



**KORELASI NILAI pH DAN KONSTANTA DIELEKTRIK
PADA PROSES PEMBUATAN YOGHURT**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Koko Anggoro
NIM 101810201024**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Suyanto dan Ibu Kusmiati tercinta, yang telah mendoakan dan memberikan kasih sayang tidak terhingga serta menjadi motivator utama selama ini
2. Niken Rahayu Ning Tyas dan Novi Prasteyaningrum serta seluruh keluarga besar yang memberikan dukungan selama ini;
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
5. Seluruh anggota PALAPA khususnya angkatan Badai Pasang.
6. Angkatan 2010 jurusan Fisika.

MOTTO

“Jarang orang mau mengakui, kesederhanaan adalah kekayaan terbesar di dunia ini: suatu karunia alam. Dan yang terpenting diatas segala-galanya ialah keberaniannya. Kesederhanaan adalah kejujuran, dan keberanian adalah ketulusan”^{*)}



*Ananta Toer, Pramudya. 2002. Mereka Yang Dilumpuhkan. Jakarta: Hasta Mitra

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Koko Anggoro

NIM : 101810201024

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Proses Pembuatan Yoghurt Terhadap Korelasi Nilai pH Dan Konstanta Dielektrik*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karena jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa, dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Januari 2018

Yang menyatakan,

Koko Anggoro

NIM 101810201024

SKRIPSI

**PROSES PEMBUATAN YOGHURT TERHADAP KORELASI
NILAI pH DAN KONSTANTA DIELEKTRIK**

Oleh

Koko Anggoro

NIM 101810201024

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Wenny Maulina, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Proses Pembuatan Yoghurt Terhadap Korelasi Nilai pH Dan Konstanta Dielektrik*” karya Koko Anggoro telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember.

Tim Penguji

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota,

Ir. Misto, M.Si.
NIP 195911211991031002

Wenny Maulina, S.Si., M.Si.
NIP 198711042014042001

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.
NIP 198111112005012001

Supriyadi, S.Si., M.Si.
NIP 198204242006041003

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Proses Pembuatan Yoghurt Terhadap Korelasi Nilai pH Dan Konstanta Dielektrik; Koko Anggoro, 101810201024;2017: halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Yoghurt merupakan produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lainnya yang sesuai, dengan/atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Yoghurt mengandung bakteri probiotik yang terbukti dapat memperbaiki proses pencernaan dengan menyediakan mikroflora yang dibutuhkan dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen di dalam saluran pencernaan. Setiap bahan biologi memiliki sifat kelistrikan yang dipengaruhi oleh metabolisme yang terjadi dalam bahan biologis tersebut. Biolistrik merupakan karakteristik kelistrikan dari sel atau jaringan yang dihasilkan oleh berbagai peristiwa pada makhluk hidup yang dipengaruhi oleh senyawa pada makhluk hidup dan pertukaran ion yang terjadi. Secara umum, produk-produk pangan bersifat *perishable* (mudah rusak). Melalui penelitian ini dapat diketahui kemampuan yoghurt sebagai bahan dielektrik melalui nilai konstanta dielektrik. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbedaan karakteristik nilai konstanta dielektrik minuman yoghurt pabrik dan buatan sendiri serta mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap nilai konstanta dielektrik pada minuman yoghurt.

Penelitian telah dilakukan menggunakan pH meter digital untuk menentukan pH yoghurt dan osiloskop sebagai alat ukur tegangan masukan dan tegangan keluaran yang selanjutnya digunakan dalam penentuan nilai konstanta dielektrik dan kapasitansi sampel penelitian. Pada penelitian tersebut menggunakan IC Timer 555 dengan sumber tegangan AC. Sampel penelitian terdiri dari larutan yoghurt buatan pabrik dan buatan sendiri dengan perlakuan perbedaan hari fermentasi. Sampel terdiri dari 3 buah yoghurt buatan pabrik dan 3 buah yoghurt buatan sendiri.

Berdasarkan hasil penelitian yoghurt pabrik memiliki pH yang hampir sama. Hal ini diduga karena sedikit perbedaan komposisi dari masing-masing pabrik sehingga menyebabkan nilai larutan pH hampir sama. Sedangkan untuk yoghurt buatan sendiri dengan perlakuan lama fermentasi memiliki perbedaan. Semakin turun pH yoghurt semakin kecil nilai konstanta dielektriknya (k). Hal itu dipengaruhi oleh lama fermentasi. Semakin lama fermentasi maka semakin meningkat aktivitas mikroba dan jumlah mikroba semakin banyak. Proses fermentasi yang lama menyebabkan penurunan nilai pH yoghurt.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Proses Pembuatan Yoghurt Terhadap Korelasi Nilai pH Dan Konstanta Dielektrik*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dekan FMIPA Universitas Jember;
2. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pimbimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
4. Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan serta bantuan;

Penulis menyadari keterbatasan dalam penulisan ini, oleh karena itu penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dalam menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 25 Juli 2017

Penulis

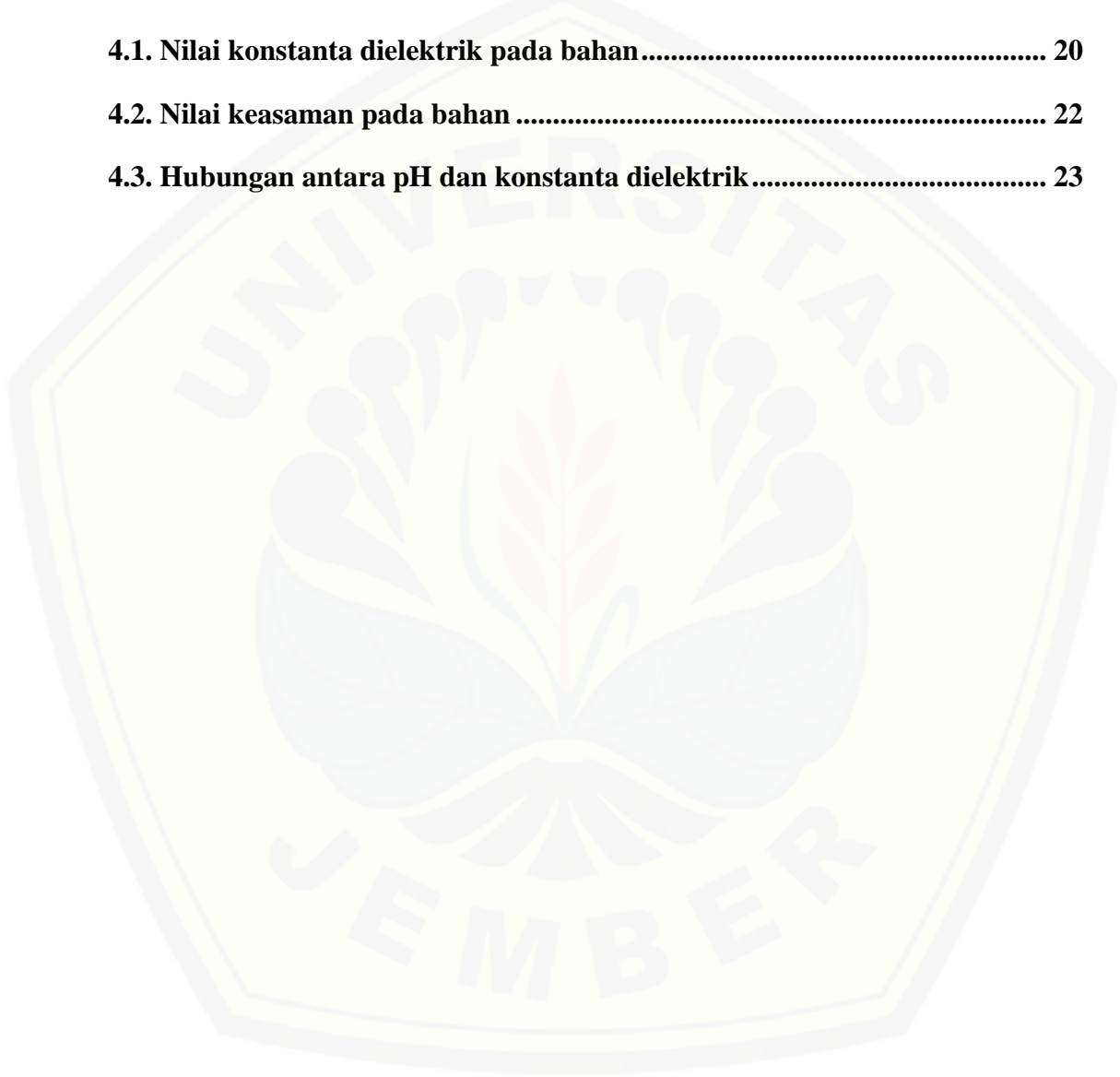
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN SKRIPSI.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Susu.....	5
2.2 Yoghurt	6
2.3 Metode Dielektrik	7

