentukan Struktur Sukrosa.....	19
Gambar 2. 8 Pembentukan Struktur Laktosa.....	20
Gambar 2. 9 Struktur Maltosa	20
Gambar 2. 10 Struktur Glikogen	21
Gambar 2. 11 Struktur Selulosa.....	21
Gambar 2. 12 Struktur Amilum.....	21
Gambar 2. 13 Tingkatan Struktur Protein	24
Gambar 2. 14 Struktur Trigliserida.....	25
Gambar 2. 15 Skema Kerja Spektrofotometer UV-Vis	27
Gambar 3. 1. Rangkaian Alat yang digunakan	29
Gambar 4. 1 Hasil produk	33
Gambar 4. 2 Proses Inkubasi Yogurt dengan audiosonik.....	34
Gambar 4. 3 Hasil pengukuran pH pada yogurt	35
Gambar 4. 4 Kurva standar glukosa	37
Gambar 4. 5 Mekanisme reaksi yang terjadi pada uji glukosa	37
Gambar 4. 6 Mekanisme reaksi pada uji protein	39
Gambar 4. 7 Kurva Standar BSA	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Lain dalam Yogurt	6
Tabel 2. 2 Standar Mutu pada Yogurt	7
Tabel 4. 1 Data Pengukuran Kadar Glukosa Pada Yogurt	38
Tabel 4. 2 Data Pengukuran Kadar Protein Pada Yogurt	40
Tabel 4. 3 Data Pengukuran Kadar Protein Pada Yogurt	42

Karya ini kusembahkan untuk

Mama dan Ayah serta keluarga besarku yang selalu mendukung

dan mendorongku untuk menjadi lebih baik

Dosen-dosen yang telah membimbingku

Sahabat-sahabatku yang selalu memberi

Semangat dan menemani dalam situasi sulitku

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bunyi merupakan suatu gelombang mekanik jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Bunyi dapat didengar karena benda (sumber bunyi) yang bergetar disekitar dan melalui medium udara sampai ke gendang telinga. Berdasarkan frekuensinya, bunyi terbagi menjadi 3 yaitu audiosonik, ultrasonik, dan infrasonik. Bunyi yang dapat didengar manusia, atau yang disebut dengan gelombang audiosonik.

Gelombang audiosonik digunakan sebagai media komunikasi dan informasi. Selain itu, gelombang audiosonik juga digunakan dalam beberapa penelitian, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Kadarisman dkk. (2011). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa gelombang audiosonik dapat menstimulasi stomata daun pada tanaman untuk membuka lebih lebar. Ying (2011) mengatakan bahwa penggunaan gelombang audiosonik pada bakteri berfungsi sebagai rangsangan fisik yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Pendapat ini juga didukung oleh penelitian Marcellina (2012) yang menunjukkan bahwa rangsangan audiosonik terhadap *Escherichia coli* dapat mengubah viabilitasnya. Penelitian pada bakteri *E. coli* juga dilakukan oleh Gu, dkk. (2016) bahwa hasil dari paparan gelombang audiosonik pada 2 kHz dan 8 kHz meningkatkan biomassa dan laju pertumbuhan. Selain itu, gelombang audiosonik dapat mempengaruhi laju perkembangan (kenaikan ukuran dan berat serta pertumbuhan) benih ikan mas (Hamid, 2017). Berdasarkan penelitian Aldi (2012) rangsangan audiosonik juga berpengaruh terhadap pertumbuhan manusia yang berfungsi untuk membantu pertumbuhan fungsi otak, memperbaiki gangguan tidur serta baik untuk menjaga kesehatan jantung.

Dari beberapa penelitian yang telah disebutkan diatas dapat dilihat bahwa rangsangan bunyi khususnya audiosonik dapat mempengaruhi pertumbuhan makhluk hidup. Selain berpengaruh terhadap pertumbuhan makhluk hidup, bunyi juga diketahui dapat mempengaruhi kondisi makanan. Menurut penelitian Puspasari

dkk. (2014) gelombang ultrasonik berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba pada air kaldu daging sapi. Hal ini diamati dari tingkat kejernihan air kaldu dan jumlah mikroba yang ada di dalamnya. Penelitian lain yang dilakukan oleh Lailiyah dan Endarko (2012) menyebutkan bahwa paparan gelombang ultrasonik terhadap sayuran dapat mengurangi kandungan formalin di dalamnya. Pada penelitian tersebut dilakukan radiasi pada sampel dengan gelombang ultrasonik pada frekuensi 20,30, dan 40 kHz selama 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan gelombang ultrasonik dapat menurunkan prosentase formalin pada sampel lebih efektif pada frekuensi 40 kHz. Kemudian, dalam penelitian Martirosyan dkk. (2011), penggunaan rangsangan gelombang infrasonik pada bakteri *E. coli* dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* K-12 pada frekuensi 4 Hz. Pada penelitian lain, dilakukan paparan gelombang audiosonik pada tanaman padi (Anas and Kadarisman, 2018). sumber gelombang audiosonik yang digunakan berasal dari hewan 'garengpung' (*Dundubia manifera*) pada frekuensi 3500 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat bukaan yang luas pada permukaan daun (stomata) sekitar $(0,99 \text{ } 0,05) \times 10^{-3} \text{ } \mu\text{m}^2$. Selain itu, tinggi tanaman padi saat umur 70 hari menjadi lebih tinggi yaitu sebesar 105,3 cm. Produktivitas tanaman padi juga naik hingga 50% berat kotor dari 35,1 kg menjadi 60,5 kg. Dari hasil tersebut diatas, maka dapat dinyatakan bahwa gelombang suara dapat mempengaruhi aktivitas makhluk hidup sehingga dimungkinkan penambahan gelombang suara juga dapat digunakan dalam bidang lain seperti bidang makanan.

Makanan dapat diolah dengan berbagai cara salah satunya adalah dengan adanya bantuan makhluk hidup yang berupa bakteri. Salah satu contoh makanan yang menggunakan bakteri dalam proses pembuatannya adalah yogurt. Yoghurt adalah salah satu olahan susu yang diproses secara fermentasi dan dibantu dengan penambahan bakteri tertentu (Susilorini dkk., 2008). Bakteri yang digunakan yaitu bakteri probiotik dan tidak patogen. Kandungan yoghurt umumnya terdiri dari 4-6% protein, 0,1-1% lemak, 2-3% laktosa, dan 0,6-1,3% asam laktat (Susilorini dan Sawitri, 2007). Penambahan bakteri pada proses pembuatan yoghurt bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi dan bertanggung jawab atas

pembentukan tekstur dan rasa (Goff, 2003). Sementara itu, pada penelitian Yaqin (2015) pembuatan yogurt dilakukan dengan bantuan paparan gelombang ultrasonik pada air susu sapi perah. Hasil paparan ultrasonik menunjukkan bahwa tingkat keasaman yogurt tetap konstan selama empat jam. Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa paparan gelombang ultrasonik merupakan salah satu cara untuk mengurangi jumlah mikroorganisme yang bertujuan untuk mengawetkan makanan. Sedangkan untuk paparan gelombang bunyi yang lain (audiosonik dan infrasonik) jarang digunakan dalam proses pembuatan makanan.

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini akan dilakukan paparan gelombang bunyi khususnya gelombang audiosonik pada pembuatan makanan, yaitu yogurt. Gelombang audiosonik yang digunakan adalah pada frekuensi 2000 Hz dan 8000 Hz. Penambahan paparan gelombang audiosonik ini diharapkan dapat meningkatkan aktivitas bakteri yogurt dan meningkatkan kualitas kandungan nutrisi (karbohidrat, protein, dan lemak).

1.2. Rumusan Masalah

Gelombang audiosonik dikenal sebagai gelombang suara yang dapat didengar oleh manusia. Selain itu, gelombang audiosonik memiliki pengaruh dalam aktivitas makhluk hidup, sehingga dari penelitian tersebut dimungkinkan dengan penambahan gelombang suara juga bisa digunakan dalam bidang makanan, salah satunya yaitu yogurt. Pada pembuatan yogurt dengan penambahan gelombang audiosonik sejauh ini belum pernah dilakukan. Pada penelitian sebelumnya dengan penambahan gelombang audiosonik terhadap bakteri menghasilkan pengaruh penambahan frekuensi 2000 Hz dan 8000 Hz terhadap aktivitas pertumbuhan dan biomassa pada bakteri menjadi meningkat (Gu dkk., 2016). Penelitian ini diharapkan dengan penambahan gelombang audiosonik pada frekuensi 2000 Hz dan 8000 Hz mempengaruhi aktivitas bakteri dalam yogurt, sehingga dapat meningkatkan kualitas kandungan nutrisi maupun mempersingkat proses pembuatannya.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk diketahui pengaruh gelombang audiosonik (frekuensi 2000 Hz dan 8000 Hz) selama proses fermentasi terhadap derajat keasaman (pH) dan kandungan nutrisi (glukosa, protein, dan lemak) pada yogurt.

1.4. Batasan Masalah

Pada penelitian ini digunakan jenis bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, dan *Lactobacillus acidophilus* sebagai starter bakteri pada pembuatan yogurt. Yogurt dibuat menggunakan susu pasteurisasi, sedangkan frekuensi gelombang audiosonik yang dipilih yaitu sebesar 2000 Hz dan 8000 Hz berdasarkan pada penelitian sebelumnya (Gudkk., 2016).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Yogurt

Kebutuhan makanan sebagai salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan manusia. Makanan, contohnya produk-produk olahan susu diketahui memegang peranan penting dalam makanan manusia di berbagai negara (Ginting, 2005). Salah satunya adalah yogurt, yaitu olahan susu dengan melalui proses fermentasi. Awalnya yogurt terbuat dari susu binatang ternak seperti susu sapi atau susu kambing dalam bentuk seperti *ice cream* atau bubur. Terlihat seperti pada Gambar 2.1, yogurt memiliki kekentalan dan aroma yang khas serta berwarna putih.



Gambar 2. 1 Yogurt (sumber: Wikipedia)

Yogurt merupakan pula olahan susu dari hasil fermentasi kedua dari Bakteri Asam Laktat sebagai starter dari yogurt, yaitu bakteri *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* serta keduanya hidup saling bersimbiosis (Widowati dan Misgiyarta, 2002). Kandungan dari Yogurt yaitu terdiri dari 4-6% protein, 0,1-1% lemak, 2-3% laktosa, dan 0,6-1,3% asam laktat. Yogurt pula memiliki tingkat keasaman sebesar 3,8-4,6% (Susilorini dan Sawitri, 2007). Fermentasi yang diperlukan oleh bakteri asam laktat yaitu pada suhu 37-45°C.

Beberapa kandungan lain dari yogurt yaitu energi, protein, lemak, dan karbohidrat (Deeth and Tamime, 1981). Selain itu, terdapat kandungan lain seperti vitamin A, B kompleks, B1

(thiamin), B2 (riboflavin), B6 (piridoksin), B12 (sinokobalamin), vitamin C, vitamin D, E, asam folat, asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, dan kolin 9. Komposisi beberapa kandungan dalam yogurt dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Kandungan Lain dalam Yogurt

Komponen	Kandungan (per 100 mg)
Energi (Kkal) **)	42-62
Nilai pH	4,2-4,4
Protein (g)	4,5-5,0
Karbohidrat (g) **)	6-7
Kalsium (mg)	-
Magnesium (mg)	130-176
Magnesium (mg)	17
Potassium (mg)	226

Nilai gizi tinggi yang dimiliki yogurt berasal dari susu segar yang digunakan sebagai bahan dasar. Tingkat kekentalan susu yang digunakan sebagai bahan baku yogurt akan berpengaruh pada kandungan gizi yogurt. Meningkatnya kekentalan (total padatan) maka kandungan zat gizi lainnya ikut meningkat. Yogurt dapat dikonsumsi seseorang penderita *Lactose Intolerance* atau yang tidak toleran terhadap laktosa karena memiliki kandungan laktosa yang rendah.

Menentukan kualitas yogurt dapat ditentukan dengan 2 metode yaitu secara subyektif dan pengamatan secara obyektif (meliputi pengukuran kimia, fisik, dan mikroba). Pengujian kualitas yogurt biasanya dilakukan sekitar 24 jam setelah produksi. Tetapi, untuk pengujian sensoris (rasa, aroma, penampakan luar, tekstur), mikroskopis, titrasi keasaman, pH, komposional, analisis (lemak, protein) dan ketahanan umur biasanya dilakukan setelah 4 hari penyimpanan pada suhu 15°C (Kroger, 2001).

Salah satu pengujian kualitas yogurt dilakukan oleh Ginting dan Pasaribu (2005). Hasil uji biologis menyatakan bahwa pada yogurt dengan suhu dan jenis bakteri dapat diamati perubahan yang meliputi aktivitas bakteri yang dibuktikan dengan adanya penggumpalan pada masa akhir inkubasi. Berdasarkan Standar

Nasional Indonesia (SNI) 2981: 2009 untuk standar mutu yogurt dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Standar Mutu pada Yogurt

Kriteria Uji	Spesifikasi	Satuan
Keadaan		
- Wujud	Cairan kental-semi padat	-
- Bau	Normal/khas	-
- Rasa	Asam/khas	-
- Konsentrasi	Homogen	-
pH (Derajat Keasaman)	4,0-4,4	-
Kadar lemak (b/b)	Min 3,0	%
Total padatan susu bukan lemak	Min 8,2	%
Protein	Min 2,7	%
Kadar abu	Maks 1,0	%
Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	0,5-2,0	%

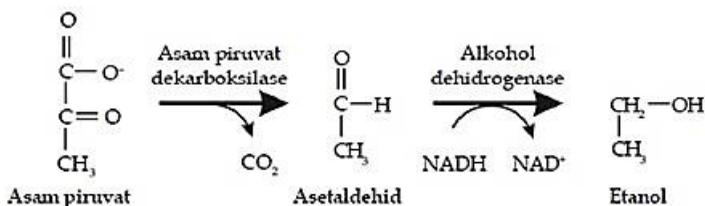
Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 2009.

Yogurt yang berkualitas tentunya akan memberikan manfaat yang baik untuk konsumennya. Manfaat dari mengkonsumsi yogurt antara lain dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah, menjaga kesehatan lambung, dan mencegah penyakit kanker saluran pencernaan. Manfaat lain dari mengkonsumsi yogurt adalah meningkatnya daya tahan tubuh karena yogurt mengandung bakteri probiotik. Akan tetapi, dari kelebihan diatas, yogurt sendiri memiliki kelemahan yaitu tingginya kadar asam yang dapat menyebabkan nyeri pada lambung.

