



**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN SUKROSA  
TERHADAP NILAI KONSTANTA DIELEKTRIK  
MENGUNAKAN SENSOR KAPASITOR**

**SKRIPSI**

Oleh

**Alvy Vironica Fitrotin Mustain  
NIM 111810201021**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN SUKROSA  
TERHADAP NILAI KONSTANTA DIELEKTRIK  
MENGUNAKAN SENSOR KAPASITOR**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Alvy Vironica Fitroin Mustain  
NIM 111810201021**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Mustain dan Ibu Mukhlisotun yang tanpa lelah memberikan semangat, dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi ini;
2. Suami tercinta Candra Irawan, S.T., M.T., dan anakku tersayang Muhammad Yusuf Irawan yang selalu memberikan semangat selama ini;
3. Guru-guru tercinta sejak sekolah dasar sampai dengan perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu serta bimbingannya;
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

Maka bersabarlah kamu untuk (melaksanakan) ketetapan Tuhanmu, dan janganlah kamu ikuti orang yang berdosa dan orang yang kafir di antara mereka.

(terjemahan Surat Al-Insan ayat 24)<sup>\*)</sup>



---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al- Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang: PT Kumudasmoro Grafindo.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvy Vironica Fitrotin Mustain

NIM : 111810201021

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Larutan Sukrosa terhadap Nilai Konstanta Dielektrik Menggunakan Sensor Kapasitor” adalah benar-benar hasil karya ilmiah sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun dan bukan karya 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, 10 Juli 2017

Yang menyatakan,

Alvy Vironica Fitrotin Mustain

NIM 111810201021

**SKRIPSI**

**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN SUKROSA  
TERHADAP NILAI KONSTANTA DIELEKTRIK  
MENGUNAKAN SENSOR KAPASITOR**

Oleh

Alvy Vironica Fitroin Mustain  
NIM 111810201021

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Endhah Purwandari, S.Si, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Misto, M.Si

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Konsentrasi Larutan Sukrosa terhadap Nilai Konstanta Dielektrik Menggunakan Sensor Kapasitor” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

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

**Tim Penguji:**

Ketua

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

Anggota II

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP 196102041987111001

Anggota I

Ir. Misto, M.Si.  
NIP 195911211991031002

Anggota III

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

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas MIPA,

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

**Pengaruh Konsentrasi Larutan Sukrosa terhadap Nilai Konstanta Dielektrik Menggunakan Sensor Kapasitor;** Alvy Vironica Fitrotin Mustain, 111810201021; 2017; 51 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Sukrosa yang dikenal dalam kehidupan sehari-hari sebagai gula meja, memiliki kegunaan yang sangat luas dan beragam. Salah satunya yaitu memberikan rasa manis pada makanan. Sukrosa memiliki bentuk seperti kristal, berwarna putih, tidak berbau, serta memiliki rasa yang manis. Secara alami sukrosa banyak ditemukan pada tebu dan bit. Salah satu sifat penting sukrosa yaitu mempunyai daya larut yang tinggi dalam air. Kristal sukrosa merupakan gabungan dari beberapa molekul sukrosa. Jika kristal sukrosa diletakkan ke dalam air, maka molekul-molekulnya akan memisahkan diri dari permukaan kristal dan menuju ke dalam pelarut (air). Molekul sukrosa tersebut kemudian berinteraksi dan berikatan dengan molekul air. Hal ini menyebabkan kristal sukrosa larut sedikit demi sedikit dalam air sampai membentuk larutan sukrosa secara sempurna. Jumlah sukrosa dalam suatu larutan dapat diketahui dari nilai konsentrasinya.