2.4	Kapasitor	7
2.5	Kapasitor Pelat Sejajar	8
2.6	Kapasitansi	9
2.7	Konstanta Dielektrik	10
2.8	Osiloskop	12
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		19
BAB 5. PENUTUP.....		25
DAFTAR PUSTAKA.....		30
LAMPIRAN.....		29

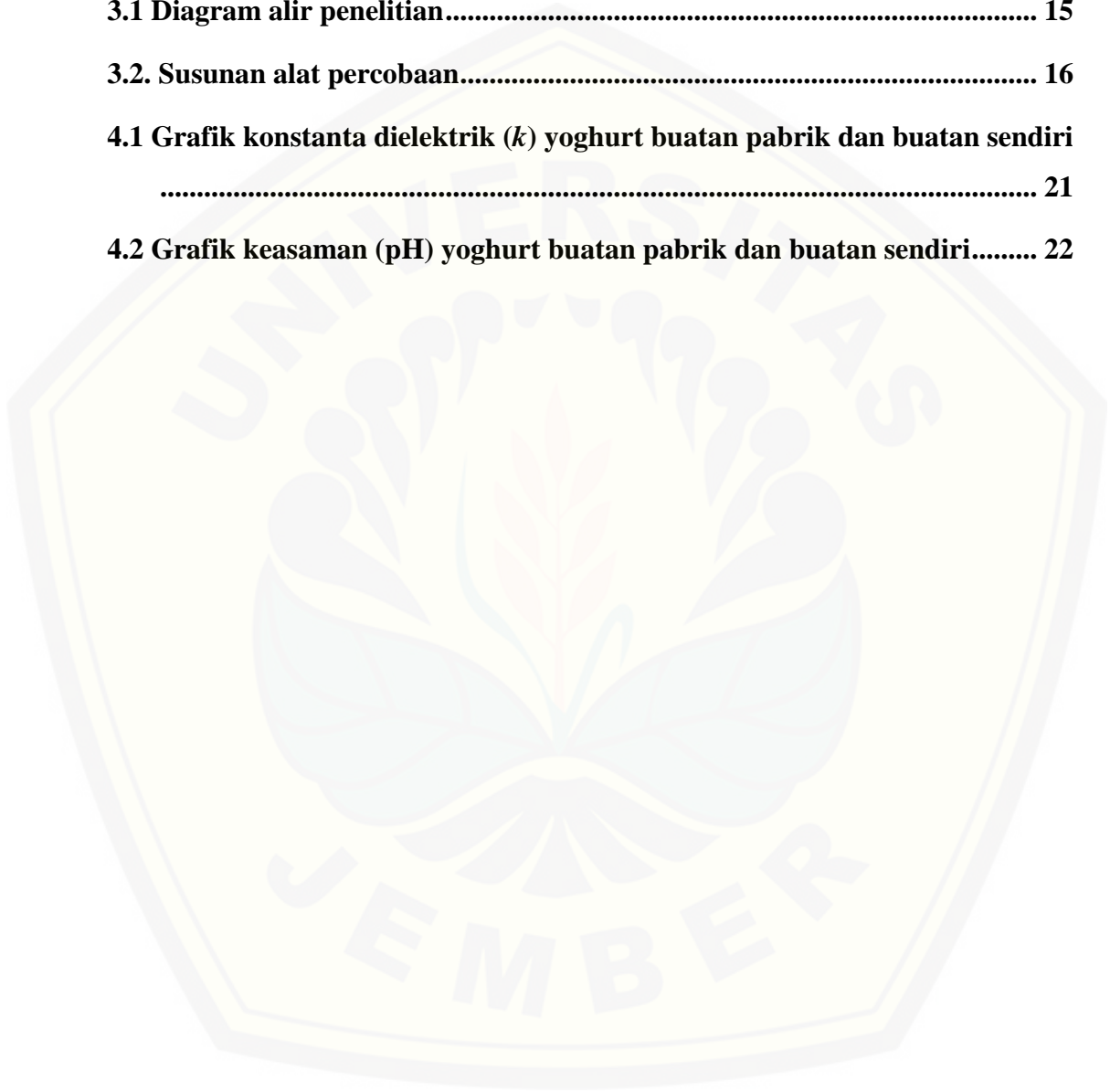
DAFTAR TABEL

2.1. Komposisi kimia susu sapi per 100gram bahan.....	5
2.2. Kandungan susu.....	6
2.3. Permittivitas bahan dielektrik	11
4.1. Nilai konstanta dielektrik pada bahan.....	20
4.2. Nilai keasaman pada bahan	22
4.3. Hubungan antara pH dan konstanta dielektrik.....	23