2.2. Fermentasi

Fermentasi didefinisikan sebagai proses metabolisme dimana terjadi perubahan kimia dalam substrat organik, kegiatan atau aktivitas mikroba yang membusukkan bahan-bahan (Tarigan,

1988). Kata fermentasi berasal dari Bahasa Latin yaitu “*fervere*” yang artinya adalah merebus, sedangkan arti kata dari Bahasa Latin dapat dikaitkan dengan kondisi cairan bergelembung atau mendidih. Hal ini disebabkan adanya aktivitas ragi pada ekstraksi buah-buahan atau biji-bijian. Gelembung-gelembung karbondioksida dihasilkan dari katabolisme anaerobik terhadap kandungan gula. Perubahan arti kata fermentasi sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya. Gay Lussac berhasil melakukan penelitian penguraian gula menjadi alkohol dan karbon dioksida yang menyebabkan perubahan arti dari fermentasi. Kemudian Pasteur melakukan penelitian mengenai penyebab perubahan sifat bahan yang difermentasikan. Hal ini dihubungkan dengan mikroorganisme dan akhirnya dengan enzim (Fardiaz, 1988). Salah satu reaksi pembentukan etanol dari asam piruvat melalui proses fermentasi yaitu dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Reaksi Fermentasi (sumber : biology, 1999)

Menurut Tarigan (1988), fermentasi didefinisikan sebagai proses metabolisme dimana akan terjadi perubahan-perubahan kimia dalam substrat organik atau aktivitas mikroba yang membusukkan bahan-bahan yang difermentasikan. Perubahan tersebut tergantung pada macam bahan, mikroba, ph, suhu, adanya aerasi atau usaha lain yang berbeda dengan faktor diatas, misalnya penambahan-penambahan bahan tertentu untuk menggiatkan fermentasi. Menurut Sarwono (2005), fermentasi sebagai penguraian unsur organik kompleks seperti karbohidrat sebagai penghasil energi melalui reaksi enzim yang berasal dari mikroorganisme dalam keadaan anaerob dengan diiringi pembebasan gas.

Manfaat fermentasi yaitu dapat meningkatkan kandungan energi dan protein, meningkatkan daya cerna makanan berkualitas

rendah, dan menurunkan sianida dan kandungan serat kasar (Darmawan, 2006). Umumnya, fermentasi selalu dikaitkan dengan karbohidrat, bahkan hingga saat ini, padahal pengertian masih lebih luas lagi, menyangkut juga perombakan lemak dan protein oleh aktivitas mikroorganisme. Proses fermentasi bahan pangan oleh mikroorganisme menyebabkan perubahan yang menguntungkan baik dari aspek gizi dan daya simpan serta daya cernanya. Biasanya produk fermentasi bersifat katabolik atau memecahkan komponen-komponen yang kompleks menjadi lebih sederhana sehingga mudah dicerna tetapi juga karena adanya enzim yang dihasilkan mikroba itu sendiri (Winarno dan Fernandez, 2007). Tidak hanya bakteri, khamir dan kapang umumnya dipakai dalam fermentasi. *Acetobacter xylinum* pada pembuatan nata de coco, *Acetobacter aceti* pada pembuatan asam asetat, keduanya merupakan contoh dari bakteri yang terlibat dalam fermentasi. *Saccharomyces cerevisiae* dalam pembuatan alkohol adalah contoh salah satu khamir dalam fermentasi, sedangkan contoh kapang adalah *Rhizopus sp.* pada pembuatan tempe (Winarno dan Fardiaz, 1980).

Fermentasi terbagi menjadi dua yaitu :

1. Fermentasi aerob, proses respirasi atau oksidosis. Contohnya fermentasi asam nitrat, asam cuka, dsb.
2. Fermentasi anaerob, fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen tetapi bahan lain akan bertindak sebagai *haccaptor*, misalnya ragi (*yeast*)

(Winarno dan Fardiaz, 1980)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi menurut Buckle (1988) adalah sebagai berikut:

1. Substrat; mikroba memerlukan substrat yang mengandung nutrisi dengan kebutuhan untuk pertumbuhannya
2. Suhu; suhu yang digunakan dalam fermentasi. Suhu optimal pada proses fermentasi yaitu 35-40°C.
3. pH; mikroba dapat tumbuh pada kisaran pH yang sesuai pertumbuhannya, sedangkan khamir dapat hidup pada pH rendah yaitu 1-2.
4. Oksigen; faktor utama dalam pengendalian fermentasi. Produk akhir dari suatu fermentasi sebagian dapat

dikendalikan dengan ikatan O₂ substrat apabila faktor lainnya optimum.

2.3. Bakteri Asam Laktat

Yogurt dibuat menggunakan metode fermentasi dan dibantu dengan bakteri asam laktat. Contoh bakteri asam laktat yaitu *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*. Kedua bakteri ini biasanya digunakan sebagai starter dan saling bersimbiosis.

Bakteri asam laktat merupakan bakteri gram positif, tidak berspora, berbentuk bulat atau batang, memproduksi asam laktat sebagai produk akhir selama fermentasi karbohidrat, sebagai katalase negatif, mikro aerotoleran dan asidotoleran (Axelsson, 1998). Kelompok bakteri ini sangat bervariasi dan spesiesnya dapat mendominasi bermacam-macam makanan, minuman atau habitat yang lain seperti tanaman, jerami, rongga mulut dan perut hewan (Heyman, 2000). Bakteri asam laktat (BAL) merupakan biopreservatif karena memberikan dampak positif bagi kesehatan manusia (Garigga, 1998).

Pada proses fermentasi, BAL mengubah senyawa organik kompleks seperti protein, karbohidrat dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana, dan mudah larut. Bakteri asam laktat akan menghidrolisis gula di dalam susu, laktosa menjadi asam laktat. Selain membentuk asam laktat, hidrolisis laktosa oleh kedua strain bakteri starter dan juga metabolisme nitrogen dari hidrolisis protein terutama oleh bakteri *L. bulgaricus* yang menghasilkan senyawa acetaldehyde yang memberikan aroma khas pada yogurt (Tamime dan Marshall, 1997).

Bakteri asam laktat dalam memperbanyak sel memanfaatkan nutrisi seperti laktosa yang nantinya akan dipecah menjadi asam laktat. Pengujian total bakteri asam laktat dari suatu sampel dapat menggunakan metode cawan (Fardiaz, 1993). Menurut BSN (2009), yogurt naik mengandung kadar asam 0,5%-2,0% dan mengandung BAL minimal sebanyak 10⁷ CFU/mL. Menurut Suroso (2004), adanya bakteri asam laktat dalam yogurt memberikan manfaat kesehatan karena dimana bakteri baik dalam yogurt akan menyelimuti dinding usus sehingga dinding usus

menjadi asam dan kondisi tersebut menyebabkan mikroba patogen tidak dapat berkembangbiak di dalam usus.

2.4. Bakteri Probiotik

Bakteri probiotik adalah salah satu bagian dari sinbiotik, yaitu sinergi antara probiotik dan prebiotik berada didalam suatu makanan. Sinbiotik berasal dari kata *syn* berarti sinergi dan *biotic* berarti hidup. Substansi prebiotik memiliki dampak positif bagi mikroflora usus terutama bakteri probiotik yang berfungsi sebagai substansi makanan dari probiotik (Hui, 2006).

Bakteri asam laktat mempunyai peran dalam mengubah glukosa menjadi asam laktat, bakteri tersebut ialah *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, dan *Bidfidobacterium*. Fermentasi asam laktat terbagi menjadi dua yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri homofermentatif menghasilkan banyak asam laktat dibandingkan dengan heterofermentatif yang menghasilkan asam laktat dan produk lain, dimana kebanyakan etanol (Purwoko, 2007).

2.5. Bakteri Asam Laktat yang Bersifat Probiotik

Menurut Evanikastrri (2003) terdapat berbagai macam syarat yang dipenuhi untuk mengklasifikasikan bakteri asam laktat yang bersifat probiotik:

1. Tahan terhadap asam, terutama asam lambung yang memiliki pH antara 1,5 - 2,0 sewaktu tidak makan dan pH 4,0 - 5,0 sehabis makan, sehingga dapat bertahan lebih lama ketika melalui lambung dan usus.
2. Stabil terhadap garam empedu dan mampu bertahan saat berada dibagian usus kecil. Empedu disekresikan ke dalam usus untuk membantu absorbs lemah dan asam empedu yang terkonjugasi dan diserap dari usus kecil
3. Memproduksi senyawa antimikroba seperti asam laktat, hidrogen peroksida dan bakteriosin
4. Mampu menempel pada usus, faktor penempelan oleh probiotik merupakan syarat untuk pengkolonisasi, aktivitas antagonis terhadap patogen, pengaturan sistem daya tahan tubuh dan mempercepat penyembuhan infeksi

5. Dapat tumbuh baik dalam saluran pencernaan. Contohnya genus bifidobakteria dan laktobasili dapat tumbuh baik pada saluran pencernaan tanpa adanya oksigen.
6. Koagregasi membentuk lingkungan mikroflora normal dan seimbang. Koagregasi juga mencerminkan kemampuan interaksi antar kultur untuk saling menempel
7. Aman digunakan oleh manusia. Dilakukan uji In Vivo sebagai salah satu indikator bahwa probiotik tersebut dapat dikonsumsi oleh manusia.

Reaksi fermentasi BAL dibagi menjadi dua yaitu secara homofermentatif dan heterofermentatif. Reaksi homofermentatif menghasilkan asam laktat, 2 mol ATP dari 1 glukosa/heksosa dalam kondisi normal, tidak menghasilkan CO₂ dan menghasilkan biomassa sel dua kali lebih banyak dari pada BAL heterofermentatif. Sedangkan pada reaksi heterofermentatif selain menghasilkan asam laktat juga menghasilkan etanol, CO₂, asam asetat serta 1 mol ATP dari heksosa dan tidak mempunyai enzim aldolase. Reaksi fermentasi BAL dapat dilihat di bawah ini:

Reaksi Homofermentatif



Reaksi Heterofermentatif



Atau



2.6. Strain Bakteri *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus merupakan bakteri probiotik gram positif, digolongkan dalam bakteri homofermentatif, berbentuk batang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Bakteri ini hanya memproduksi asam laktat dalam fermentasi fakultatif anaerob. Bakteri *L. bulgaricus* juga merupakan bakteri mesofilik dengan kisaran suhu optimum 35°C-45°C dengan tingkat keasamaan 4-5,5. Produk yang dihasilkan oleh bakteri ini yaitu asam laktat yang bersifat inhibitor bagi mikroba patogen maka

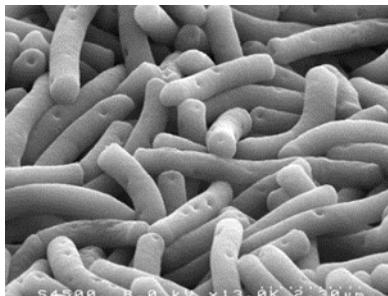
produk memiliki kadar asam laktat tinggi akan lebih tahan lama (Rahman, 1992).

Bakteri *L. bulgaricus* termasuk dalam homofermentasi obligat. Bakteri ini memfermentasikan laktosa susu memproduksi sedikit D(+) laktat dan asetaldehida (Tamime dan Robbinson, 2007). Bakteri ini dalam susu akan mengubah laktosa menjadi asam laktat (Wahyudi, 2006). Selain itu, menurut Andrianto (2008) mengatakan bahwa kehidupan bakteri *L. bulgaricus* memiliki beberapa manfaat yakni dapat meningkatkan pencernaan susu, merangsang produksi interferon dan tumor necrosis faktor, mengatur sistem kekebalan tubuh, membantu metabolisme lipid, dapat mengendalikan kadar kolesterol, menghasilkan zat pembunuh kuman (antibiotik) alami, serta menghambat perkembangan jasad renik yang tidak diinginkan.

Berikut ini merupakan klasifikasi dari bakteri *L. bulgaricus* :

Kerajaan	: Prokariotik
Divisi	: Schizophyta
Kelas	: Eubacteriales
Familia	: Lactobacillaceae
Marga	: Lactobacillus
Jenis	: <i>Lactobacillus bulgaricus</i>

Sumber : Grigoroff, 1905.



Gambar 2. 3 Bakteri *L. bulgaricus* (sumber:Grigoroff, 1905)

2.7. Strain Bakteri *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus adalah bakteri anaerob fakultatif gram positif yang berbentuk bulat dan sering pertumbuhannya berbentuk rantai. Wujud bakteri *S.thermophilus* dapat dilihat pada Gambar 2.4. Bakteri yang tidak membentuk spora dan termasuk homofermentatif. Bakteri *S.thermophilus* biasa ditemukan dalam susu dan produk olahan susu. Bakteri ini sebagai salah satu bakteri asam laktat, yaitu yang menghasilkan asam laktat. Banyak produk olahan susu yang bergantung pada bakteri ini dan bakteri probiotik lain dalam pembuatannya (Fardiaz, 1992).



Gambar 2. 4 Bakteri *S. thermophilus* (sumber:Orla-Jensen, 1919)

S. thermophilus memiliki beberapa manfaat yaitu efisien dalam mencerna laktosa, mampu menghancurkan bakteri patogen dan dapat merangsang produksi “cytokine” yang terlibat dalam sistem kekebalan, serta dapat meningkatkan nilai makanan dengan pembentukan mikronutrien. Selain itu, *S. thermophilus* mampu merontokkan rotavirus, yakni penyebab penyakit diare akut non-bakteri pada bayi dan anak-anak (Wahyudi, 2006). Berikut adalah klasifikasi dari bakteri *S. thermophilus* :

Kerajaan	: Bacteria
Divisi	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Lactobacillales
Familia	: Streptococcaceae
Marga	: Streptococcus
Jenis	: <i>S. salivarius</i>

Subspesies : *S. salivarius* subsp. *Thermophilus*
Sumber : Orla-Jensen, 1919.

2.8. Strain Bakteri *Lactobacillus acidophilus*

Lactobacillus acidophilus adalah bakteri golongan gram positif dan tidak membentuk spora. Bakteri ini berbentuk batang panjang serta bersifat anaerob fakultatif dan katalase negatif (Prescott dan Harley, 2002). Bakteri *L. acidophilus* teridentifikasi pada saliva dari penderita karies dan yang paling banyak ditemukan (Badet dan The baud, 2008). Menurut Ahumada dkk. (2003) bahwa bakteri *L. acidophilus* dapat melekat pada permukaan email baik secara langsung ataupun dengan saliva. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi laju *L. acidophilus* pada saliva adalah asupan karbohidrat (Badet dan Thebaud, 2008).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa bakteri *L. acidophilus* menghasilkan bakteriosin yang berfungsi untuk menghambat bakteri lainnya, sehingga *L. acidophilus* ini mampu bersaing dengan bakteri lain dan dapat tumbuh dengan baik meskipun terdapat bakteri lainnya (Percival, 1997). Berikut ini adalah klasifikasi dari bakteri *L. acidophilus* :

Kerajaan : Bacteria
Divisi : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Ordo : Lactobacillales
Famili : Lactobacillaceae
Marga : Lactobacillus
Jenis : *L. acidophilus*

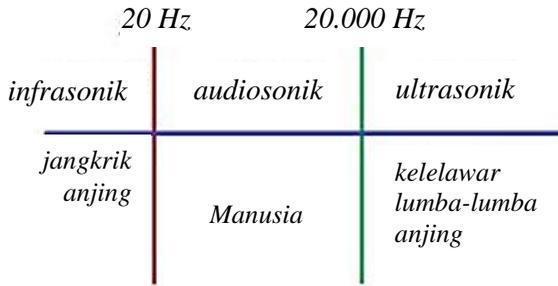
(Hansen dan Mocquot, 1970)

2.9. Gelombang Audiosonik

Definisi umum bunyi adalah sebuah gelombang longitudinal yang merambat dalam suatu medium (padat, cair, dan gas). Bunyi juga sebagai gelombang mekanis jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Sebagai sumber bunyi yang dapat didengar sebab bunyi itu menggetarkan udara di sekitarnya dan melalui medium udara dan merambat sampai ke gendang telinga (Kuntoro, 2009).