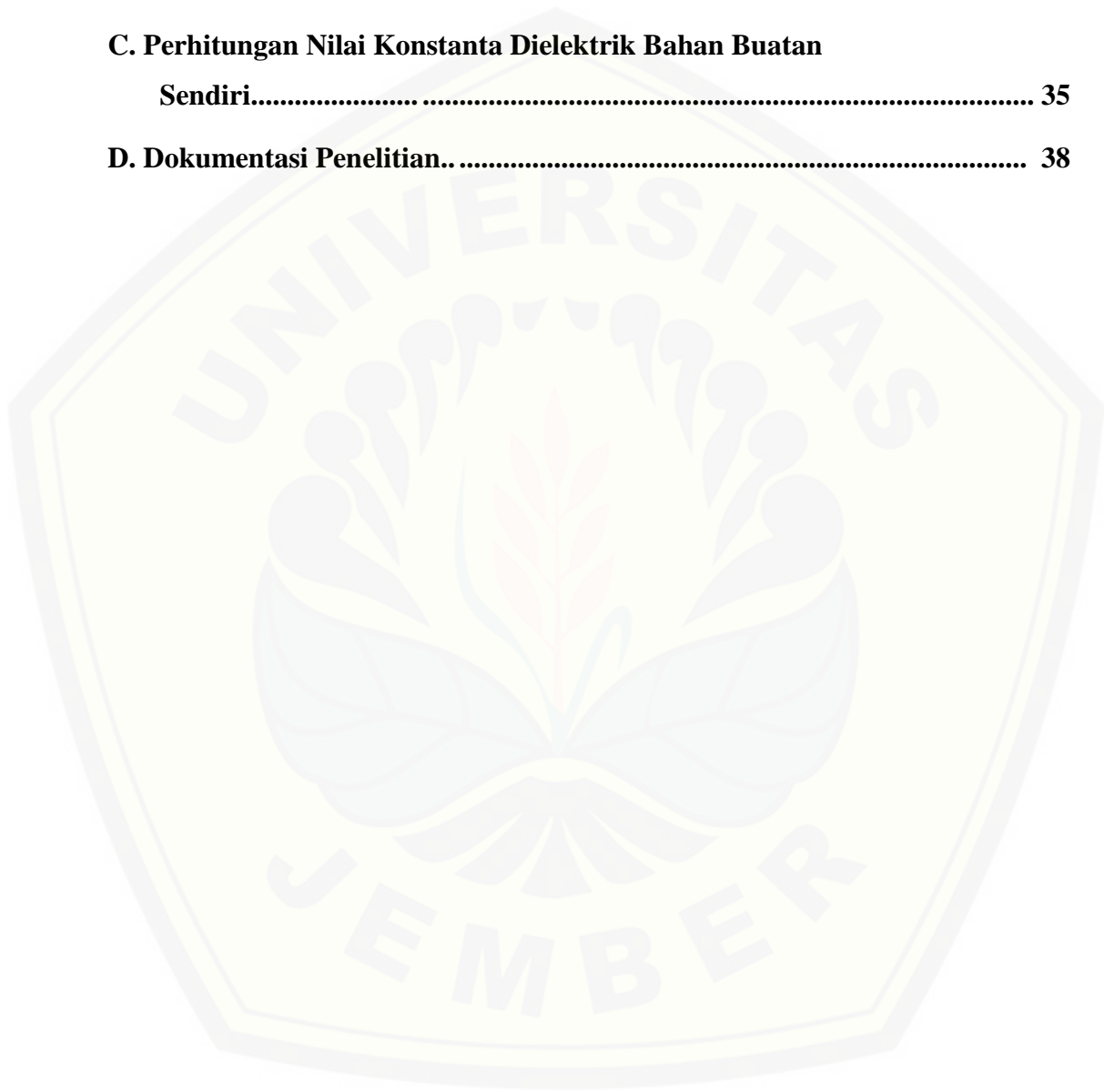
DAFTAR GAMBAR

2.1 Simbol kapasitor	8
2.2 Kapasitor pelat sejajar yang memiliki muatan +q dan -q	8
3.1 Diagram alir penelitian.....	15
3.2. Susunan alat percobaan.....	16
4.1 Grafik konstanta dielektrik (<i>k</i>) yoghurt buatan pabrik dan buatan sendiri	21
4.2 Grafik keasaman (pH) yoghurt buatan pabrik dan buatan sendiri.....	22



DAFTAR LAMPIRAN

A. Kalibrasi Alat	31
B. Perhitungan Nilai Konstanta Dielektrik Bahan Pabrik	32
C. Perhitungan Nilai Konstanta Dielektrik Bahan Buatan Sendiri.....	35
D. Dokumentasi Penelitian.....	38



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu merupakan sumber protein hewani yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan tubuh serta dalam menjaga kesehatan (SNI, 2011). Susu tersusun atas air (87,25%), lemak (3,8%), protein (3,5%), laktosa (4,8%) dan mineral (0,65%). Susu juga merupakan sumber kalsium, fosfor dan vitamin A yang sangat baik (Habibah dan Ramadhani, 2012). Kandungan gizi susu yang sangat tinggi dan lengkap menjadikan susu merupakan bahan pangan yang banyak diperlukan tubuh. Namun demikian, susu juga merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme sehingga berpotensi sebagai makanan yang berbahaya dan mudah rusak (*perishable food*) (Kusumaningsih dan Ariyanti, 2013). Pengolahan susu menjadi berbagai produk olahan dapat mengurangi kerusakan yang terjadi, salah satunya yoghurt.

Yoghurt merupakan produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lainnya yang sesuai, dengan/atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan (SNI, 2009). Yoghurt mengandung bakteri probiotik yang terbukti dapat memperbaiki proses pencernaan dengan menyediakan mikroflora yang dibutuhkan dan dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen di dalam saluran pencernaan. Yoghurt memiliki banyak manfaat untuk kesehatan tubuh manusia, contohnya dapat dikonsumsi oleh penderita *lactose intolerance*, mencegah diare, dan mengurangi resiko timbulnya kanker atau tumor dalam saluran pencernaan (Rahmawati, 2015).

Setiap bahan biologi memiliki sifat kelistrikan yang dipengaruhi oleh metabolisme yang terjadi dalam bahan biologi tersebut. Biolistrik merupakan karakteristik kelistrikan dari sel atau jaringan yang dihasilkan oleh berbagai peristiwa pada makhluk hidup yang dipengaruhi oleh senyawa pada makhluk hidup

dan pertukaran ion yang terjadi. Secara umum, produk-produk pangan bersifat *perishable* (mudah rusak). Penyebab kerusakan ini ada yang eksternal baik dari makhluk hidup atau dari cuaca misalnya suhu, kelembaban, dan kerusakan yang disebabkan dari bahan itu sendiri (internal) misalnya komposisi kimia, kadar air dari bahan tersebut. Untuk mengukur kualitas produk pangan umumnya dilakukan secara kimiawi atau pengujian di laboratorium yang bersifat destruktif. Pengukuran sifat listrik untuk penentuan kualitas produk pangan adalah salah satu metode yang mempunyai peluang untuk dikembangkan lebih jauh dan berdaya guna tinggi (Juansah dan Irmansyah, 2007).

Permasalahan yang sering ditemukan adalah masih sedikitnya keterkaitan hubungan antara sifat kelistrikan dengan sifat-sifat fisik (mekanik) maupun kimia bahan. Pengukuran sifat listrik suatu bahan pangan telah dilakukan oleh para peneliti, diantaranya Rofiatun (2016) yang meneliti tentang pengaruh penambahan lemak margarin terhadap konstanta dielektrik minyak goreng, Fitriani (2016) yang meneliti tentang nilai dielektrik bahan cuka dengan variasi frekuensi sumber tegangan, Sucipto (2013) yang meneliti tentang karakteristik listrik pada minyak goreng sawit, lemak babi dan lemak sapi, serta Juansah dan Irmansyah (2007) yang meneliti tentang sifat dielektrik buah semangka dengan sinyal listrik frekuensi rendah. Berdasarkan penelitian sebelumnya tersebut, maka pengukuran sifat kelistrikan dapat dikaitkan dengan kualitas bahan pangan. Hal inilah yang menjadi acuan penulis dalam melakukan penelitian ini.

Pada penelitian ini penulis akan mengkaji sifat kelistrikan yaitu konstanta dielektrik dari minuman yoghurt menggunakan sensor kapasitif dan osiloskop. Sensor merupakan piranti pengubah suatu besaran fisis yang satu ke besaran fisis yang lain, yang pada umumnya besaran listrik. Ada berbagai jenis sensor yang memanfaatkan perubahan sifat listrik bahan seperti resistansi dan sifat dielektrik, ataupun terhadap perubahan sifat fisis sekitarnya seperti suhu, kelembaban dan sebagainya. Sensor kapasitif merupakan sensor yang memanfaatkan perubahan kapasitansi karena perubahan luas keping, perubahan jarak keping, atau karena perubahan tetapan dielektrik di antara keping kapasitor tersebut (Wobschall, 1987). Sensor kapasitif berfungsi untuk mendeteksi perubahan komposisi bahan dielektrik

dengan menentukan nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik. Adanya perubahan kapasitansi pada kapasitor pelat sejajar dapat diketahui dengan mengukur tegangan masukan dan tegangan keluaran pada rangkaian sensor kapasitif dengan menggunakan osiloskop (Cahyono *et al.*, 2016). Pengukuran kapasitansi ini berguna untuk mengetahui sifat bahan seperti kadar air, kadar gula, densitas, komposisi kimia, geometrik dan kehomogenan bahan (Juansah dan Irmansyah, 2007).

1.2 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah jenis minuman yoghurt yang digunakan merupakan minuman yoghurt pabrik dan minuman yoghurt buatan sendiri.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh lama fermentasi terhadap nilai konstanta dielektrik dan pH pada minuman yoghurt?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap nilai konstanta dielektrik pada minuman yoghurt buatan sendiri.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai sifat kelistrikan pada minuman yoghurt sehingga kedepannya dapat dijadikan salah satu pertimbangan dalam uji kualitas suatu bahan pangan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Susu

Susu merupakan produk peternakan sebagai sumber protein hewani serta media yang baik bagi perkembangan mikroorganisme sehingga susu mudah rusak. Pengolahan susu menjadi berbagai produk olahan dapat mengurangi kerusakan yang terjadi, salah satunya menjadi produk yoghurt (Nurul, 2015). Susu segar didefinisikan sebagai susu murni yang tidak mendapat perlakuan apapun kecuali proses pendinginan yang tidak mempengaruhi kemurniannya (SNI, 2011). Susu merupakan bentuk emulsi lemak dalam air yang mengandung garam mineral, gula dan protein. Glubola-glubola dalam lemak sebagai fase terdispersi menyebar rata di dalam susu, dimana setiap glubolanya diselimuti oleh lapisan tipis protein dan fosfolipid (lisetin) sehingga tidak dapat bergabung satu sama lain yang kemudian membentuk emulsi susu yang stabil (Rahman *et al.*, 1992). Susu mengandung protein dengan asam amino esensial dalam jumlah yang cukup dan seimbang yang diperlukan untuk pertumbuhan. Susu merupakan bahan utama dalam pembuatan yoghurt (Winarno, 1982). Komponen yang terkandung dalam air susu dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Susu Sapi per 100gram bahan

Komposisi	Jumlah
Air (g)	88
Kalori (kal)	61
Protein (g)	3,2
Lemak (g)	3,5
Karbohidrat (g)	4,3
Kalsium (mg)	143
Fosfor (mg)	60
Zat besi (mg)	1,7
Vitamin A (SI)	130
Vitamin B1 (mg)	0,03
Vitamin C/Asam askorbat (ng)	1

Bjdd(g)

100

(sumber: Sediaoetama, 1985)

2.2 Yoghurt

Yoghurt merupakan salah satu minuman susu fermentasi yang populer di kalangan masyarakat. Yoghurt mengandung bakteri probiotik yang terbukti dapat memperbaiki proses pencernaan (Endang, 2015). Yoghurt dihasilkan dari fermentasi susu oleh campuran bakteri asam laktat thermophilik yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Dua jenis bakteri ini bersama-sama membentuk rasa asam, memperbanyak asam laktat, meningkatkan intensitas rasa serta kekentalan (Bottazi, 1983). Menurut Chandan (1982), yoghurt dikenal sebagai makanan sehat anti diare karena dapat mencegah aktifitas dan perkembangan bakteri patogen penyebab *gastroenteritis* yang dapat menyebabkan diare. Hal ini disebabkan karena *L. Bulgaricus* mempunyai aktifitas anti enteroksin terhadap *E. coli*. Terdapat empat manfaat yang diperoleh dari fermentasi susu yaitu sebagai pengawet alami, meningkatkan nilai gizi, mendapatkan rasa dan tekstur yang disukai serta meningkatkan variasi makanan, yoghurt juga digunakan sebagai minuman diet. Hal ini yang membuat yoghurt disukai oleh konsumen dari berbagai kalangan (Jannah *et al.*, 2014).

Tabel 2.2 Standar Mutu Yoghurt Indonesia

No.	Kriteria Uji	Persyaratan
1	Kadar protein	Minimal 3,5%
2	Kadar lemak	Maksimal 3,8%
3	Total padatan	Minimal 8,2%
4	Total asam	0,5% - 2.0%
5	Penampakan	Cairan kental semi padat
6	Bau/aroma	Normal/khas
7	Rasa	Asam/khas
8	Konsentrasi	Homogen

(Sumber: SNI,1992)

2.3 Metode Dielektrik

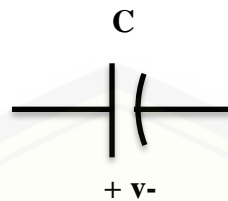
Biolistrik adalah karakteristik kelistrikan dalam suatu sel atau jaringan pada makhluk hidup. Karakteristik biolistrik dapat diukur menggunakan metode dielektrik. Metode dielektrik merupakan metode yang secara langsung menggunakan dua buah pelat penghantar dimana terdapat bahan dielektrik diantaranya. Metode dielektrik adalah metode berbasis listrik yang dapat digunakan untuk mendeteksi kemurnian bahan (Kusumaningrum *et al.*, 2014).

Bahan dielektrik adalah jenis bahan isolator listrik yang dapat dikutubkan dengan cara menempatkan bahan dielektrik tersebut dalam medan listrik. Ketika bahan ini berada dalam medan listrik, muatan listrik yang terkandung di dalamnya tidak akan mengalir sehingga tidak timbul arus seperti bahan konduktor, akan tetapi hanya sedikit bergeser dari posisi setimbangnya yang mengakibatkan terciptanya pengutuban dielektrik. Jika bahan dielektrik terdiri dari molekul-molekul yang memiliki ikatan lemah, molekul-molekul ini tidak hanya menjadi terkutub, namun juga sampai bisa tertata ulang sehingga sumbu simetrinya mengikuti arah medan listrik. Penambahan bahan dielektrik diantara kedua pelat kapasitor dapat menaikkan nilai kapasitansi kapasitor. Konstanta dielektrik menunjukkan seberapa efektif kemampuan suatu bahan untuk melawan medan listrik yang mengenai bahan tersebut (Beiser, 1962).

2.4 Kapasitor

Listrik merupakan salah satu energi yang sangat dibutuhkan oleh semua orang. Oleh karena itu, dalam pemakaian listrik sering kali sejumlah muatan disimpan untuk digunakan pada kesempatan lain. Alat penyimpan muatan ini disebut kapasitor. Kapasitor merupakan dua buah penghantar sejenis yang terisolasi, mengangkut muatan yang sama besarnya dan berlawanan tanda sebesar $+q$ dan $-q$. Salah satu struktur sebuah kapasitor adalah dua buah pelat penghantar yang ditempatkan berdekatan tetapi tidak bersentuhan. Jika kedua pelat diberi tegangan listrik, maka muatan positif akan terkumpul pada salah satu penghantar dan penghantar lainnya bermuatan negatif. Muatan positif tidak dapat mengalir menuju pelat bermuatan negatif begitupun sebaliknya karena terpisah oleh bahan

dielektrik yang non konduktif. Muatan ini tersimpan selama tidak ada konduksi pada ujung-ujung kakinya (Halliday, 1996). Simbol kapasitor dapat dilihat pada gambar 2.1.

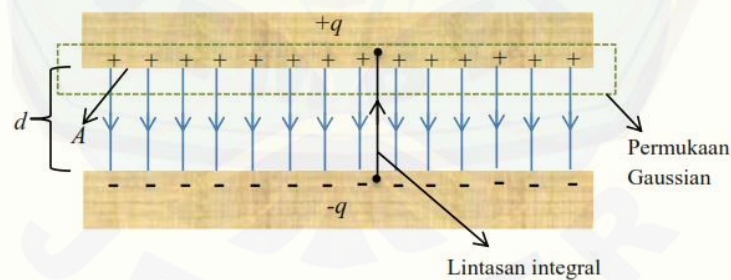


Gambar 2.1 Simbol Kapasitor (Sumber: Halliday, 1996)

Salah satu jenis kapasitor adalah kapasitor pelat sejajar yang terdiri atas dua pelat konduktor ditempatkan berdekatan yang dipisahkan oleh bahan isolator.

2.5 Kapasitor Pelat Sejajar

Kapasitor pelat sejajar merupakan kapasitor yang terdiri dari dua buah pelat logam/konduktor yang disusun secara paralel dan dipisahkan oleh jarak sebesar d . Kedua pelat logam ini umumnya dipisahkan oleh udara atau material isolator lainnya (Beiser, 1962). Kapasitor pelat sejajar dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Kapasitor pelat sejajar yang memiliki muatan $+q$ dan $-q$ (Sumber: Halliday, 2003)

Kapasitor pelat sejajar masing-masing memiliki luas A dan dipisahkan oleh jarak d dengan menempatkan bahan dielektrik yang memiliki konstanta dielektrik diantara kedua pelat sejajar (Putra *et al.*, 2013).

Apabila kapasitor pelat sejajar dengan luas penampang (A) dipisahkan dengan jarak (d), kemudian pelat tersebut diberi tegangan (V), maka akan timbul medan listrik (E) yang bekerja didalam dielektrik. Akibat adanya medan elektrik, maka muatan yang terkandung didalam dielektrik akan terpolarisasi. Ditinjau dari

fungsinya, dielektrik merupakan sifat atau bahan yang dapat memisahkan secara elektrik dua buah penghantar yang bertegangan, sehingga antar penghantar yang bertegangan tersebut tidak terjadi hubungan singkat yang menyebabkan lompatan listrik. Dengan demikian, dielektrik dapat disebut juga bahan isolasi (Tobing, 2003).