Halliday dan Resnick (1997) menyatakan, bunyi merupakan suatu gelombang longitudinal yang mana arah rambatannya sejajar dengan arah getarnya. Pada saat perambatannya bunyi berbentuk rapatan dan juga renggangan yang dibentuk oleh partikel-partikel kecil sebagai perantara bunyi. Suara menurut ilmu fisika didefinisikan sebagai penyalur, transmisi dan penerima senengi gelombang akibat getaran, gesekan, atau pukulan. Contohnya kayu dapat menjadi sumber suara. Akibat benturan langsung, bunyi yang dihasilkan oleh sumber lain dipancarkan melalui udara dan mempengaruhi kayu dalam bentuk gelombang bunyi. Tinggi nada suara mengacu pada frekuensi getaran sedangkan frekuensi getaran dipengaruhi oleh dimensi, kerapatan, dan elastisitas. Prinsip bunyi yaitu ada benda yang bergetar (adanya sumber bunyi), ada medium atau perantara dan ada pendengar.

Gelombang dibagi menjadi dua berdasarkan medianya yaitu gelombang elektromagnetik dan mekanik. Gelombang elektromagnetik dapat merambat melalui dengan dan tanpa media, sedangkan mekanik hanya dapat merambat melalui media. Sebagai contoh yaitu gelombang bunyi berasal dari kayu dinamakan gelombang mekanik. Bunyi juga dibagi berdasarkan frekuensinya yaitu gelombang infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik. Gelombang infrasonik merupakan gelombang dengan frekuensi dibawah 20 Hz yang menariknya gelombang ini dihasilkan oleh sumber-sumber besar. Contohnya yaitu gelombang gempa bumi, gelombang dapat didengar oleh beberapa hewan seperti jangkrik dan anjing. Gelombang audiosonik adalah gelombang yang berfrekuensi 20-20000 Hz dan merupakan gelombang yang mampu didengar oleh sebagian besar makhluk hidup seperti manusia dan hewan lainnya. Sedangkan gelombang ultrasonik yaitu gelombang berfrekuensi diatas 20000 Hz dimana manusia tidak mampu mendengar dan hanya beberapa makhluk hidup yang dapat mendengarnya seperti lumba-lumba dan juga kelelawar (Setya dkk., 2014). Seperti pada Gambar 2.5 yaitu pembagian suara berdasarkan frekuensi.



Gambar 2. 5 Pembagian Gelombang Berdasarkan Frekuensi
(sumber : *berpendidikan.com*)

2.10. Derajat Keasaman (pH) Fermentasi Yogurt

Proses fermentasi yogurt menurut Widodo (2003), dilakukan hingga diperoleh pH akhir kisaran 4,4 – 4,5 dan diperoleh *flavor* yang khas karena terbentuknya asam laktat, asam asetat, asetaldehid, diasetil dan senyawa volatil lain. Proses pembuatan yogurt dimulai dengan pemanasan susu yang akan difermentasi pada suhu 90°C selama 15-30 menit, kemudian didinginkan sampai suhu 43°C. Inokulasi dilakukan dengan penambahan 2% kultur campuran *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* dan diinkubasi pada suhu 43°C selama kurang lebih tiga jam hingga tercapai keasaman yang dikehendaki yaitu 0,85%-0,9% asam laktat atau mencapai pH 4,0-4,5.

Efek penambahan bakteri *L. bulgaricus* menyebabkan penurunan pH menjadi 3,8-4,4 sedangkan adanya bakteri *Streptococcus* sp. menimbulkan kenaikan pH menjadi 5,0-5,5. Sehingga nilai pH yogurt berkisar menjadi 4,15 – 4,18, (Rahman dkk, 1992).

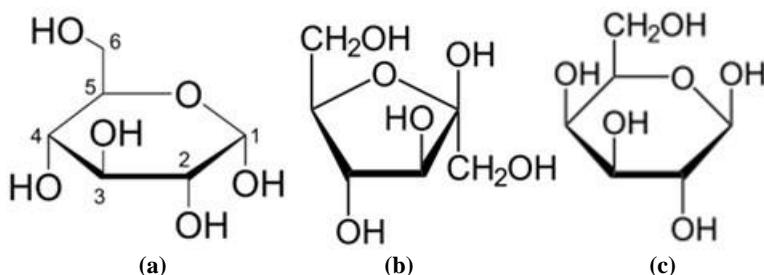
2.11. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa yang terbentuk molekul karbon, hidrogen dan oksigen. Karbohidrat memiliki fungsi utama yaitu penghasil energi didalam tubuh. Bila mengkonsumsi 1 gram karbohidrat maka setara dengan energi sebesar 4 kkal. Energi hasil proses oksidasi (pembakaran) karbohidrat digunakan oleh tubuh untuk menjalankan berbagai fungsi-fungsinya seperti bernafas, kontraksi jantung dan otot serta untuk menjalankan

berbagai aktivitas fisik seperti berolahraga atau bekerja (Irawan, 2007). Karbohidrat sendiri dibagi menjadi dua yaitu karbohidrat sederhana (monosakarida dan disakarida) dan karbohidrat kompleks (selulosa dan pati).

2.11.1. Karbohidrat Sederhana

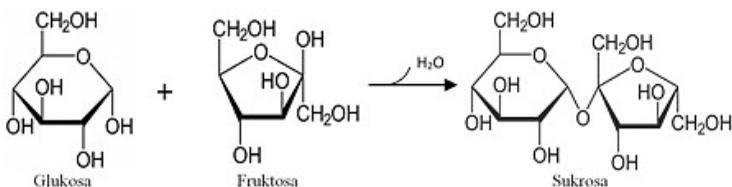
Karbohidrat sederhana terbagi menjadi dua, yaitu monosakarida dan disakarida. Monosakarida merupakan jenis karbohidrat sederhana yang terdiri dari satu gugus cincin. Monosakarida berfungsi sebagai molekul dasar bagi pembentukan senyawa karbohidrat kompleks pati (starch) atau selulosa. Beberapa contoh di dalam sel tubuh yaitu glukosa, fruktosa dan galaktosa. Glukosa pada industri pangan dikenal dengan dekstrosa atau gula anggur. Glukosa pula banyak ditemukan pada buah-buahan, sayuran dan sirup jagung. Glukosa merupakan suatu aldohexosa, disebut juga dekstrosa karena memutar bidang polarisasi ke kanan. Glukosa juga sebagai komponen utama gula darah, menyusun 0,065-0,11 % darah kita. Glukosa dapat terbentuk dari hidrolisis pati, glikogen, dan maltosa. Glukosa dapat dioksidasi oleh zat pengoksidasi lembut seperti pereaksi Tollens sehingga sering disebut sebagai gula pereduksi (Budiman, 2009). Struktur glukosa dapat dilihat pada Gambar 2.6.(a).



Gambar 2. 6 Struktur-struktur dari Monosakarida, (a) Glukosa; (b) Fruktosa; (c) Galaktosa (sumber : Budiman, 2009)

Fruktosa banyak terkandung dalam buah-buahan dan madu. Fruktosa merupakan suatu heksulosa atau levulosa karena memutar bidang polarisasi ke kiri. Sebagai heksulosa yang terdapat di alam. Fruktosa juga gula pereduksi yang terdapat dalam madu dan

buah-buahan bersama glukosa. Fruktosa terbentuk dari hidrolisis suatu disakarida yang disebut sukrosa dan fruktosa sebagai salah satu gula pereduksi (Budiman, 2009). Struktur fruktosa dapat dilihat pada Gambar 2.6.(b). Sedangkan galaktosa merupakan karbohidrat hasil proses pencernaan laktosa sehingga tidak terdapat di alam bebas. Galaktosa adalah suatu aldohexosa dan jarang ditemukan bebas di alam. Umumnya berikatan dengan glukosa dalam bentuk laktosa yaitu gula dalam susu. Dibandingkan dengan glukosa, galaktosa memiliki rasa kurang manis dan kurang larut dalam air. Galaktosa merupakan gula pereduksi seperti halnya glukosa (Budiman, 2009). Bentuk struktur galaktosa dapat dilihat pada Gambar 2.6.(c).

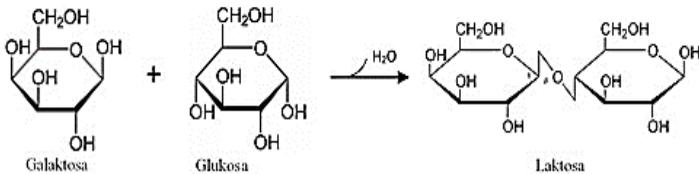


Gambar 2. 7 Pembentukan Struktur Sukrosa (sumber: Nafiun.com)

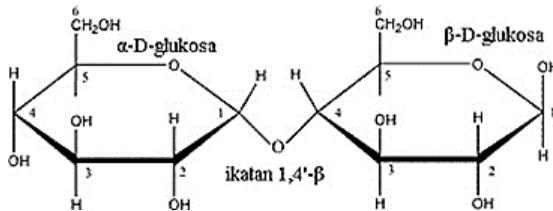
Selain itu, disakarida merupakan jenis karbohidrat yang banyak dikonsumsi oleh manusia didalam kehidupan sehari-hari. Tiap molekul disakarida terbentuk dari gabungan 2 molekul monosakarida. Contohnya, sukrosa (Gambar 2.7) yang terbentuk dari glukosa dan fruktosa, sedangkan laktosa (Gambar 2.8) terbentuk dari glukosa dan galaktosa. Enzim laktase yang dapat memecah laktosa menjadi gula-gula sederhana yaitu glukosa dan galaktosa. Ikatan galaktosa dan glukosa terjadi antara atom karbon nomor 1 pada galaktosa dan atom 4 pada glukosa. Laktosa yang biasa disebut gula susu yang terdiri D-galaktosa dan D-glukosa berikatan melalui ikatan α (1,4)-glikosidik. Dengan demikian laktosa mempunyai sifat mereduksi dan mutarotasi (Poedjadi dan Supriyanti, 2009). Berdasarkan penelitian ini, laktosa atau gula pada susu yang difermentasikan dengan bantuan bakteri. Proses fermentasi tersebut menyebabkan laktosa berubah menjadi asam piruvat yang selanjutnya dirubah menjadi asam laktat atau yang disebut juga fermentasi asam laktat (Santoso, 2009). Fermentasi

asam laktat memerlukan bahan dasar berupa glukosa dan dibantu dengan menggunakan enzim. Pada fermentasi asam laktat yang terjadi pada susu yaitu termasuk fermentasi homofermentasi yaitu terjadi perubahan glukosa menjadi piruvat, lalu membentuk 2 molekul asam laktat.

Selain itu, sukrosa sebagai pembentuk 99% gula pasir (*table sugar*) dan laktosa terdapat dalam susu sapi dengan konsentrasi 6.8 gr/100 mL. Maltosa adalah suatu disakarida yang merupakan hasil dari hidrolisis parsial tepung (amilum). Maltosa (Gambar 2.9) tersusun dari molekul α -D-glukosa dan β -D-glukosa. Terlihat bahwa gugus -O- sebagai penghubung antarunit C1 dari α -D-glukosa dengan C4 dari β -D-glukosa.



Gambar 2. 8 Pembentukan Struktur Laktosa (sumber: edubio.info)



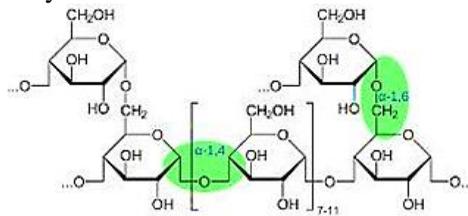
Gambar 2. 9 Struktur Maltosa (sumber: edubio.info)

2.11.2. Karbohidrat Kompleks

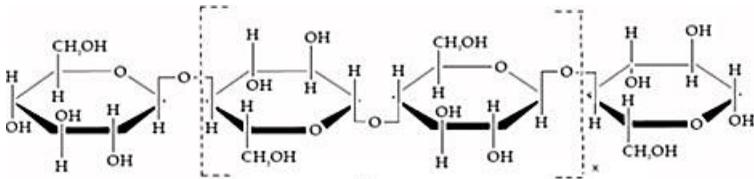
Karbohidrat kompleks merupakan karbohidrat yang terbentuk lebih dari 20.000 molekul monosakarida terutama glukosa. Disebut juga dengan polisakarida dan jenis karbohidrat yang menjadi sumber utama makanan yang umum dikonsumsi oleh manusia yaitu pati (*starch*). Polisakarida merupakan polimer monosakarida, mengandung banyak satuan monosakarida yang dihubungkan oleh ikatan glikosida. Hidrolisis lengkap dari polisakarida akan menghasilkan monosakarida. Glikogen (Gambar 2.10) dan amilum (Gambar 2.12) merupakan polimer glukosa.

Beberapa polisakarida terpenting yang banyak terdapat pada tanaman yaitu selulosa (Gambar 2.11)

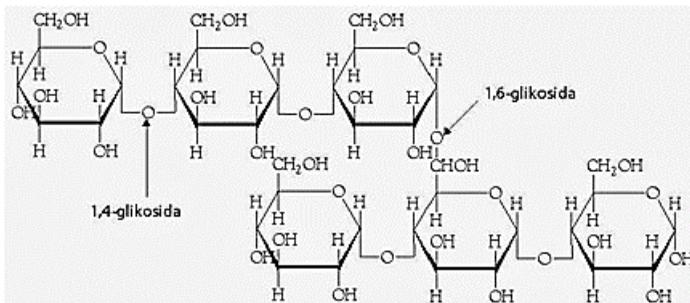
Selulosa merupakan polimer yang berantai panjang dan tidak bercabang. Banyak dijumpai dalam dinding sel pelindung seperti batang, dahan, daun dari tumbuhan. Terdapat enzim pada sistem pencernaan manusia yang dapat memecahkan ikatan α -glukosida. Sedangkan tidak ada enzim yang dapat memecahkan β -glukosida yang terdapat dalam selulosa sehingga manusia tidak dapat mencerna selulosa. Contoh hewan yang memiliki bakteri tersebut adalah rayap, sehingga dapat menjadikan kayu sebagai makanan utamanya.



Gambar 2. 10 Struktur Glikogen (sumber: Budiman, 2009)



Gambar 2. 11 Struktur Selulosa (sumber: Sunarya, 2004)



Gambar 2. 12 Struktur Amilum (sumber: Nafiun.com)

Hampir sama dengan selulosa, sebagai polimer dari glukosa, pati merupakan simpanan energi dalam sel tumbuhan yang berbentuk butiran kecil mikroskopik dengan diameter berkisar antara 5-50 nm. Terdapat dalam umbi-umbian sebagai cadangan makanan pada tumbuhan. Pati jika dilarutkan dalam air panas, dapat dipisahkan menjadi dua fraksi utama, amilosa dan amilopektin. Hidrolisis lengkap pati menghasilkan D-glukosa dan hidrolisis dengan enzim tertentu menghasilkan dextrin dan maltosa.