Pada tahun 1837, Michael Faraday melakukan penelitian tentang pengaruh suatu pengisian ruang di antara dua pelat kapasitor dengan menggunakan bahan dielektrik. Faraday menggunakan dua pelat yang identik, dimana salah satu pelat diberi sebuah bahan dielektrik diantara kedua pelatnya, sedangkan kapasitor yang lainnya berisi udara pada tekanan normal. Kedua kapasitor tersebut diberi potensial listrik yang besarnya sama, namun setelah diukur muatan kapasitor yang mengandung bahan dielektrik jauh lebih besar daripada muatan yang mengandung udara. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan bahan dielektrik diantara kedua pelat kapasitor dapat meningkatkan nilai kapasitansi kapasitor (Hayt dan Buck, 2006).

2.6 Kapasitansi

Kapasitansi adalah besaran yang menyatakan kemampuan dari suatu kapasitor untuk dapat menampung muatan listrik (Tipler, 1991). Kapasitansi bergantung pada ukuran dan bentuk konduktor dan akan bertambah bila ada sebuah material pengisolasi atau dielektrik (Young *et al.*, 2003). Untuk kapasitor keping sejajar luas penampang dan jarak antar keping adalah faktor geometri yang menentukan, sedangkan nilai konstanta dielektrik dari bahan menentukan sifat dielektriknya (Sutrisno, 1985).

Kapasitansi diukur berdasarkan muatan yang tersimpan pada setiap kenaikan tegangan. Kapasitor akan memiliki kapasitansi sebesar 1 farad jika dengan tegangan 1 volt dapat memuat elektron sebanyak 1 coulomb, sehingga dapat dituliskan:

$$C = \frac{q}{V} \quad (2.1)$$

Konstanta pembanding C, pada hubungan ini disebut kapasitansi dari kapasitor, Q adalah muatan elektron (F) dan V adalah besaran tegangan (V).

Apabila pada salah satu pelat diberi muatan Q , maka pada permukaan konduktor mempunyai rapat muatan:

$$\sigma = \frac{Q}{A} \quad (2.2)$$

keterangan

σ : Rapat muatan (C/m^2)

Q : Muatan elektron (C)

A : Luas penampang (m^2)

Kapasitansi dari suatu kapasitor dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu pada luas pelat, jarak antara pelat dan medium penyekat atau bahan dielektrik. Untuk kapasitor pelat sejajar yang masing-masing memiliki luas A dan dipisahkan oleh jarak d yang berisi udara. Menurut Hukum Gauss, besarnya medan E diantara pelat adalah sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q/A}{\epsilon_0} \quad (2.3)$$

Tegangan antara dua pelat yaitu:

$$V = E \cdot d = \frac{Qd}{\epsilon_0 A} \quad (2.4)$$

Sehingga persamaan 2.4 menjadi:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon_r A}{d} \quad (2.5)$$

Keterangan:

d : Jarak antar pelat (m)

ϵ_r : Konstanta dielektrik

A : Luas pelat (m^2)

(Rangan, 1992).

2.7 Konstanta Dielektrik

Konstanta dielektrik adalah perbandingan nilai kapasitansi kapasitor pada bahan dielektrik dengan nilai kapasitansi di ruang hampa. Konstanta dielektrik atau permitivitas listrik relatif juga diartikan sebagai konstanta yang melambangkan rapatnya fluks elektrostatik dalam suatu bahan bila diberi potensial listrik. Secara praktis, sifat dielektrik sering dikaitkan dengan kelistrikan bahan isolator yang

ditempatkan di antara dua keping kapasitor (Sutrisno, 1985). Konstanta dielektrik merupakan bilangan konstanta yang besarnya bergantung pada sistem dan bahan yang digunakan. Sedangkan sistem yang digunakan adalah nilai kapasitor yang dibentuk dari dua buah pelat yang sejajar yang dipisahkan oleh ruang hampa dengan nilai kapasitor yang terbentuk dari dua buah pelat sejajar yang dipisahkan oleh dua bahan dielektrik (Naidu dan Karamaju, 1982). Nilai konstanta dielektrik pada beberapa bahan ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.3 Permittivitas Bahan Dielektrik

Komposisi	Konstanta Dielektrik	Kekuatan Dielektrik (kV/mm)
Vakum	1	~
Udara	1,00054	0,8
Air	78	-
Kertas	3,5	14
Mika Merah delima	5,4	160
Porcelen	6,5	4
Kwarsa lebur	3,8	8
Gelas pyrex	4,5	13
Bakelit	4,8	12
Polietilen	2,3	50
Amber	2,7	90
Teflon	2,1	60
Neopron	6,9	12
Minyak transformator	4,5	12
Titaniumdioksida	100	6
Polistiren	2,6	25
Palm Oil	3,2	12

(Sumber: Halliday, 1988).

Tipler (1991) mengatakan bahwa jika sebuah pelat sejajar diisi dengan bahan dielektrik dan muatan Q pada kapasitor tidak berubah, maka nilai kapasitansinya adalah:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{V_0/K} = k \frac{Q}{V_0} \quad (2.6)$$

Sehingga

$$k = \frac{C}{C_0} \quad (2.7)$$

Dengan C_0 adalah kapasitansi tanpa bahan dielektrik, yang mana kapasitansi tersebut akan meningkat sebesar k ketika bahan dielektrik mengisi penuh ruang antar keping. Untuk kapasitor keping sejajar yang berisi bahan dielektrik kapasitansinya adalah:

$$C = k \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (2.8)$$

Dimana d adalah jarak antar pelat dan A adalah luas pelat (Giancoli, 2011).

2.8 Osiloskop

Osiloskop merupakan alat ukur besaran listrik yang dapat memetakan sinyal listrik. Secara umum osiloskop memiliki fungsi untuk menganalisa sifat suatu besaran yang berubah-ubah terhadap waktu. Besaran yang dihasilkan tersebut seperti nilai frekuensi, periode dan tegangan dari sinyal yang dapat diamati melalui bentuk gelombang yang dihasilkan pada layar osiloskop. Selain itu, osiloskop juga dapat digunakan untuk mengukur besaran tegangan listrik dan hubungannya terhadap waktu, membedakan arus AC dan DC serta mengecek noise pada suatu rangkaian listrik dan hubungannya terhadap waktu. Pada osiloskop terdapat beberapa jenis gelombang yang dapat diperlihatkan pada layar *display*, diantaranya gelombang sinusoidal, gelombang blok, gelombang gergaji (Gunawan, 2011).

Prinsip kerja dari osiloskop analog yaitu menggunakan tabung sinar katoda. Osiloskop analog menggunakan tegangan yang diukur untuk menggerakkan berkas elektron dalam tabung sinar katoda sehingga pada layar osiloskop langsung ditampilkan bentuk gelombang tersebut (Gunawan, 2011).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juni 2017 sampai dengan selesai. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain plat tembaga, project board, kapasitor 0,01 μF , resistor 7,5 k Ω dan 100 Ω , IC Timer 555, solder, osiloskop, wadah transparan dan gelas ukur. Bahan penelitian yang digunakan yaitu minuman yoghurt pabrik dan buatan sendiri.

Penelitian ini difokuskan terhadap pengukuran nilai konstanta dielektrik dari yoghurt. Tahapan penelitian ini dimulai dari studi kasus, persiapan alat dan bahan, kalibrasi alat dan pengambilan data. Persiapan alat dan bahan dengan menyusun konstruksi alat yang akan digunakan dalam penelitian serta mencari sampel dari penelitian. pengkalibrasian alat dilakukan sehingga diketahui alat dapat digunakan atau tidak. Pengambilan data dilakukan untuk meperoleh nilai konstanta dielektrik dari bahan.

3.2 Jenis dan Sumber Data

3.2.1 Jenis Data

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental berupa pengukuran konstanta dielektrik minuman yoghurt menggunakan sensor kapasitif dan osiloskop. Penelitian ini bersifat kuantitatif karena hasil yang diperoleh berupa data numerik dan grafik yang dihasilkan diperoleh dari perhitungan numerik. Data numerik berasal dari konstanta dielektrik.

3.2.2 Sumber Data Penelitian

Sumber data yang digunakan untuk menentukan konstanta dielektrik minuman yoghurt berupa data primer. Data yang digunakan diperoleh langsung dari hasil eksperimen pada minuman yoghurt pabrik dan buatan sendiri.

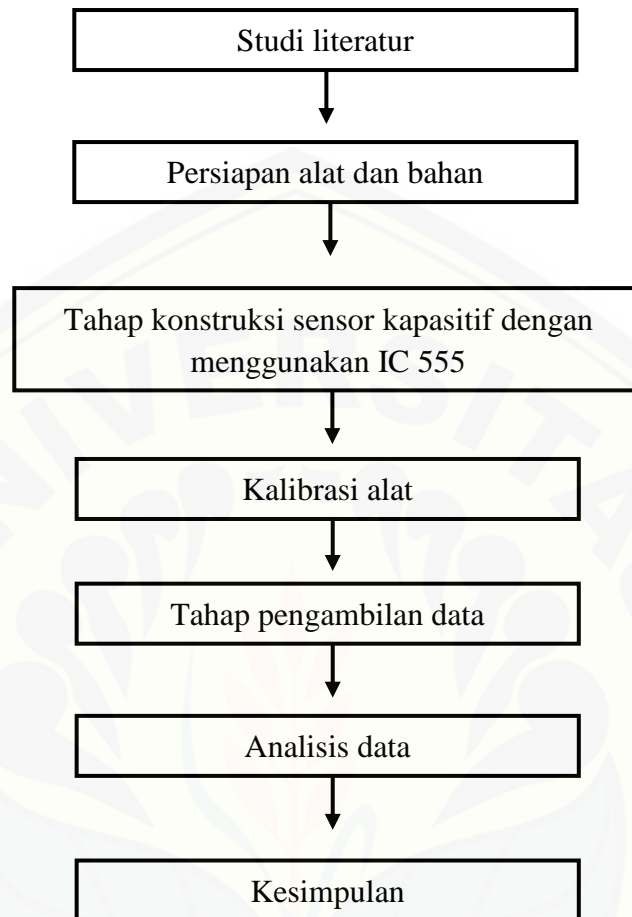
3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukurannya

Variabel penelitian merupakan faktor yang akan dijadikan objek dalam suatu penelitian. Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas, variabel kontrol dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah lama fermentasi yoghurt. Minuman yoghurt berasal dari minuman yoghurt pabrik dan buatan sendiri dan lama fermentasi. Variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai konstanta dielektrik. Variabel kontrol ini adalah suhu, ukuran dan geometri wadah sampel.

3.4 Kerangka Pemecahan masalah

Penelitian ini difokuskan terhadap pengukuran nilai konstanta dielektrik dari yoghurt. Tahapan penelitian ini dimulai dari studi kasus, persiapan alat dan bahan, kalibrasi alat dan pengambilan data. Persiapan alat dan bahan dengan menyusun konstruksi alat yang akan digunakan dalam penelitian serta mencari sampel dari penelitian. Pengkalibrasian alat dilakukan sehingga diketahui alat dapat digunakan atau tidak. Pengambilan data dilakukan untuk meperoleh nilai konstanta dielektrik dari bahan.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka berikut ini adalah tahapan kegiatan yang sekaligus menjadi kerangka dalam memecahkan permasalahan dalam penelitian ini. Tahapan penelitian digambarkan melalui diagram alir kegiatan penelitian seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1



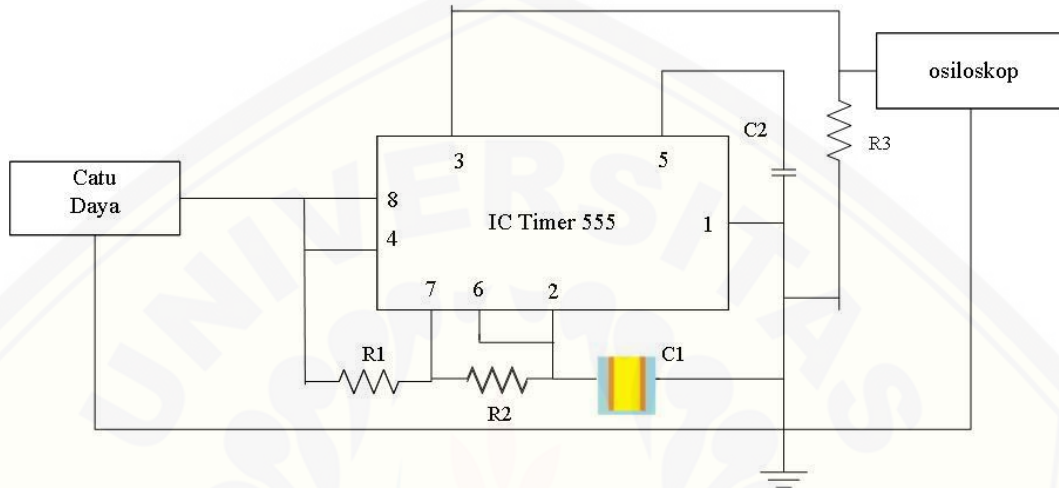
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

1. Persiapan bahan

Bahan yang digunakan adalah yoghurt. Tiap bahan dipersiapkan 100 ml. Bahan terdiri dari 3 buah yoghurt buatan pabrik yaitu Merk A, Merk B dan Merk C dan 3 buah yoghurt buatan sendiri dengan perlakuan lama fermentasi 1 hari, 2 hari dan 3 hari. Tahap awal dari penelitian ini adalah pembuatan yoghurt untuk sampel penelitian. Proses pembuatan ditunjukkan sebagai berikut: Dilakukan pemanasan susu hingga 75°C , kemudian didinginkan hingga suhu 40°C . Saat proses pendinginan dimasukkan bakteri yoghurt plan dengan diaduk agar bercampur. Setelah suhu 40°C , sampel dimasukkan pada wadah untuk disimpan.

2. Penyusunan alat

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan alat sensor kapasitif sederhana dengan menggunakan komponen listrik yang mudah didapatkan seperti IC Timer 555, kapasitor, dan resistor. Desain rangkaian dari konstruksi alat sensor kapasitif ini ditunjukkan seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Susunan alat percobaan

Keterangan gambar:

Kaki 1 pada IC: Ground

Kaki 2 pada IC: Trigger

Kaki 3 pada IC: Out put

Kaki 4 pada IC: Reset

Kaki 5 pada IC: Control Voltage

Kaki 6 pada IC: Threshold

Kaki 7 pada IC: Discharge

Kaki 8 pada IC: Vcc

R1: Resistor 7,5 k Ω

R2: Resistor 100 Ω

R3: Resistor 100 Ω

C1: Bahan percobaan

C2: Capacitor 0,01 μ F

3. Kalibrasi alat

Setelah semua alat selesai disusun seperti pada gambar 3.2, kemudian dilakukan pengkalibrasian alat. Kalibrasi alat ditujukan untuk mengetahui apakah desain alat percobaan bisa digunakan untuk mencari nilai konstanta dielektrik. Pengkalibrasian dilakukan dengan menggunakan aquades. Setelah diberi arus maka dapat diketahui nilai V_o dan V_i . Dengan mengetahui nilai

tersebut maka nilai dielektrik aquades dapat diketahui. Nilai konstanta dielektrik aquadest yang diperoleh digunakan sebagai faktor koreksi.