2.12. Protein

Protein adalah zat makanan yang mengandung nitrogen yang diyakini sebagai faktor penting untuk fungsi tubuh, sehingga tidak mungkin ada kehidupan tanpa protein (Muchtadi, 2010). Protein merupakan makromolekul yang terdiri dari rantai asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida membentuk rantai peptida dengan berbagai panjang dari dua asam amino (dipeptida), 4-10 peptida (oligopeptida), dan lebih dari 10 asam amino (polipeptida) (Gandy dkk, 2014) yang dapat dilihat pada Gambar 2.11. Tiap jenis protein mempunyai perbedaan jumlah dan distribusi jenis asam amino penyusunnya. Berdasarkan susunan atomnya, protein mengandung 50-55% atom karbon (C), 20-23% atom oksigen (O), 12-19% atom nitrogen (N), 6-7% atom hidrogen (H), dan 0,2-0,3% atom sulfur (S) (Estiasih, 2016).

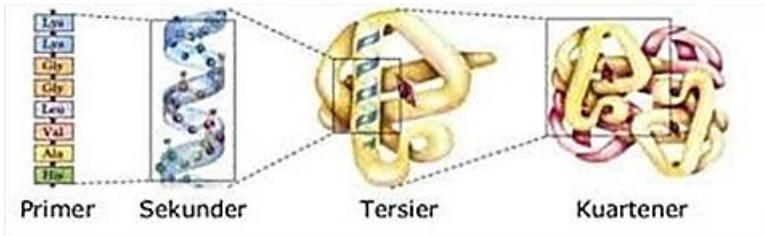
Protein memiliki berat molekul yang sangat besar sehingga bila protein dilarutkan dalam air akan membentuk suatu dispersi koloidal. Protein dapat dihidrolisis oleh asam, basa, atau enzim tertentu dan menghasilkan campuran asam-asam amino (Winarno, 2004). Sebagian besar protein bila dilarutkan dalam air akan membentuk dispersi koloidal dan tidak dapat berdifusi bila dilewatkan melalui membran semipermeabel. Beberapa protein mudah larut dalam air, tetapi ada pula yang sukar larut. Namun, semua protein tidak dapat larut dalam pelarut organik seperti eter, kloroform, atau benzena (Yazid, 2006).

Protein merupakan elemen dasar dari suatu organisme yang dibentuk dari asam amino (Polanski dan Kimmel, 2007). Protein termasuk bagian yang penting pada setiap makhluk hidup

dan cara untuk mendapatkan protein yaitu melalui proses tranlasi. Tiap makhluk hidup memiliki kode genetik yaitu DNA (*deoxyribonucleic acid*) yang tersusun dari basa nitrogen adenin (A), Guanin (G), timin (T), dan sitosin (C) (Jones dan Pevzner, 2004).

Protein merupakan salah satu kelompok bahan makronutrien, tidak seperti bahan makronutrien lainnya (karbohidrat, lemak), protein berperan lebih penting dalam pembentukan biomolekul daripada sumber energi yaitu sebagai penyusun bentuk tubuh. Apabila organisme mengalami kekurangan energi, maka protein dapat digunakan sebagai sumber energi. Protein adalah bahan pembentuk jaringan di dalam tubuh (Chrisna dkk., 2016). Sumber protein adalah kacang-kacangan dan hasil olahannya, telur, teri, ikan segar, daging, udang, susu, dan lain sebagainya perlu ditambahkan dalam menu makanan sebagai zat tambahan darah untuk mencegah dan mengatasi anemia (Adriani dan Wirjatmadi, 2012).

Menurut Fatchiyah dkk. (2011) protein dibagi berdasarkan tingkatan struktur protein, yaitu struktur primer, struktur sekunder, struktur tersier, dan kuartener. Struktur primer menggambarkan sekuens linear residu asam amino dalam suatu protein dan sekuens asam amino dituliskan dari gugus terminal amino ke gugus terminal karboksil. Struktur sekunder dibentuk karena adanya ikatan hidrogen antara hidrogen amida dan oksigen karbonil dari rangka peptida serta struktur utama meliputi α -heliks dan β -strands (termasuk β -sheets). Tersier rantai polipeptida yang mengalami folded sempurna dan kompak. Struktur tersier distabilkan oleh interaksi antara gugus R yang terletak tidak bersebelahan pada rantai polipeptida. Adanya struktur tersier membuat struktur primer dan sekunder berdekatan. Beberapa polipeptida folded terdiri dari beberapa protein globular yang berbeda yang dihubungkan oleh residu asam amino. Terakhir adalah struktur kuartener, melibatkan dua atau lebih polipeptida yang membentuk protein oligomerik. Protein oligomerik tersusun oleh rantai polipeptida yang sama maupun berbeda. Dari keempat tingkatan struktur protein tersebut dapat dilihat ilustrasi Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Tingkatan Struktur Protein (sumber: gilalogie, 2015)

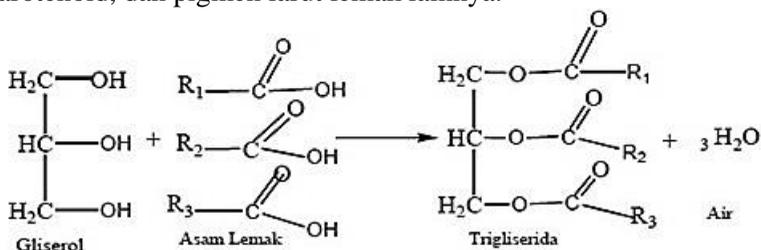
Banyak metode untuk mengidentifikasi atau menukur kadar protein. Salah satunya yaitu menggunakan protein Assay Coomassie (Bradford). Dalam suasana asam, protein mengikat pewarna Coomassie. Hal ini menghasilkan pergeseran spektral dari bentuk pewarna kemerahan / coklat (absorbansi maksimal 465 nm) ke biru (absorbansi maksimal 610 nm). Perbedaan keduanya membentuk zat warna paling besar adalah pada 595 nm, merupakan panjang gelombang optimal untuk mengukur warna biru dari kompleks protein pewarna Coomassie. Jika diinginkan, warna biru bisa diukur pada panjang gelombang antara 575nm dan 615nm. Kedua panjang gelombang ekstrem terdapat kehilangan sekitar 10% dalam jumlah warna yang diukur (absorbansi) dibandingkan dengan yang diperoleh pada 595nm.

Pengembangan warna dalam tes protein berbasis protein Coomassie telah dikaitkan dengan adanya asam amino dasar tertentu (terutama arginin, lisin dan histidin) dalam protein. Jumlah ligan Coomassie dye yang terikat pada masing-masing molekul protein kira-kira sebanding dengan jumlah muatan positif yang ditemukan pada protein.

2.13. Lemak

Lemak atau lipid merupakan senyawa non heterogen yang meliputi asam lemak dan turunannya, lemak netral (trigliserida), fosfolipid serta sterol. Sifat umum lipid ada yang larut dalam air dan ada yang larut dalam pelarut non polar. Lipid juga merupakan salah satu komponen dalam tubuh yang digunakan dalam berbagai proses kimiawi. Berperan sebagai komponen struktural membran sel, juga berperan dalam membantu proses pencernaan (Suwandi dkk., 2010).

Kelompok lipid terdiri dari triasilgliserol, fosfolipid, kolesterol, dan asam lemak bebas. Lipid dari makanan yang dikonsumsi akan disintesis di dalam hati dan kandungan lipid terbesar yang terdapat pada makanan adalah jenis trigliserida (Jim, 2013). Struktur trigliserida dapat dilihat pada Gambar 2.14. Sedangkan, lipid diangkut dalam aliran darah dengan berikatan pada protein dan membentuk senyawa yang dapat larut dalam air disebut juga lipoprotein (Beny, 2013). Pengukuran kadar lemak dinamakan juga dengan analisa kadar lemak kasar karena yang terekstraksi bukan hanya lemak tetapi fosfolipid, asam lemak bebas, karotenoid, dan pigmen larut lemak lainnya.



Gambar 2. 14 Struktur Trigliserida (sumber: Pasaribu,2004)

Sebagai zat gizi, lemak atau minyak semakin baik kualitasnya jika banyak mengandung asam lemak tidak jenuh dan sebaliknya. Minyak atau lemak bersifat non polar sehingga tidak larut dalam pelarut polar seperti air dan larutan asam, tetapi larut dalam pelarut organik yang bersifat non polar seperti n-hexane, benzene, chloroform, petroleum eter (Sudarmadji, 1996). Pemilihan bahan pelarut yang paling sesuai untuk ekstraksi lemak adalah dengan menentukan derajat polaritasnya. Pada dasarnya semua bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya. Karena polaritas lemak berbeda-beda maka tidak ada bahan pelarut umum (universal) untuk semua jenis lemak.

2.14. Spektrofotometer Ultraviolet-Visible (UV-Vis)

Spektrofotometri UV-Vis adalah salah satu metode instrumen yang mempelajari serapan atau emisi radiasi gelombang elektromagnetik sebagai fungsi panjang gelombang tertentu dengan molekul senyawa atau atom dari suatu zat kimia. Metode

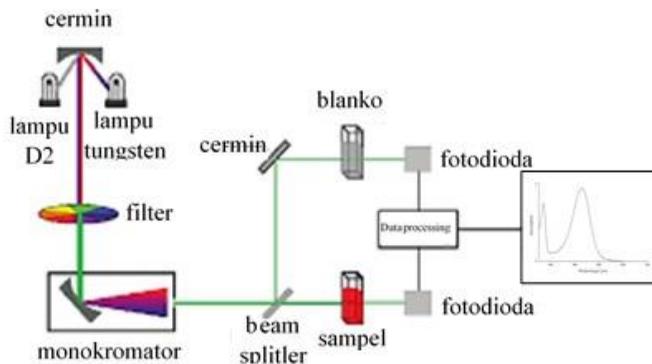
spektrofotometri dapat digunakan untuk analisis secara kualitatif dan kuantitatif. Larutan sampel diabsorpsi oleh sumber radiasi elektromagnetik dan jumlah yang diabsorpsi sebanding dengan konsentrasi larutan sampel (Mulja & Syahrani, 1990). Data yang diperoleh dari spektra UV-Vis adalah adanya gugus berikatan rangkap atau terkonjugasi yang mengadsorpsi radiasi elektromagnetik di daerah UV-Vis.

Spektrofotometri UV-Visible digunakan untuk penentuan terhadap sampel yang berupa larutan, gas, atau uap. Pada umumnya, sampel harus diubah menjadi suatu larutan yang jernih. Untuk sampel yang berupa larutan perlu diperhatikan beberapa persyaratan pelarut yang dipakai antara lain, yaitu : 1). Harus melarutkan sampel dengan sempurna. 2). Pelarut yang dipakai tidak mengandung ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur molekulnyadan tidak berwarna (tidak boleh mengabsorpsi sinar yang dipakai oleh sampel). 3). Tidak terjadi interaksi dengan molekul senyawa yang dianalisis. 4). Kemurniannya harus tinggi.

Prinsip dari spektrofotometer UV-Vis adalah mengukur jumlah cahaya yang diabsorpsi atau ditransmisikan oleh molekul-molekul di dalam larutan. Besarnya kemampuan molekul-molekul zat terlarut untuk mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu dikenal dengan istilah absorbansi (A). Absorbansi setara dengan nilai konsentrasi larutan dan panjang berkas cahaya yang dilalui ke suatu poin dimana presentase jumlah cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi akan diukur *phototube* (Harmita, 2006). Spektrofotometri UV-Vis memiliki dua daerah pengukuran dan panjang gelombang yang berbeda yaitu daerah radiasi ultraviolet pada panjang gelombang 220-380 nm dan daerah radiasi sinar tampak (*visible*) pada panjang gelombang 380-780 nm.

Cara kerja atau skema kerja dari spektrofotometer UV-Vis, dapat dilihat pada Gambar 2.15 dengan sumber yang berasal dari lampu deuterium untuk panjang 190 – 380 nm. Sumber dengan radiasi tungstein berasal campuran dari filamen tungsten dan gas iodin digunakan untuk panjang gelombang 380 – 900 nm. Sumber cahaya yang dihasilkan berupa cahaya putih dengan berbagai macam panjang gelombang atau cahaya polikromatis.

Pada proses ini, cahaya polikromatis akan didispersikan menjadi cahaya monokromatis (meliputi : merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, ungu). Awalnya, cahaya masuk melalui celah masuk (*entrance slit*) menuju monokromator dan didispersikan oleh prisma, kisi, atau kombinasi dari keduanya. Hasil akan keluar melalui celah keluar (*exit slit*) dari monokromator berupa cahaya monokromatis (Mulja dan Suharman, 1995). Cahaya monokromatis setelah melewati monokromator diarahkan untuk melewati alat pemecah cahaya (*beam splitter*) untuk membagi dua. Cahaya yang pertama akan dilewatkan kuvet yang berisi sampel yang akan dianalisa, sedangkan cahaya yang lain diarahkan melewati kuvet yang berisi larutan blanko.



Gambar 2. 15 Skema Kerja Spektrofotometer UV-Vis (sumber:Suhartati, 2017)

Ketika senyawa yang dianalisa menyerap pada panjang gelombang tertentu, maka intensitas cahaya (I_t) lebih kecil dibandingkan dengan intensitas cahaya blanko (I_0). Cahaya monokromatis setelah melewati sampel dan blanko, akan menuju detektor. Dari detektor, sinyal radiasi akan dikonversi menjadi sinyal elektronik (Rouessac dan Rouessac, 1994). Data yang didapatkan yaitu berupa spektrum grafik absorbansi terhadap panjang gelombang (Solomon, 1976). Hukum dasar spektrofotometer UV-Vis adalah hukum Lambert-Beer, yang dapat dilihat pada persamaan 2.1 dan 2.2.:

$$A = a.b.c \text{ (g/L)}$$

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ (mol/L)} \quad (2.1)$$

$$(2.2)$$

Keterangan : A = Serapan
 a = Absorptivitas
 b = Ketebalan Sel
 c = Konsentrasi
 ε = Absorptivitas Molar

Hukum Lambert-Beer sebagai spektrometri kuantitatif dimana menentukan konsentrasi dihitung berdasarkan persamaan (2.1) dan persamaan (2.2). Persamaan diatas terdapat absorptivitas (a) yang tergantung pada suhu, pelarut, struktur molekul dan panjang gelombang radiasi. Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmisi (T). Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa jumlah radiasi cahaya tampak yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal wadah larutan dan dapat dituliskan dalam persamaan (2.3) – (2.5).

$$\log \frac{I_0}{I} = \log \frac{100}{T (\%)} = A \quad (2.3)$$

$$A = \log \frac{I_0}{I} \quad (2.4)$$

$$T = \frac{I_t}{I_0} \text{ atau } \%T = \frac{I_t}{I_0} \times 100\% \quad (2.5)$$

Sehingga hubungan absorbansi dengan transmisi dapat dinyatakan dengan persamaan 2.6 dan dapat dikatakan bahwa konsentrasi dari suatu larutan berwarna harus sebanding dengan intensitas warna larutan (Day dan Underwood, 2002).

$$A = - \log T = - \log \frac{I_t}{I_0} \quad (2.6)$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung erlenmeyer berpenutup, spatula besi, neraca analitis, *autoclave*, *autosacker*, parafilm, pipet mikro, aluminium foil, plastik wrap, propipet, gelas piala, *hot plate*, termometer, pH-meter, inkubator, kuvet kaca, kaca arloji, botol semprot, oven, *laminary flow*, lemari pendingin, rotatory evaporator, seperangkat alat audiosonik, tabung reaksi dan rak, dan kertas saring. Instrumen yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis Genesys 10S.