4. Pengambilan Data

Selanjutnya dilakukan tahap pengambilan data dengan menggunakan Osiloskop. Dalam proses pengambilan data ini akan didapatkan nilai frekuensi (f), yang diperoleh dari nilai time/div yang nantinya akan digunakan untuk mencari nilai kapasitansi dari yoghurt dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{1}{T} = \frac{1,44}{C(R1+2R2)} \quad (3.1)$$

Karena $\frac{1}{T}$ sama dengan frekuensi (f) maka,

$$f = \frac{1,44}{C(R1+2R2)} \quad (3.2)$$

Keterangan:

- T : Periode
- C : Nilai kapasitansi (F)
- $R1$ dan $R2$: Nilai resistor (Ω)
- f : Frekuensi (Hz)

Berdasarkan pada persamaan 4.1, maka dengan mendapatkan nilai frekuensi (f) dari osiloskop dan nilai resistor ($R1$ dan $R2$) dari rangkaian alat sensor kapasitif, nilai kapasitansi yoghurt bisa didapatkan seperti persamaan berikut ini:

$$C = \frac{1,44}{f(R1+2R2)} \quad (3.3)$$

Dalam proses pengambilan data ini volume yoghurt yang diukur dibuat tetap atau sama yaitu 100 mL. Semua yoghurt akan diukur pada suhu yang sama yaitu pada suhu ruangan.

3.5 Metode Analisis Data

Pada penelitian ini, nilai konstanta dielektrik diolah dari nilai kapasitansi yang akan didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$C = k \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (3.4)$$

Keterangan:

k : Konstanta dielektrik

ϵ_0 : Permittivitas ruang hampa ($8,85 \times 10^{-12}$ f/m)

A : Luas pelat (cm^2)

d : Jarak antar pelat (cm)

Proses pengambilan data dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dan selanjutnya dari data-data yang diperoleh akan dianalisis, maka diperoleh nilai k dengan rumus:

$$\bar{k} = \frac{\sum k_i}{n} \quad (3.5)$$

untuk menentukan ralat nilai konstanta dielektrik dari yoghurt pabrik dan buatan sendiri, dengan menggunakan standar deviasi:

$$\Delta k = \sqrt{\frac{\sum (k_i - \bar{k})^2}{n(n-1)}} \quad (3.6)$$

Sehingga didapatkan persamaan konstanta dielektrik sebagai berikut:

$$k = (\bar{k} \pm \Delta k) \quad (3.7)$$

Selanjutnya ralat yang digunakan untuk menentukan ralat keasaman digunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{\text{pH}} = \frac{\sum \text{pH}}{n} \quad (3.8)$$

untuk menentukan ralat nilai keasaman dari yoghurt pabrik dan buatan sendiri, dengan menggunakan standar deviasi:

$$\Delta \text{pH} = \sqrt{\frac{\sum (\text{pH} - \bar{\text{pH}})^2}{n(n-1)}} \quad (3.9)$$

Sehingga didapatkan persamaan keasaman sebagai berikut:

$$\text{pH} = (\bar{\text{pH}} \pm \Delta \text{pH}) \quad (3.10)$$

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian nilai konstanta dielektrik minuman yoghurt menggunakan osiloskop antara lain nilai konstanta dielektrik dan nilai pH pada bahan buatan pabrik cenderung hampir sama, sedangkan pada buatan sendiri dengan perlakuan lama fermentasi memiliki penurunan. Hal ini diduga karena perbedaan komposisi dari masing-masing pabrik sehingga menyebabkan perbedaan, sedangkan untuk yoghurt buatan sendiri memiliki perbedaan. Lama fermentasi mempengaruhi Menurunnya pH dan nilai konstanta dielektrik yang diperoleh. Semakin lama fermentasi semakin menurun nilai pH yoghurt dan semakin menurun juga nilai konstanta dielektriknya (k). Hal tersebut menunjukkan bahwa lama fermentasi mempengaruhi nilai pH bahan dan nilai konstanta dielektrik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka saran untuk penyempurnaan penelitian lebih lanjut tentang konstanta dielektrik dan pH yoghurt adalah perlunya kontrol untuk perlengkapan penelitian khususnya agar tidak mempengaruhi hasil penelitian agar faktor koreksi tidak terlalu besar dan dalam penelitian ini perlu dikembangkan dalam pencarian nilai konstanta dielektrik dan pH yoghurt dengan lama fermentasi yang lebih lama agar lebih terlihat pengaruh lama fermentasi dan untuk pengaruh yoghurt yang memiliki campuran bahan agar lebih diketahui bagaimana pengaruh bahan campuran terhadap nilai konstanta dielektrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adli, Muhammad Z. 2016. Karakteristik Sifat Listrik Susu Sapi Untuk Identifikasi Pemalsuan Susu. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Agustina, Yeni., Rudi K., dan Aman S. Panggabean. 2015. Pengaruh Variasi Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Laktosa, Lemak, pH dan Keasaman pada Susu Sapi yang Difermentasi Menjadi Yoghurt. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2009. *SNI 2981-2009*. Pernyataan Standar Yoghurt (Revisi 1992). Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2011. *SNI 3141.1:2011*. Pernyataan Standar Susu Segar Bagian 1 (Revisi 1998). Jakarta: BSN.
- Beiser, A. 1962. *The Mainstream of Physics*. London: Addison- Wesley Publishing Company, inc.
- Bottazi, V. 1983. *Other Femented Dairy Product. In: Biotechnology: Food and Feed Production with Microoganism. Vol 5*. Florida: Verlag chemie.
- Cahyono, B. E., Misto. dan F. Hasanah. 2016. *Karakterisasi Sensor Kapasitif Untuk Penentuan Level Aquades*. REM Jurnal 1. Jember: Universitas Jember.
- Chandan, R. C. 1982. *Other Fermented Dairy Products. In: G. Reed (Ed). Prescott Dunn's Industrial Microbiology. 4th Ed*. Wesport Connecticut: AVI Publishing Co.
- Fitriani, Ria. 2016. Pengukuran Nilai Dielektrik Pada Bahan Cuka Berdasarkan Variasi Frekuensi Sumber Tegangan Dengan Menggunakan Osiloskop. Jember: Universitas Jember.

Gaman, P.M. dan Sherrington, K.B. 1992. *Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi. Edisi Kedua*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Gilliland, S. E., 1985. *Bacterial Starter Cultures for Foods*. CRC-Press, Inc.

Gunawan, P. N. 2011. Osiloskop. Makasar: Universitas Hasanudin. [seril online]. <http://ikabuh.files.wordpress.com/2012/02/tugas-osiloskop.pdf>. [10 Juni 2017]

Habibah dan Yunizar R. 2012. Perubahan Kadar Protein dan PH Susu Pasteurisasi Selama Penyimpanan Dingin. *Agrosientiae*. Lampung: UNLAM.

Halliday, D., Resnick, R. Dan Walker, J. 2003. *Fundamental of Physics 6th edition*. Amerika: John Wiley & Sons. inc.

Halliday, D. dan Resnick, R. 1996. *Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga*. [diterjemahkan pantur silaban dan erwin sucipta]. Jakarta: Erlangga.

Harmen. 2001. Rancang Bangun Alat dan Pengukuran Nilai Sifat Dielektrik Bahan pada Kisaran Frekuensi Radio. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Hayt, W.H dan Buck, J.A. 2006. *Elektromagnetika*. Jakarta: Erlangga.

Juansyah, J. dan Irmansyah. 2007. *Kajian Sifat Dielektrik Buah Semangka dengan Pemanfaat Sinyal Listrik Frekuensi Rendah*. Jurnal Sains MIPA. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Kusumaningrum, N., C. S. Widodo. dan G. Saroja. 2014. *Studi Pengukuran Konstanta Dielektrik Minyak Goreng Curah Dengan Metode Dielektrik*. Jurnal. Malang: Universitas Brawijaya.

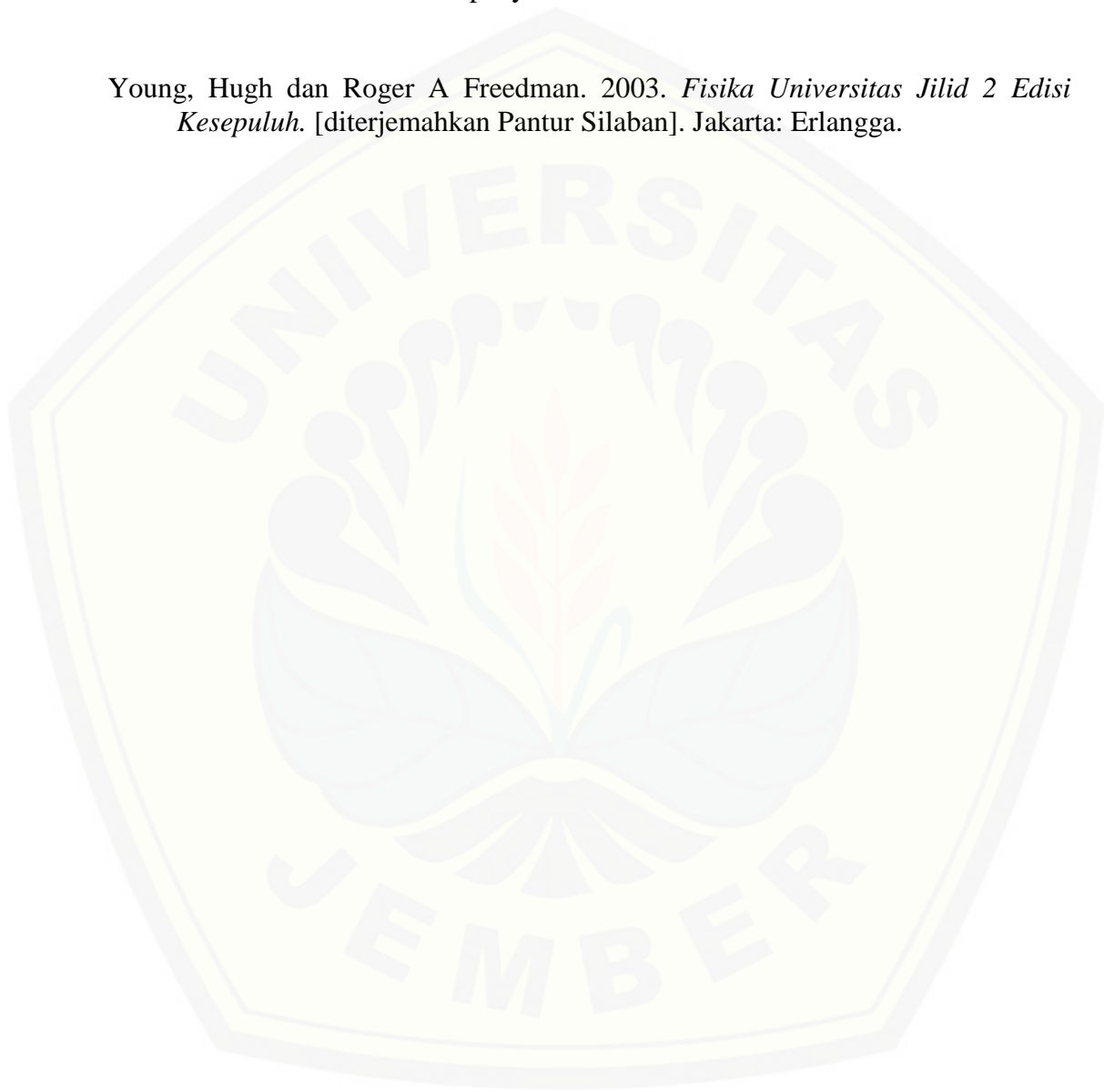
Kusumaningsih, A. dan Tati A. 2013. Cemaran Bakteri Patogenik Pada Susu Sapi dan Resistensinya Terhadap Antibiotika. *Berita Biologi 12(1)*. Bandung: LIPI

- Naidu, M.S., dan Karamaju, V. 1982. *High Voltage Engineering*. New Delhi: Mc Graw-Hill Publishing Company Limited.
- Putra, Z. S., M. Rivai dan Suwito. 2013. *Sistem Sensor Kualitas Minyak Berdasarkan Pada Pengukuran Kapasitansi Dan Panjang Berkas Pembiasan Cahaya*. Jurnal Teknik POMITS 2. Surabaya: ITS
- Rahman, A., S. Fardiaz., W.P. Rahayu, Suliantari dan C.C. Nurwitri. 1992. *Teknologi Fermentasi Susu*. Bogor: IPB.
- Rahmawati, E.. 2015. *Kadar Protein, PH dan Jumlah Bakteri Asam Laktat Yoghurt Susu Sapi dengan Variasi Penambahan Sari Daun Kelor dan Lama Fermentasi yang Berbeda*. [skripsi]. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rangan, C. S. 1992. *Instrumentation Devices and Systems*. New Delhi: Tata Mc Graw-Hill.
- Sediaoetama, A. A. 1985. *Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid 1*. Jakarta: Penerbit Dian Rakyat
- Sucipto. 2013. *Rancang Bangun Teknik Deteksi lemak babi pada Daging Sapi berbasis sifat listrik*. Bandung: ITB.
- Susanto, T. Dan S. Yuwono. 2001. *Pengujian Fisik Pangan*. Surabaya: Unesa Press.
- Sutrisno.1985. *Elektronika Teori dan Penerapannya*. Bandung: ITB
- Tipler , Paul A. 1991. *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2 Edisi Ketiga*. [diterjemahkan oleh Bambang Soegiono]. Jakarta: Erlangga.
- Tobing, D. L. 1996. *Fisika Dasar 1*. Jakarta:PT Gramedia Pustaka Utama.

Winarno, F.G. 1982. *Protein Sumber dan Peranannya*. Bogor: Departemen Teknologi dan Makanan Pertanian IPB.

Wobschall, D. 1987. *Circuit Design for Electronic instrumentation*. New York: McGraw-Hill Book Company.

Young, Hugh dan Roger A Freedman. 2003. *Fisika Universitas Jilid 2 Edisi Kesepuluh*. [diterjemahkan Pantur Silaban]. Jakarta: Erlangga.



LAMPIRAN

Lampiran A. Kalibrasi Alat

Bahan	pengulangan	Periode (s)	Frekuensi (Hz)	k	\bar{k}	Koreksi
Aquadest	1	0.00050	2000.00	105.66	98.61±3.73	20.61
	2	0.00048	2083.33	101.43		
	3	0.00042	2380.95	88.75		

k referensi aquadest sebesar 78

Lampiran B. Penentuan nilai koreksi

Pada pengukuran nilai konstanta dielektrik minuman yoghurt nilai koreksi konstanta dielektrik ini adalah 20.61 hal ini dihasilkan karenan adanya selisih antara nilai hasil pengukuran menggunakan osiloskop ($k = 98.61$) dengan nilai berdasarkan referensi (k referensi=78). Nilai koreksi tersebut merupakan nilai eror yang didapatkan dari rangkaian sensor kapasitor ketika dikalibrasi menggunakan sampel berupa aquades.

Lampiran C. Perhitungan Nilai Konstanta Dielektrik

Bahan	Periode Pengulangan			K			$k \pm \Delta k$
	1	2	3	1	2	3	
Yoghurt A1	0.00045	0.00044	0.00044	74.48	72.37	73.07	73.31±0.76
Yoghurt A2	0.00044	0.00044	0.00043	72.37	72.37	70.26	71.67±0.86
Yoghurt A3	0.00045	0.00044	0.00045	74.48	72.37	74.48	73.78±0.86
Yoghurt B1	0.00044	0.00044	0.00045	72.37	72.37	74.49	73.08±0.87
Yoghurt B2	0.00040	0.00041	0.00041	63.92	66.03	66.03	65.33±0.86
Yoghurt B3	0.00040	0.00039	0.00040	63.92	61.80	63.92	63.21±0.86

Lampiran D. Perhitungan pH

Bahan	pH Pengulangan			$\text{pH} \pm \Delta \text{pH}$
	1	2	3	
Yoghurt A1	4.64	4.51	4.47	4.54±0.05
Yoghurt A2	4.78	4.20	4.41	4.46±0.17
Yoghurt A3	4.48	4.60	4.50	4.53±0.04
Yoghurt B1	4.61`	4.58	4.63	4.61±0.12
Yoghurt B2	3.61	4.21	4.12	3.98±0.19
Yoghurt B3	3.70	3.74	3.69	3.71±0.02

Lampiran D. Dokumentasi Penelitian



Gambar A. Pengukuran pH



Gambar B. Sampel Penelitian



Gambar C. Proses Pembuatan yoghurt





Gambar D. Proses Pengambilan Data