Rangkaian alat audiosonik yang digunakan yaitu berfrekuensi 2000 Hz dan 8000 Hz melalui speaker piezo. Pada rangkaian tersebut, speaker piezo diletakkan pada tutup tabung (wadah). Speaker piezo disambungkan dengan arduino uno yang disambungkan ke listrik. Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



(a) (b)

Gambar 3. 1. Rangkaian Alat yang digunakan dalam penelitian ini; (a) Rangkaian Alat Audiosonik (b) Arduino uno

3.2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah bibit yogurt yang mengandung strain bakteri *L. bulgaricus*, strain bakteri *S. thermophilus*, dan strain bakteri *L. acidophilus*, susu sapi murni, etanol 70%, n-heksana, aquades, reagen Bradford, *Bovine Serum Albumine*, glukosa, fenol, dan asam sulfat pekat.

3.3. Prosedur

3.3.1. Persiapan Kultur Starter Yogurt

Bibit yogurt berupa serbuk yang berisi *L. bulgaricus*, *S. thermophilus*, dan *L. acidophilus* sebanyak 20 g dicampurkan ke dalam 150 mL air mineral, dikocok hingga bibit yogurt terlarut dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam sampai starter yogurt menjadi kental. Starter yogurt telah siap dipakai.

3.3.2. Pembuatan Yogurt

Bibit yogurt yang telah siap dapat dipindahkan ke dalam susu. Sebanyak 50 mL bibit dapat dicampurkan ke dalam 1 L susu pasteurisasi, sehingga 150 mL bibit yogurt dapat digunakan untuk 3 L susu pasteurisasi. Inkubasi selama 12 jam pada suhu 30°C. Hasil produksi berupa yogurt dapat langsung digunakan.

3.3.3. Pengukuran pH

Kontrol dan sampel yang telah dibuat dimasukkan ke dalam gelas beaker dan masing-masing diukur pH-nya menggunakan pH-meter.

3.3.4. Pengukuran Kadar Glukosa

Pembuatan larutan standar glukosa dilakukan dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, 50, 50, 60, dan 70 ppm. Pada masing-masing larutan diambil 1 mL dan ditambahkan 1 mL larutan fenol 5% kemudian dikocok, kemudian ditambahkan dengan cepat 5 mL larutan asam sulfat pekat, setelah itu tabung reaksi direndam di dalam air sambil didiemkannya selama 10 menit. Kemudian, absorbansi diukur pada panjang gelombang 485 nm. Pada pengukuran sampel diulangi perlakuan yang sama dengan mengganti larutan standar glukosa menjadi kontrol dan sampel yogurt. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kadar % (v/v) sebelumnya dilakukan perhitungan nilai konsentrasi dalam ppm yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Konsentrasi (x) Glukosa (ppm)} \\ y &= \text{slope} \cdot x + \text{intersep} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi} &= \frac{\text{Absorbansi-Intersep}}{\text{Slope}} \\ K &= \text{Konsentrasi} \times \text{FP} \\ \text{Kadar } (\%(\text{v/v})) &= \frac{K}{10000} \end{aligned} \tag{3.1}$$

Keterangan :

K = Konsentrasi
 FP = Faktor Pengenceran

3.3.5. Pengukuran Kadar Protein

Penentuan kadar protein dilakukan dengan metode Bradford (1976). Reagen Bradford dibuat dengan melarutkan Coomassie Brilliant Blue sebanyak 0,01 g ke dalam 5 mL etanol 95% kemudian ditambah asam fosfat 85% sebanyak 10 mL, kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan disimpan dalam botol gelap pada suhu rendah. Saat hendak digunakan maka harus dilakukan pengenceran sebanyak lima kali.

Larutan standar yang digunakan adalah *Bovine Serum Albumine* (BSA). BSA sebanyak 0,05 g dilarutkan ke dalam 50 mL aquades dan hasil pencampuran dinamakan larutan stok BSA 1000 ppm. Setelah itu dibuat larutan BSA 0, 40, 80, 120, 160, 200, dan 240 ppm. Larutan BSA dari masing-masing konsentrasi diambil 1 mL lalu ditambahkan 0,1 mL akuades dan ditambahkan 5 mL reagen Bradford, dan didiamkan selama 5 menit. Larutan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer dengan menggunakan panjang gelombang 595 nm. Penentuan kadar protein dilakukan dengan mengambil mengulangi perlakuan yang sama dengan mengganti larutan BSA menjadi yogurt. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kadar %(v/v) sebelumnya dilakukan perhitungan nilai konsentrasi dalam ppm yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan Konsentrasi (x) Protein (ppm)} \\ y &= \text{slope} \cdot x + \text{intersep} \\ \text{Konsentrasi} &= \frac{\text{Absorbansi-Intersep}}{\text{Slope}} \\ K &= \text{Konsentrasi} \times \text{FP} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar (\% (v/v))} = \frac{K}{10000} \quad (3. 2)$$

Keterangan :

K = Konsentrasi

FP = Faktor Pengenceran

3.3.6. Pengukuran Kadar Lemak

Sampel yogurt dikeringkan dan diambil sebanyak masing-masing 3 g lalu dibungkus dengan kertas saring. Setelah itu, dimaserasi dengan menggunakan pelarut n-heksana sampai seluruh kertas saring terendam selama 2-3 jam sampai semua lemak dalam sampel terlarut dalam pelarut. Pelarut lemak yang sudah ditampung dalam botol, diambil lalu dievaporasi. Setelah pelarut terpisah, dikeringkan di dalam oven sampai beratnya konstan dan dihitung kadar lemaknya. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kadar % (b/b) lemak dalam yogurt yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MLT} &= \text{MLLT} - \text{ML} \\ \text{KL} &= \frac{\text{MLT}}{\text{MYK}} \times 100\% \end{aligned} \quad (3. 3)$$

Keterangan :

MLT = Massa Lemak Tertinggal

MLLT = Massa Labu + Lemak Tertinggal

ML = Massa Labu

KL = Kadar Lemak

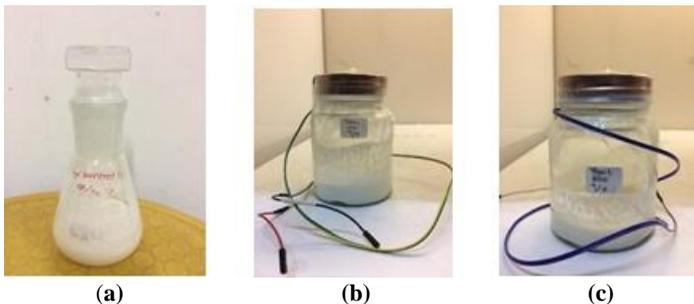
MYK = Massa Yogurt Kering

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Yogurt

Pada proses pembuatan yogurt menggunakan biakkan yogurt berupa serbuk sebanyak 20 g yang telah berisi bakteri *L. bulgaricus*, *S. thermophilus* dan *L. acidophilus*. Serbuk bibit yogurt dilarutkan dengan air steril agar starter tidak terkontaminasi dari sesuatu yang tidak diinginkan (mikroba lain). Setelah itu, diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 jam. Setelah inkubasi, starter yogurt tersebut berubah kondisinya menjadi kental dan berwarna putih, menandakan starter untuk dapat digunakan. Starter yogurt sebanyak 50 mL dipindahkan kedalam 1 L susu pasteurisasi, sehingga starter yogurt sebanyak 150 mL dapat digunakan untuk 3 L susu pasteurisasi untuk pembuatan yogurt.

Campuran starter yogurt dengan yogurt yang telah ditambahkan ke dalam susu pasteurisasi diinkubasi selama 12 jam pada suhu 30°C. Setelah inkubasi selama 12 jam, susu menjadi kental dan berwarna putih dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Hasil produk (a) Yogurt kontrol, (b) Yogurt dengan 2000 Hz, (c) Yogurt dengan 8000 Hz

Aroma pada yogurt juga mengalami perubahan yaitu dengan aroma yang khas, aroma asam. Aroma dan rasa asam pada yogurt disebabkan adanya bakteri yang telah mengurai gula susu menjadi asam laktat (Al-Baarri dkk., 2014). Menurut Irkin dan Eren (2008) bahwa *L. bulgaricus* lebih berperan pada aroma,

sedangkan *S. thermophilus* pada citarasa yogurt. Sehingga penentuan kualitas baik buruknya segelas yogurt juga berdasarkan dari bibit yogurt yang digunakan. Selain itu, menurut Chandan (2006), citarasa dan penentuan kualitas yogurt dipengaruhi dari hasil metabolisme gula susu (laktosa) yang berupa asam-asam organik.

4.2. Pembuatan Yogurt dengan Paparan Gelombang Audiosonik

Pada yogurt yang telah jadi, diinkubasi kembali selama 24 jam dengan dan tanpa penambahan paparan gelombang audiosonik. Yogurt tanpa paparan gelombang audiosonik digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan gelombang audiosonik terhadap aktivitas bakteri dalam yogurt yang dapat merubah nutrisi yogurt. Proses inkubasi dengan paparan gelombang audiosonik dengan *speaker piezo* dapat dilihat pada Gambar 4.2. Setelah proses inkubasi, wujud menjadi kental dan berwarna putih yang wujudnya tidak berbeda dengan yogurt tanpa paparan gelombang audiosonik.



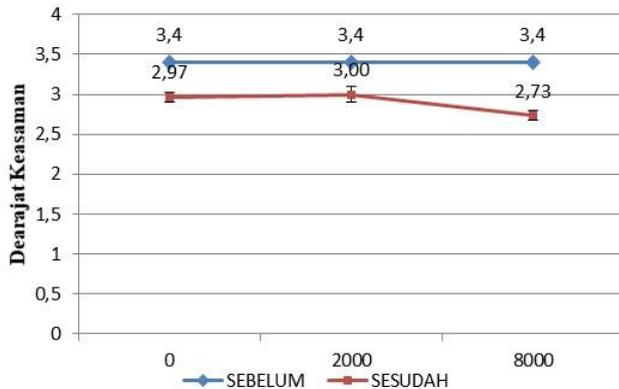
Gambar 4.2 Proses Inkubasi Yogurt dengan audiosonik, (a). Rangkaian alat yang digunakan saat inkubasi, (b). Wadah dengan *speaker piezo* didalamnya yang digunakan saat inkubasi

4.3. Pengukuran dan Analisa Yogurt

4.3.1. Pengukuran Derajat Keasaman (pH) pada Yogurt

Keberadaan bakteri probiotik yang paten dalam yogurt telah diketahui, dapat meningkatkan nutrisi di dalamnya. Tujuan paparan gelombang audiosonik terhadap yogurt adalah untuk

meningkatkan aktivitas bakteri dan menjaga nutrisi tetap optimal serta bekerja efektif. Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran derajat keasaman (pH) pada yogurt. nilai pH rendah menunjukkan bahwa banyak laktosa telah diubah menjadi asam laktat oleh BAL (Legowo, 2009). Semakin banyak penguraian laktosa menyebabkan semakin turunnya nilai pH atau meningkatnya keasaman, maupun sebaliknya (Nurjannah dkk., 2017). Perubahan pH menggambarkan bagaimana pengaruh paparan gelombang audiosonik terhadap proses fermentasi berlangsung. Grafik hasil pengukuran pH yogurt sebelum dan setelah inkubasi selama 24 jam dengan penambahan paparan gelombang audiosonik maupun tidak, dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Hasil pengukuran pH pada yogurt

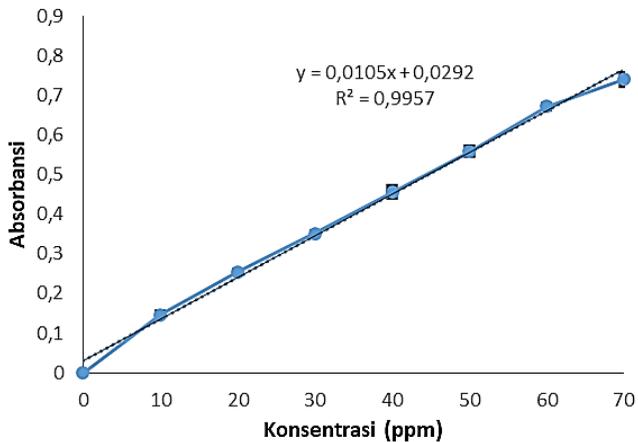
Yogurt kontrol dan sampel sebelum diinkubasi memiliki pH 3,4. Yogurt yang terpapar frekuensi 2000 Hz setelah diinkubasi mengalami penurunan pH menjadi 3 dan yogurt yang terpapar frekuensi 8000 Hz setelah diinkubasi juga mengalami penurunan pH menjadi 2,7. Pada yogurt kontrol setelah inkubasi juga mengalami penurunan menjadi 2,97. Hasil ini dapat dikatakan yogurt sampel dan kontrol setelah diinkubasi mengalami penurunan selama proses fermentasi. Hal ini disebabkan oleh akumulasi asam organik yang dihasilkan dari fermentasi laktosa menjadi asam oleh bakteri asam laktat. Menurut Umam dkk.

(2012) juga mengatakan bahwa kandungan asam laktat yang dihasilkan oleh BAL mempengaruhi penurunan pH pada yogurt dan derajat keasaman yang turun akan mempengaruhi kualitas yogurt itu sendiri.

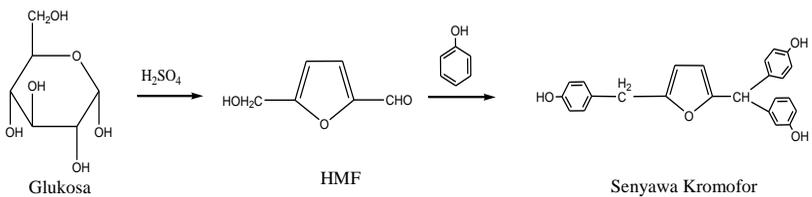
Berdasarkan hasil penelitian, yogurt 2000 Hz setelah inkubasi memiliki pH paling tinggi, sedangkan yogurt 8000 Hz memiliki pH yang paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pada frekuensi 8000 Hz, kemampuan bakteri asam laktat untuk mengubah laktosa menjadi asam laktat meningkat. Pada frekuensi 2000 Hz tidak mempengaruhi kemampuan bakteri asam laktat untuk memproduksi asam laktat sehingga tingkat keasaman yogurt rendah. Menurut Food Standar Australia New Zealand (FSANZ), pH yogurt yang baik memiliki nilai 4,5, sedangkan pada penelitian ini pH yogurt tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh standar FSANZ.

4.3.2. Pengukuran Kadar Glukosa pada Yogurt

Pada pengukuran kadar glukosa dalam penelitian ini terlebih dahulu dilakukan preparasi larutan standar glukosa. Agar memperoleh suatu grafik yang memiliki garis linier maka konsentrasi larutan standar dibuat menjadi bervariasi, yaitu dengan konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm. Sebanyak 1 mL dari masing-masing larutan ditambahkan dengan 1 mL dari larutan fenol 5% dan 5 mL larutan asam sulfat pekat. Larutan campuran tersebut diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 485 nm. Hasil pengukuran absorbansi yang diperoleh dari larutan glukosa standar dapat dilihat pada Gambar 4.4. Selanjutnya dilakukan penentuan kadar glukosa pada yogurt kontrol dan sampel dengan prosedur yang sama. Mekanisme reaksi yang terjadi pada pencampuran dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 4 Kurva standar glukosa



Gambar 4. 5 Mekanisme reaksi yang terjadi pada uji glukosa dengan metode fenol-asam sulfat

Karena hasil reaksi berupa senyawa kromofor maka menimbulkan perubahan warna menjadi orange, sehingga terdeteksi pada spektrofotometer pada panjang gelombang 485 nm. Hasil pengujian kadar glukosa pada yogurt dapat dilihat pada Tabel 4.1. Pada yogurt yang belum diberi paparan gelombang audisonik memiliki kadar glukosa yaitu sebesar 0,17%. Yogurt dengan penambahan paparan gelombang audisonik pada frekuensi 2000 Hz menghasilkan kadar glukosa 0,21% dan pada frekuensi 8000 Hz menghasilkan sebesar 0,11%.

Tabel 4. 1 Data Pengukuran Kadar Glukosa Pada Yogurt

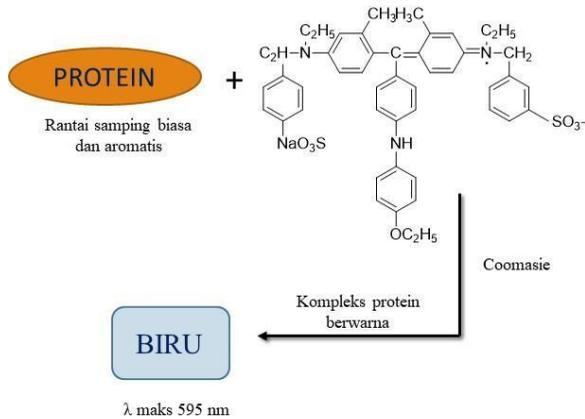
Sampel		Absorbansi			Kadar Rata-rata	%Kadar (b/b)
		1	2	Rata-rata		
Yogurt	0 Hz	0,443	0,441	0,442	1652	0,165 ± 0,001
	2000 Hz	0,561	0,559	0,560	2124	0,212 ± 0,001
	8000 Hz	0,314	0,312	0,313	1136	0,114 ± 0,001

Hal ini sesuai pada pernyataan Nur (2009) dan Legowo dkk. (2009), bahwa dalam proses fermentasi laktosa dipecah menjadi glukosa dan galaktosa yang kemudian diubah menjadi asam laktat oleh bakteri asam laktat yang mengakibatkan turunnya pH. Hasil ini juga sesuai dengan hasil pengukuran pH dimana yoghurt dengan frekuensi 2000 Hz memiliki pH paling tinggi (Gambar 4.3) sehingga jumlah glukosa paling banyak. Hal ini menyebabkan tidak banyak asam laktat yang terbentuk. Pada yogurt dengan 8000 Hz memiliki kadar glukosa paling rendah dimana hasil pengukuran pH lebih asam dibandingkan dengan frekuensi 2000 Hz, sehingga semakin derajat keasaman tidak terlalu asam maka yogurt tersebut tinggi kadar glukosa, sebaliknya semakin asam maka kadar glukosa semakin rendah.

4.3.3. Pengukuran Kadar Protein pada Yogurt

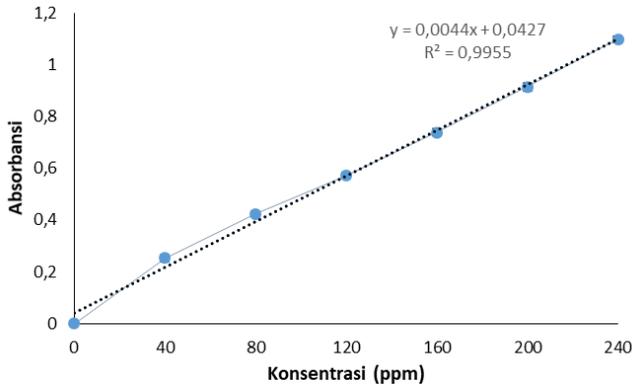
Protein merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N. Protein juga sebagai sumber gizi utama dan sumber amino. Penentuan kadar protein pada yogurt ini menggunakan metode Bradford. Hal ini dibandingkan dengan metode lain, metode Bradford memiliki proses dari segi preparasi dan perlakuan lebih cepat dan lebih akurat, melibatkan langkah-langkah pencampuran lebih sedikit, tidak membutuhkan pemanasan serta memberikan respon kalorimeter lebih stabil. Dalam uji Bradford menggunakan zat warna Coomassie Brilliant Blue yang nantinya akan berikatan dengan protein sehingga memberikan warna kebiruan dan terdeteksi pada spektrofotometer

pada panjang gelombang 595 nm. Mekanisme reaksi tersebut dapat diilustrasikan dan dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Mekanisme reaksi pada uji protein dengan metode Bradford

Sebelum pengujian pada sampel yogurt, terlebih dahulu membuat kurva larutan standar menggunakan Bovine Serum Albumin (BSA). Pengukuran larutan standar dilakukan pada konsentrasi 0, 40, 80, 120, 160, 200 dan 240 ppm. Konsentrasi standar dibuat bervariasi agar memperoleh kurva standar yang linier. Selanjutnya, standar diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 595 nm dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Kurva Standar BSA

Pada penentuan kadar protein pada kontrol dan sampel yogurt dilakukan perlakuan yang sama, dengan penambahan reagen Bradford. Metode Bradford bertujuan untuk mengetahui protein total dalam sampel. Menurut Sadiq dan Abidin (2008) melaporkan bahwa kandungan protein pada yogurt merupakan jumlah total dari protein bahan dasar yang digunakan (susu) dan protein dari BAL. Penambahan Bradford memberikan warna biru pada sampel. Prinsip Bradford yaitu didasarkan pada pengikatan secara langsung zat warna Coomasie Brilliant Blue oleh protein yang mengandung residu asam amino dengan rantai samping aromatik (tirosin, triptopan, fenilalanin) atau bersifat basa (leusin, arginin, histidin). Awalnya Bradford bebas berwarna merah kecoklatan, tetapi pada saat sebagai anion dan mengikat protein berubah menjadi suasana asam. Perubahan suasana asam akan berubah warna menjadi biru dengan panjang gelombang maksimum 595 nm. Dari pengujian kadar protein pada yogurt, hasil dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Pengukuran Kadar Protein Pada Yogurt

Sampel		Absorbansi			Kadar Rata-rata	%Kadar (b/b)
		1	2	Rata-rata		
Yogurt	0 Hz	0,376	0,374	0,375	4162,5	0,42 ± 0,002
	2000 Hz	0,256	0,254	0,255	2662,5	0,27 ± 0,002
	8000 Hz	0,292	0,290	0,291	3112,5	0,31 ± 0,002

Tabel 4.2 menunjukkan kadar protein yogurt tanpa penambahan gelombang audiosonik sebesar 0,42%. Hasil penentuan kadar protein pada yogurt dengan frekuensi 2000 Hz mengalami penurunan yaitu sebesar 0,27%. Yogurt dengan paparan gelombang audiosonik pada frekuensi 8000 Hz juga mengalami penurunan kadar protein menjadi 0,31%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel yogurt pada penelitian ini memiliki kadar protein yang lebih rendah dari Badan Standardisasi Nasional maupun FSANZ yang setidaknya 2,7%. Karena keedua standar ini menggunakan metode Kjeldahl untuk menentukan kadar protein, sedangkan pada penelitian ini digunakan metode Bradford. Dari hasil kadar protein (Tabel 4.2) kemungkinan juga disebabkan oleh rendahnya nilai pH yogurt (Gambar 4.3) yang dihasilkan, dimana nilai pH tersebut berada dibawah standar nilai pada yogurt.

Disisi lain, protein yang terdapat dalam susu dan paling dominan yaitu kasein. Kasein dalam susu memiliki titik isoelektrik pada pH 4,3-4,6 (Miller dkk., 2000). Sesuai hasil yang diperoleh, nilai pH berada dibawah titik isoelektrik kasein, sehingga dari keadaan ini mengalami denaturasi protein pada proses fermentasi. Menurut Akmar (2006), naiknya keasaman juga menyebabkan meningkatnya produksi enzim protease oleh BAL. Dengan enzim protease yang diproduksi meningkat menyebabkan banyak protein yang terhidrolisis sehingga kadar protein rendah.

Pada yogurt berfrekuensi 2000 Hz seharusnya mengalami peningkatan nilai pH yang mengakibatkan enzim protease sedikit. Maka kadar protein yang tersedia dan tidak terdegradasi oleh enzim protease masih banyak. Akan tetapi, berdasarkan kadar protein pada frekuensi 2000 Hz yang didapatkan menurun. Hal ini adanya gelombang 2000 Hz meningkatkan kinerja pada enzim protease dalam yogurt sehingga nilai protein tetap turun. Pada yogurt berfrekuensi 8000 Hz yang mengalami penurunan pH menyebabkan enzim protease meningkat sehingga kadar protein yang didapat menurun. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang didapat pada penelitian ini. Maka, pada frekuensi 8000 Hz hanya memberikan pengaruh sedikit terhadap kadar protein pada yogurt.

4.3.4. Pengukuran Kadar Lemak pada Yogurt

Lemak sebagai sumber nutrisi yang sangat penting karena berfungsi untuk meningkatkan tekstur dan rasa (Akbari dkk., 2019). Pengukuran lemak pada penelitian ini menggunakan metode ekstraksi lemak (maserasi) dengan pelarut n-heksana. Pelarut n-heksana dipilih karena termasuk salah satu jenis pelarut non-polar dan memiliki titik dididih dibawah titik dididih lemak. titik dididih n-heksana adalah sebesar 68°C dan titik dididh lemak sebesar > 200°C. Setelah proses maserasi, pelarut dievaporasi dengan *rotatory evaporator* dengan suhu 68°C agar pelarut terpisah dengan lemak. Selain itu, agar tidak merusak lemak dan berhasil memisahkan pelarut dengan penguapan. Lemak dalam yogurt merupakan penyumbang asam sehingga dapat mempercepat derajat keasaman yogurt. berdasarkan pernyataan Sunarlim dkk. (2007), kadar lemak yang terkandung dalam yogurt dipengaruhi oleh kadar lemak dari bahan dasar yang digunakan. Hasil pengujian kadar lemak dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 3 Data Pengukuran Kadar Lemak Pada Yogurt

Jenis Sampel	Massa Yogurt Kering (g)	Massa labu (g)	Massa Labu+Lemak Tertinggal (g)	Massa Lemak Tertinggal (g)	%Kadar (w/w)
Yogurt Kontrol	3	112,64	113,44	0,80	26,80
Yogurt + 2000 Hz	3	110,18	110,49	0,32	10,58
Yogurt + 8000 Hz	3	108,24	108,67	0,43	14,19

Tabel 4.3 diatas menunjukkan hasil dari penentuan kadar lemak pada yogurt tanpa dan dengan gelombang audisonik. Kandungan lemak pada yogurt setelah difermentasi, mengalami penurunan. Penurunan kadar lemak dapat terjadi akibat adanya aktivitas lipolitik oleh bakteri yogurt. Aktivitas lipolitik yang dimiliki bakteri asam laktat bersifat sekunder, dimana aktivitas lipolitik dilakukan setelah bakteri lain memecah lemak susu menjadi senyawa sederhana (Botazzi, 1983). Aktivitas lipolitik

juga dikendalikan oleh enzim lipase dari bakteri asam laktat. proses fermentasi berlangsung, aktivitas enzim lipase dihasilkan oleh BAL yang relatif rendah dan memiliki penurunan kadar lemak yang sedikit (Yuguchi dkk., 1992). Menurut Sawitri (2011) semakin meningkatnya perkembangbiakan BAL dalam yogurt menyebabkan enzim lipase yang dihasilkan semakin banyak. Hal tersebut juga didukung oleh Adriani dkk. (2008) bahwa banyaknya lemak dirombak menjadi asam-asam lemak (jenuh atau tak jenuh), menunjukkan aktivitas enzim lipase. Semakin banyaknya enzim lipase sehingga banyak lemak yang terhidrolisis dan kadar lemak menjadi menurun.

Dari hasil diatas Yogurt tanpa penambahan frekuensi memiliki kadar lemak sebesar 26,80%. Setelah diberi perlakuan dengan paparan gelombang audiosonik memiliki perbedaan yang signifikan. Yogurt yang diberi paparan gelombang audiosonik berfrekuensi 2000 Hz memiliki kadar lemak sebesar 10,58% dan yogurt dengan paparan gelombang audiosonik berfrekuensi 8000 Hz memiliki kadar lemak sebesar 14,19%.

Hasil penelitian dengan paparan 2000 Hz menghasilkan nilai pH yang naik menjadi 3,00 (Gambar 4.3), yang menyebabkan aktivitas lipase turun sehingga kadar lemak yang terhidrolisis oleh enzim lipase sedikit maka kadar lemak tidak turun atau turun sedikit. Namun, hasil pada gelombang 2000 Hz diduga memberikan pengaruh pada bakteri asam laktat untuk tetap menghasilkan enzim lipase sehingga kadar lemak memiliki kadar yang lebih rendah. Hal ini ditandai dengan penurunan kadar lemak secara drastis. Pada paparan yogurt dengan 8000 Hz memiliki pH menurun menjadi 2,73 (Gambar 4.3), yang menyebabkan aktivitas enzim lipase naik sehingga menyebabkan kadar lemak berkurang tetapi tidak sebanyak dan tidak signifikan dibandingkan dengan 2000 Hz. Karena pada penambahan gelombang 8000 Hz, kadar lemak mengalami penurunan disebabkan jumlah enzim lipase meningkat.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Penambahan gelombang audiosonik pada proses fermentasi yogurt dapat mempengaruhi nilai pH. Hasil uji derajat keasaman yang terbaik yaitu pada pembuatan yogurt dengan paparan gelombang audiosonik dengan frekuensi 8000 Hz, dimana nilai pH yogurt turun cepat. Sehingga pada penambahan ini, hanya membutuhkan waktu sedikit untuk proses fermentasi. Berdasarkan hasil, penambahan gelombang audiosonik juga dapat menyebabkan perubahan nilai gizi pada yogurt. Hasil paparan gelombang audiosonik menghasilkan kadar rendah glukosa pada yogurt yang berfrekuensi 8000 Hz, sedangkan kadar tinggi pada nilai protein berada pada yogurt yang berfrekuensi 8000 Hz dan kadar rendah lemak berada pada yogurt berfrekuensi 2000 Hz. Pembuatan yogurt dengan penambahan gelombang audiosonik didapatkan hasil dengan kondisi yang optimal berbeda-beda. Kondisi tersebut menyesuaikan permintaan konsumen yang diinginkan.

5.2. Saran

Pada penelitian ini, penambahan paparan gelombang audiosonik dengan frekuensi 2000 Hz dan 8000 Hz dikatakan masih belum sempurna. Penelitian ini masih perlu dilakukan uji organoleptik yogurt dan karakterisasi dengan lebih lanjut terhadap komposisi senyawa-senyawa metabolit sekunder dalam yogurt yang ditambahkan paparan gelombang audiosonik. Penelitian ini juga diperlukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dan aktivitas biologi (meliputi antibiotik, antijamur, antibakteri, dan sebagainya). Hasil aplikasi yogurt dengan penambahan gelombang audiosonik (2000 Hz/8000 Hz) dapat disesuaikan pada tujuan (keinginan) konsumen.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin. Z dan A. Sodiq. 2008. Meningkatkan Produksi Susu Kambing. Peranakan Etawa. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Adriani, M dan Wirjatmadi, B. 2012. Peran Gizi dalam siklus Kehidupan. Kencana Prenada Media Grop. Jakarta.
- Akbari, Naser dan Ali Ghaffari. (2017). Verifying Relationship of Knowledge Management Initiatives and The Empowerment of Human Resources. Journal of Knowledge Management. Volume 21. Issue 5. PP 1120-1141.
- Akmar, A. 2006. *Aktivitas protease dan kandungan asam laktat pada yoghurt yang dimodifikasi Bifidobacterium bifidum yang diinokulasi Pseudomonas fluorescens*. Skripsi. Program Studi Biokimia, FMIPA. Bogor, IPB.
- Aldi. 2012. *Pengaruh Belajar Musik Klasik Terhadap Peningkatan Prestasi Belajar Pada Anak SD Di Studio Musik*. Surakarta.
- Anas, A., Kadarisman, N. 2018. *Pengaruh Paparan Bunyi "Garengpung" (Dundubia Manifera) Termanipulasi Peak Frequency 3500 Hz Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Padi (Oryza Sativa)*.
- Andrianto, S. 2008. *Pembuatan Es Krim Probiotik dengan Substitusi Susu Fermentasi Lactobacillus casei subsp. rhamnosus dan Lactobacillus F1 terhadap Susu Skim*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Axelsson L. 1998. *Lactic Acid Bacteria: Classification and Physiology*. In: Salminen S, Wright A. V, Ouwehand A. (eds). *Lactic Acid Bacteria Microbiological and Functional Aspect*. 3rd ed. New York: Marcel Dekker, Inc., pp 1 – 66.
- Baari, A.N., A. M. Legowo, dan T. W. Murti. 2003. Fermentasi sebagai upaya menghilangkan aroma "prengus" susu kambing. J. Indon. Trop. Anim. Agric. 28(4): 230-238

- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *SNI Yoghurt (SNI 01-2981-2009)*. Dewan Standar Indonesia : Jakarta.
- Beny, A. 2013. *Perbedaan profil lipid pada pasien infark miokard akut dan penyakit jantung non infark miokard akut*. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Bottazi, V. 1983. Other Fermented Dairy Product. In: *Biotechnology: Food and Feed Production with Microorganism*. Vol 5. Florida: Verlag Chemie.
- Buckle, Edward., Fleed, Watton. 1988. *Ilmu Pangan*. Jakarta : UI Press.
- Budiman., Meli, S. 2009. *Karbohidrat. Modul Kuliah Jurusan Kimia*. Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.
- Chandan. 1993. *Pangan Gizi Teknologi dan Konsumen*. PT. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Chrisna., Wulandari, D. 2016. *Identification of Perfectly Pasteurization Process by Total Microorganisms and Levels of Protein and Lactose Content in Pasteurized Milk Packed by Dairy Industry and Home Industry in Batu City*. *Majalah Kesehatan FKUB*, 3(3). pp.144-151.
- Darmawan. 2006. *Pengaruh Kulit Umbi Ketela Pohon Fermentasi terhadap Tampilan Kambing Kacang Jantan*. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 9 (2). pp. 115-122.
- Day, R. A., Underwood, A. L. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif. Edisi Keenam*. Jakarta. Penerbit Erlangga. pp. 394, 396-404.
- Deeth, H., Tamime, A. 1981. *Yogurt: nutritive and therapeutic aspects*. *J. Food Prot.* 44. pp. 78-86.
- Estiasih, T. 2016. *Kimia dan Fisik Pangan*. Bumi Aksara. Jakarta
- Evanikastris. 2003. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Sampel Klinis yang Berpotensi sebagai Probiotik*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Evanikastris. 2003. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Sampel Klinis yang Berpotensi sebagai Probiotik*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.

- Fardiaz, S. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Bogor: Pusat Antar Universitas Lembaga Sumberdaya Informasi. Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Penelaah: F.G. Winarno. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Fardiaz, S., 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fatchiyah. 2011. *Biologi Molekular Prinsip Dasar Analisis*. Erlangga. Jakarta
- Gandy, J.W. 2014. *Gizi dan Dietetika Edisi 2*. EGC. Jakarta.
- Garigga, M., Pascual, M., Monfort, J.M., Hugas, M. 1998. *Selection of lactobacilli for chicken probiotic adjuncts*. J. Applied Microbiology 84(1). pp.125-132.
- Ginting, N., Pasaribu, E. 2005. *Pengaruh temperatur dalam pembuatan yoghurt dari berbagai jenis susu dengan menggunakan Lactobacillus bulgaricus dan Streptococcus thermophilus*. J. Agribisnis Peternak. 1. pp 73-77.
- Goff, D. 2003. *Yoghurt, Dairy Science, and Technology*. Canada: University Ofguelph.
- Grigoroff, Stamen. 1905. *Étude sur une lait fermenté comestible. Le "Kissélo mléko" de Bulgarie*. Revue Médicale de la Suisse Romande. Genève. Georg&G., Libraires-Éditeurs. Librairie de L'Université.
- Gu, S., Zhang, Y., Wu, Y., 2016. *Effects of sound exposure on the growth and intracellular macromolecular synthesis of E. coli k-12*. PeerJ 4, e1920.
- Halliday, J., Resnick, R. 1997. *Fisika Jilid 1 (third ed.)*. Jakarta : Erlangga.
- Hamid, Misliati. 2017. *Pengaruh Pemberian Gelombang Bunyi Terhadap Laju Perkembangan Benih Ikan Mas (Cyprinus carpio Linn.)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.

- Hansen., Mocquot. 1970. *Bacteria Genomes – Lactobacillus acidophilus*. European Bioinformatics Institute. Retrieved on 2007- 08-22
- Harmita. 2006. *Analisis Kuantitatif Bahan Baku dan Sediaan Farmasi*. Jakarta: Departemen Farmasi FMIPA Universitas Indonesia.
- Heyman, M. 2000. *Effect of lactic acid bacteria on diarrheal disease*. J. Am.Coll.Nutr. 19. pp.137-146.
- Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science. Technology and Engineering Volume 1*. CRC Press. USA.
- Hui, Y.H., Meunier-Goddik, L., Hansen, A.S., Josephsen, J., Nip, W.K., Stanfield, P.S., Toldra, F. 2004. *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Irawan, M.A. 2007. *Glukosa dan Metabolisme Energi*. Sport Science Brief. 1(6). pp. 12-5.
- Irkin, R., and Eren, U. V., 2008. Research About Viable Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophylus Number and Food Science in The Market Yoghurt. World J. Of Dairy 3 (1): 25-28.
- Jannah, A. M., Nur wantoro, dan Y. B. Pramono. 2012. Kombinasi susu dengan air kelapa pada proses pembuatan drink yogurt terhadap kadar bahan kering, kekentalan, dan pH. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.
- Jim,E.L., *Metabolisme Lipoprotein*. Bagian Kardiologi Dan Kedokteran Vaskular Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Manado. Jurnal Biomedik (Jbm), Volume 5, Nomor 3, November 2013.
- Jones, N.C., Pevzner, P.A. 2004. *An Introductions to Bioinformatics Algorithms*.USA. MIT Press.
- Kadarisman, N., Purwanto, A., Rosana, D. 2011. *Peningkatan laju pertumbuhan dan produktivitas tanaman kentang (Solanum tuberosum L.) melalui spesifikasi variabel fisis gelombang akustik pada pemupukan daun (melalui perlakuan variasi peak frekuensi)*, in: Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA.

- Kroger, J. 2001. *Identity Development Adolescence Trough Adulthood*. London: Sage Publication, Inc.
- Kuntoro, Tri. 2009. *Fisika Dasar*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Lailiyah., Endarko. 2012. *Studi Awal Pengaruh Ultrasonik pada Persentase Formalin yang Terdapat pada Sayuran Dengan Metode Analisis Spectrometri*. Jurnal sains dan seni pomits Vol. 1, No. 1 1-4 Surabaya.
- Legowo, A.M., Kusrahayu., Mulyani, S. 2009. *Teknologi Pengolahan Susu*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Marcellina, A. 2012. *Viabilitas Escherichia Coli*.
- Martirosyan, V., Markosyan, L., Hovhannesian, H., Hovnanyan, K., Ayrapetyan, S. 2011. *The Frequency-dependent Effect Of Extremely Low-frequency Electromagnetic Field and Mechanical Vibration At Infrasound Frequency On The Growth, Division And Motility Of Escherichia coli K-12*. Environmentalist (32). pp.157-165.
- Miller, J.N and Miller, J.C. 2000. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*, 4th ed, Prentice Hall : Harlow
- Muchtadi, Deddy. 2010. *Kedelai: Komponen Bioaktif untuk Kesehatan*. Bandung: Alfabeta.
- Mulja, M., Syahrani, A. 1990. *Aplikasi Analisis Spektrofotometri UV-Vis*, Mecphiso Grafika, Surabaya
- Nur, H. S. 2009. *Sukses mikroba dan aspek biokimiawi fermentasi mandai dengan kadar garam rendah*. Makara Sains. 13 (1) : 13-16
- Orla-Jensen, S., 1919. *The lactic acid bacteria*. Copenhagen: Koeniglicher Hof Boghandel.
- Polanski, A., Kimmel, M. 2007. *Bioinformatics*. Berlin: Springer Science.
- Purwaka, Setya. 2013. *Studi Perkembangan pembibitan Ikan Nila (Oreochromis Niloticus) Menggunakan Paparan gelombang Bunyi Dengan Rentang Frekuensi 20-10000 Hz*. Skripsi Sarjana. Fakultas Sains dan Matematika. Universitas Diponegoro.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Puspasari, N. 2014. *Efek Frekuensi Gelombang Ultrasonik Terhadap Mikroba Pada Air Kaldu Daging Sapi 02*, 8.

- Rahman, A., Fardian, S. 1992. *Teknologi Fermentasi Susu*. Bogor : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi: PAU Pangan dan Gizi Institute Pertanian Bogor.
- Rouessac, F., Rouessac, A. 1994. *Chemical Analysis "Modern Instrumentation Methods and Techniques" Second Edition*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Sarwono. 2005. *Membuat Tempe dan Oncom*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sawitri, M. E. 2011. Kajian Penggunaan Ekstrak Susu Kedelai terhadap Kualitas Kefir Susu Kambing. *Jurnal Ternak Tropika* 12 (1): 15-21.
- Setya. 2014. *Pengaruh Posisi Speaker Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Menggunakan Audio Farming Frekuensi 20-10000 Hz*. Vol 5 no. 1 UKSW.
- Solomon, T.W.G. 1976. *Organic Chemistry*. Second Edition. John Willey & Sons, USA.
- Sudarmadji. S., Haryono, B., Suhardi. 1996. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sunarlim, R. dan S. Umiati. 2008. Kombinasi beberapa bakteri asam laktat terhadap karakteristik yogurt. *Semiloka Nasional Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas-2020*. Balai Besar Penelitian Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor.
- Surono, I. 2004. *Probiotik Susu Fermentasi dan Kesehatan*, PT. Zitri Cipta Karya: Jakarta. *Teknologi dan Industri Pangan*, 7(2). pp. 46-5.
- Susilorini, T. E., Sawitri, M. E. 2007. *Produk Olahan Susu*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Suwandi, D. 2010. *Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kadar Kolesterol Total Metode Electrode-Based Biosensor Dengan Metode Spektrofotometri*. Fakultas kedokteran Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Tamime A.Y., Robinson R.K. 2007. *Tamime and Robinson Yoghurt*. Cambridge: Science and Techonology. Ed-3. CRC Press.
- Tamime, A.Y., V. M. E. Marshall. 1997. *Microbiology and Technology of Fermented Milks*. In *Microbiology and*

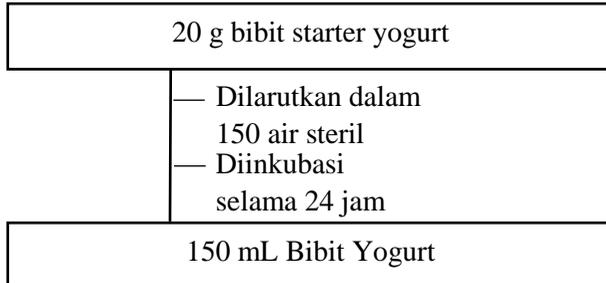
- Biochemistry of Cheese and Fermented Milk.*
Eds. B.A. Law. London: Blackie Acad. Prof.
- Tarigan, J. 1988, *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Umam, F.M, R. Utami, dan E. Widowat. 2012. Kajian karakteristik minuman sinbiotik pisang kepok (*Musa paradisiaca* forma typical) dengan menggunakan starter *Lactobacillus acidophilus* IFO 13951 dan *Bifidobacterium longum* ATCC 15707. *Jurnal Teknosains Pangan*. 1 (1): 2- 11.
- Wahyudi, M. 2006. *Proses Pembuatan dan Analisis Mutu Yogurt*. *Buletin Teknik Pertanian*. 11 (1). pp.12-16.
- Widodo. 2003. *Bioteknologi Industri Susu*. Depok : Lacticia Press.
- Widowati, S., Misgiyarta. 2002. *Efektifitas bakteri asam laktat (BAL) dalam pembuatan produk fermentasi berbasis protein/susu nabati*. 74 Prosiding Seminar Hasil Penelitian Rintisan dan Bioteknologi Tanaman. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, pp. 360-373.
- Winarno F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Winarno, F.G., Fardiaz, S., Fardiaz, D. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno, F.G., I.E. Fernandez. 2007. *Susu dan Produk Fermentasi*. M-brio press. Bogor.
- Yaqin, N., Fariha, N. 2015. *Analisis Kadar Keasaman Pada Air Susu Sapi Perah Antara Yang Tidak Dipapar Ultrasonik Dengan Yang Dipapar Ultrasonik*
- Yazid, E., Lisda Nursanti. 2006. *Penuntun Praktikum Biokimia untuk Mahasiswa Analisis*. ANDI. Yogyakarta.
- Ying, J.C.L., Dayou, J., Phin, C.K. 2009. Experimental Investigation on The Effect of Audible Sound to The Growth of *Escherichia coli*. *MAS*. 3(3). pp. 124-127.
- Yuguchi, H., T. Goto, dan S. Okonogi. 1992. "Fermented Milk, Lactic Drinks, and Intestinal Mikroflora". Di dalam : Nakazawa, Y. dan A. Hosono (eds.). 1992. *Function of*

Fermented Milk : Challenge for The Health
Science.Elsevier Applied Science, New York.

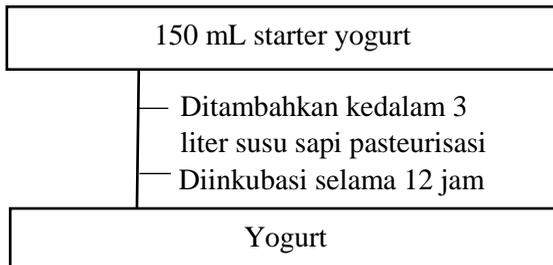
LAMPIRAN

A. Diagram Alir

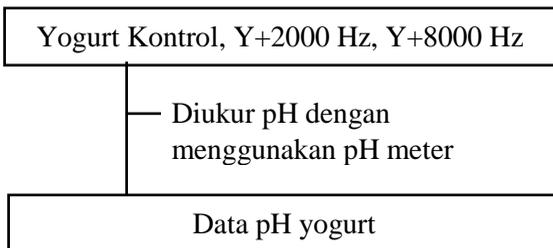
1. Persiapan Starter Yogurt



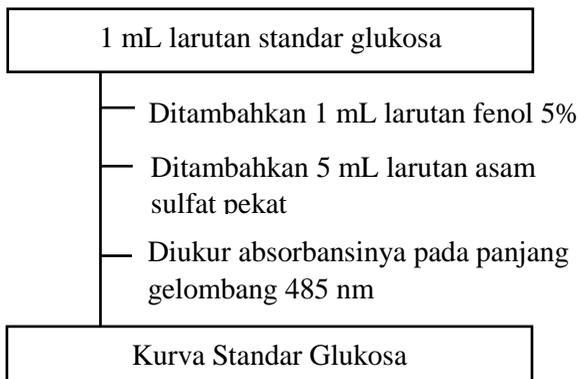
2. Pembuatan Yogurt



3. Pengukuran pH

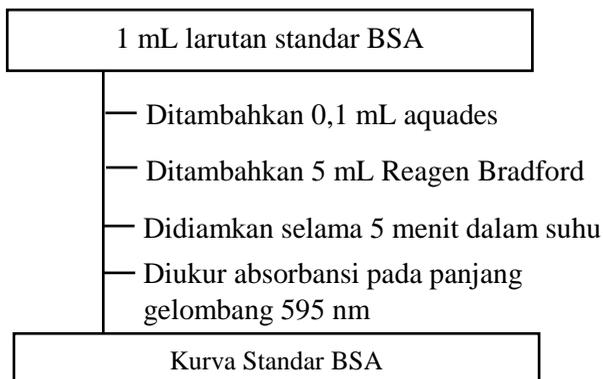


4. Pengukuran Kadar Karbohidrat



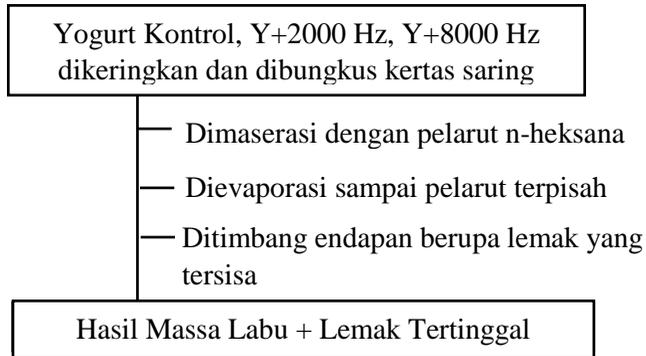
* Diulangi perlakuan yang sama dengan mengganti larutan standar glukosa dengan sampel yogurt

5. Pengukuran Kadar Protein



* Diulangi perlakuan yang sama dengan mengganti larutan standar BSA dengan sampel yogurt

6. Pengukuran Kadar Lemak



B. Data dan Perhitungan

1. Pembuatan larutan standar glukosa

a. Pembuatan larutan stok glukosa 100 ppm

$$100 \text{ ppm} = 100 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} = 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 10^{-2} \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}}$$

Pembuatan larutan stok glukosa dilakukan dengan cara melarutkan 0,01 g glukosa dalam beberapa mL yang kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 100 mL.

b. Pengenceran larutan stok glukosa 100 ppm menjadi konsentrasi 70, 60, 50, 40, 30, 20, dan 10 ppm

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} = 0,025 \text{ L} \times 70 \mu\text{g/mL}$$

$$V_1 = 0,0175 \text{ L}$$

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} = 0,025 \text{ L} \times 60 \mu\text{g/mL}$$

$$V_1 = 0,015 \text{ L}$$

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} = 0,025 \text{ L} \times 50 \mu\text{g/mL}$$

$$V_1 = 0,0125 \text{ L}$$

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$\begin{aligned}
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 40 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,010 \text{ L} \\
V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 30 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,0075 \text{ L} \\
V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 20 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,005 \text{ L} \\
V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 10 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,0025 \text{ L}
\end{aligned}$$

Keterangan: V_1 : Volume larutan stok; V_2 : Volume pelarut; M_1 : Konsentrasi larutan stok; M_2 : Konsentrasi setelah pengenceran

2. Pembuatan larutan standar BSA

a. Pembuatan larutan stok BSA 1000 ppm

$$1000 \text{ ppm} = 1000 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} = 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{mL}} = 10^{-1} \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}}$$

Larutan stok BSA dibuat dengan melarutkan 0,1 g BSA dalam beberapa mL pelarut dan kemudian diencerkan kembali dalam labu ukur 100 mL

b. Pengenceran larutan stok BSA 1000 ppm menjadi konsentrasi 240, 200, 160, 120, 80, dan 40 ppm

$$\begin{aligned}
V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 240 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,06 \text{ L} \\
V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 200 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,05 \text{ L} \\
V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 160 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,04 \text{ L} \\
V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 120 \mu\text{g/mL} \\
V_1 &= 0,03 \text{ L}
\end{aligned}$$

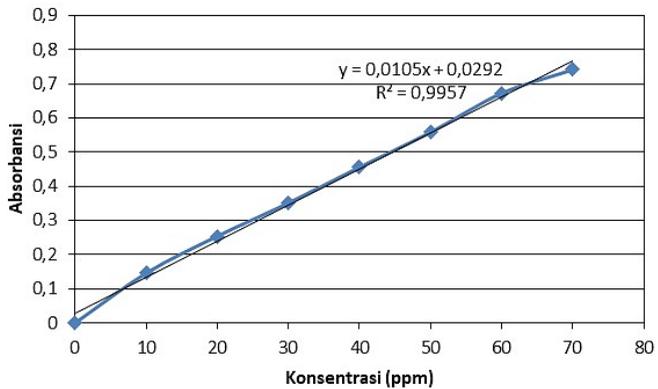
$$\begin{aligned}
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 80 \mu\text{g/mL} \\
 V_1 &= 0,02 \text{ L} \\
 V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\
 V_1 \times 100 \mu\text{g/mL} &= 0,025 \text{ L} \times 40 \mu\text{g/mL} \\
 V_1 &= 0,01 \text{ L}
 \end{aligned}$$

Keterangan: V1: Volume larutan stok; V2: Volume pelarut; M1: Konsentrasi larutan stok; M2: Konsentrasi setelah pengenceran

3. Data Kurva Standar Glukosa

Konsentrasi	Absorbansi		
	1	2	Rata-rata
0	0	0	0
10	0,148	0,144	0,146
20	0,255	0,253	0,254
30	0,351	0,351	0,351
40	0,463	0,449	0,456
50	0,563	0,553	0,558
60	0,673	0,670	0,672
70	0,749	0,733	0,741

Kurva Standar Glukosa



4. Data Perhitungan Kadar Glukosa Pada Yogurt

Sampel		Absorbansi			Kadar Rata-rata	%Kadar (b/b)
		1	2	Rata-rata		
Yogurt	0 Hz	0,443	0,441	0,442	1652	0,165 ± 0,001
	2000 Hz	0,561	0,559	0,560	2124	0,212 ± 0,001
	8000 Hz	0,314	0,312	0,313	1136	0,114 ± 0,001

Pada kurva standar glukosa didapatkan persamaan
 $y = 0,0105x + 0,0292$
 maka, untuk menentukan konsentrasi glukosa dari masing-masing yogurt adalah dengan memasukkan nilai absorbansi sebagai nilai y. Sedangkan nilai x sebagai konsentrasi glukosa dalam ppm. Kemudian, konsentrasi dikalikan dengan faktor pengenceran yaitu 40 kali.

Contoh perhitungan kadar glukosa pada yogurt

- Perhitungan Konsentrasi Glukosa (ppm)

$$y = 0,01x + 0,029$$

$$0,443 = 0,01x + 0,029$$

$$0,414 = 0,01x$$

$$x = 41,4 \text{ ppm}$$

- $K = \text{Konsentrasi} \times \text{FP}$

$$K = 41,4 \times 40$$

$$K = 1656$$

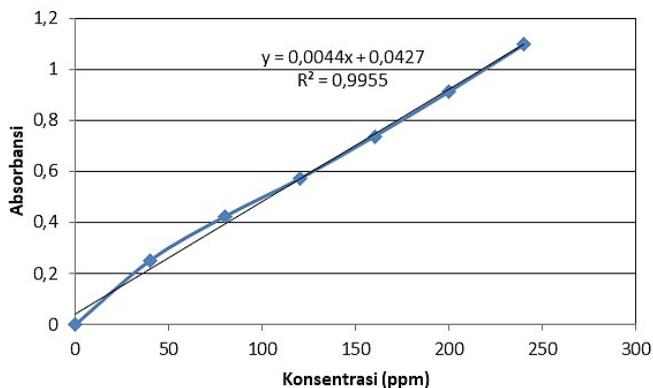
- Kadar Glukosa (%)

$$\frac{K}{10000} = 0,17 \%$$

5. Data Kurva Standar BSA

Konsentrasi	Absorbansi		
	1	2	Rata-rata
0	0	0	0
40	0,250	0,254	0,252
80	0,425	0,423	0,424
120	0,570	0,573	0,572
160	0,735	0,741	0,738
200	0,910	0,918	0,914
240	1,099	1,097	1,098

Kurva standar BSA



6. Data Perhitungan Kadar Protein Pada Yogurt

Sampel		Absorbansi			Kadar Rata-rata	%Kadar (b/b)
		1	2	Rata-rata		
Yogurt	0 Hz	0,376	0,374	0,375	4162,5	0,42 ± 0,002
	2000 Hz	0,256	0,254	0,255	2662,5	0,27 ± 0,002
	8000 Hz	0,292	0,290	0,291	3112,5	0,31 ± 0,002

Pada kurva standar protein didapatkan persamaan,

$$y = 0,0044x + 0,0427$$

maka untuk menentukan konsentrasi protein dari masing-masing yogurt adalah dengan mensubstitusikan nilai absorbansi sebagai nilai y. Sedangkan nilai x sebagai konsentrasi protein dalam satuan ppm. Kemudian, konsentrasi dikalikan dengan Faktor Pengenceran sebanyak 50 kali.

Contoh perhitungan kadar protein pada yogurt

- Perhitungan Konsentrasi Protein (ppm)

$$\begin{aligned} y &= 0,004x + 0,042 \\ 0,376 &= 0,004x + 0,042 \\ 0,3333 &= 0,0044x \\ x &= 83,5 \text{ ppm} \end{aligned}$$

- $K = \text{Konsentrasi} \times \text{FP}$

$$K = 83,5 \text{ ppm} \times 50$$

$$K = 4175 \text{ ppm}$$

- Kadar protein (%)

$$\frac{K}{10000} = 0,42\%$$

7. Data Perhitungan Kadar Lemak Pada Yogurt

Jenis Sampel	Massa Yogurt Kering (g)	Massa labu (g)	Massa Labu+Lemak Tertinggal (g)	Massa Lemak Tertinggal (g)	Kadar (%)
Yogurt Kontrol	3	112,64	113,44	0,80	26,80
Yogurt + 2000 Hz	3	110,18	110,49	0,32	10,58
Yogurt + 8000 Hz	3	108,24	108,67	0,43	14,19

Contoh perhitungan kadar lemak pada yogurt

$$\begin{aligned} \text{MLT} &= \text{MLLT} - \text{ML} \\ &= 113,44 \text{ g} - 112,64 \text{ g} \\ &= 0,80 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{KL} &= \frac{\text{MLT}}{\text{MYK}} \times 100\% \\ &= \frac{0,80 \text{ g}}{3 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 26,80\% \end{aligned}$$

Keterangan :

MLT = Massa Lemak Tertinggal
MLLT = Massa Labu + Lemak Tertinggal
ML = Massa Labu
KL = Kadar Lemak
MYK = Massa Yogurt Kering

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Aqila Ramadhaniah, yang dilahirkan pada 31 Januari 1997 di Surabaya. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Setyo Boedhi dan Anuru Sobaha. Penulis telah menempuh pendidikan formalnya di TK Aisyiyah 32 Surabaya (2001-2003), SD Muhammadiyah 18 Surabaya (2003-2009), SMP Luqman Al-Hakim Surabaya (2009-2012), SMA Al-Izzah Batu (2012-2015). Penulis melanjutkan jenjang pendidikan S1 di Departemen Kimia FSains ITS melalui jalur MANDIRI dan terdaftar dengan Nomor Registrasi Pokok (NRP) 01211540000117. Pada tahun kedua penulis aktif sebagai staff Perekonomian di Himpunan Mahasiswa Kimia dan staff Hubungan Luar di Unit Kegiatan Mahasiswa Fotografi (UKAFO) ITS serta mengikuti beberapa kepanitiaan. Pada tahun ketiga penulis aktif staff Perekonomian Himpunan Mahasiswa Kimia dan staff ahli Syiar di Chemistry Islamic Student (CIS) serta telah mengikuti pelatihan LKMW-TL. Pada tahun keempat penulis mengikuti kompetisi Bussiness Plan di Jurusan, yaitu Finalis Synergy Bussiness Plan Competition (SBPC). Penulis pernah menjalani kerja praktek di BPPT (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi) yang ditempatkan di Geostech. Penulis menyelesaikan program Sarjana dengan mengambil tugas akhir di bidang Kimia Pangan Laboratorium Mikroorganisme dan Laboratorium Geokimia Molekuler dibawah bimbingan Herdayanto Sulistyoto Putro, S.Si., M.Si. dan Zjakra Vianita Nugraheni, S.Si., M.Si.. Penulis dapat dihubungi melalui email: aqilaramadhaniah@gmail.com