Konsentrasi sukrosa berpengaruh terhadap nilai indeks bias dan viskositas larutan. Penambahan konsentrasi sukrosa dalam larutan menyebabkan nilai indeks bias dan viskositas larutan meningkat. Selain itu, penambahan konsentrasi sukrosa dalam suatu larutan yang digunakan sebagai bahan dielektrik kapasitor, juga dapat mengubah nilai kapasitansi kapasitor. Perubahan nilai kapasitansi tersebut terjadi karena adanya perubahan nilai konstanta dielektrik pada larutan. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan penentuan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa dengan berbagai konsentrasi untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik.

Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu menggunakan sensor kapasitor keping sejajar ( $C_1$ ) yang disusun bersama kapasitor ( $C_2$ ) dalam satu rangkaian pembagi tegangan. Sensor kapasitor keping sejajar merupakan kapasitor yang hendak diukur dengan bahan dielektrik berupa larutan sukrosa dari berbagai konsentrasi. Larutan sukrosa yang diuji mempunyai nilai konsentrasi yaitu mulai dari 0% sampai 60% dengan interval konsentrasi sebesar 5%. Parameter yang diukur ketika melakukan penelitian adalah nilai tegangan masukan ( $V_i$ ) dan nilai tegangan keluaran ( $V_o$ ) yang terbaca pada layar osiloskop. Pengukuran data  $V_i$  dan  $V_o$  dilakukan pada suhu (25-27) °C. Dari data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) sampel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi larutan sukrosa menyebabkan nilai konstanta dielektrik yang semakin menurun. Pada saat konsentrasi larutan sukrosa ditingkatkan, polarisasi listrik yang terjadi pada molekul-molekul air, akibat medan listrik eksternal ( $E_0$ ), mengalami penurunan. Hal ini mengakibatkan medan listrik induksi ( $E_{induksi}$ ) yang dihasilkan larutan



sukrosa, yang berfungsi sebagai bahan dielektrik melemah dan mengakibatkan peningkatan medan listrik pada sensor ( $E_{sensor}$ ). Medan listrik pada sensor yang meningkat menyebabkan nilai tegangan sensor naik. Berdasarkan rangkaian sensor kapasitor pada penelitian ini, meningkatnya tegangan sensor mengakibatkan nilai  $V_o$  menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi sukrosa.  $V_o$  merupakan nilai tegangan keluaran pada kapasitor ( $C_2$ ) yang tersusun secara seri dengan sensor kapasitor keping sejajar ( $C_1$ ). Nilai konstanta dielektrik berbanding lurus dengan nilai  $V_o$ , sehingga nilai konstanta dielektrik yang didapat dari penelitian mengalami penurunan. Penurunan nilai konstanta dielektrik tersebut dapat dilihat dari perbedaan nilai konstanta dielektrik yang dihasilkan, dimana larutan sukrosa 0% mempunyai nilai konstanta dielektrik yang paling tinggi sebesar 78. Dengan bertambahnya konsentrasi larutan sukrosa maka nilai konstanta dielektrik semakin menurun sehingga pada konsentrasi larutan sukrosa 60% diperoleh nilai konstanta dielektrik paling rendah yaitu 59,23. Namun tidak semua perubahan konsentrasi larutan sukrosa menunjukkan hasil nilai konstanta dielektrik yang berbeda. Tingkat sensitivitas rangkaian sensor kapasitor yang digunakan pada penelitian menjadi faktor utama yang menyebabkan tidak berbedanya nilai konstanta dielektrik yang dihasilkan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Larutan Sukrosa Terhadap Nilai Konstanta Dielektrik Menggunakan Sensor Kapasitor”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk 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 terimakasih kepada:

1. Endhah Purwandari, S.Si, M.Si., dan Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dosen Penguji I dan Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Dra. Arry Y. Nurhayati selaku Dosen Pembimbing Akademik yang sudah membimbing saya selama ini;
4. Nova Alviati, Miftahul Jannah, Tri Indah Ratna Sari, Noer Rimafatin, Mohammad Sholeh, Putri Purnama Sari, Devi Septian Riri Artanti, Ria Fitriani, Yahya Efendi, dan teman-teman GP-11 atas bantuan dan semangatnya;
5. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2017

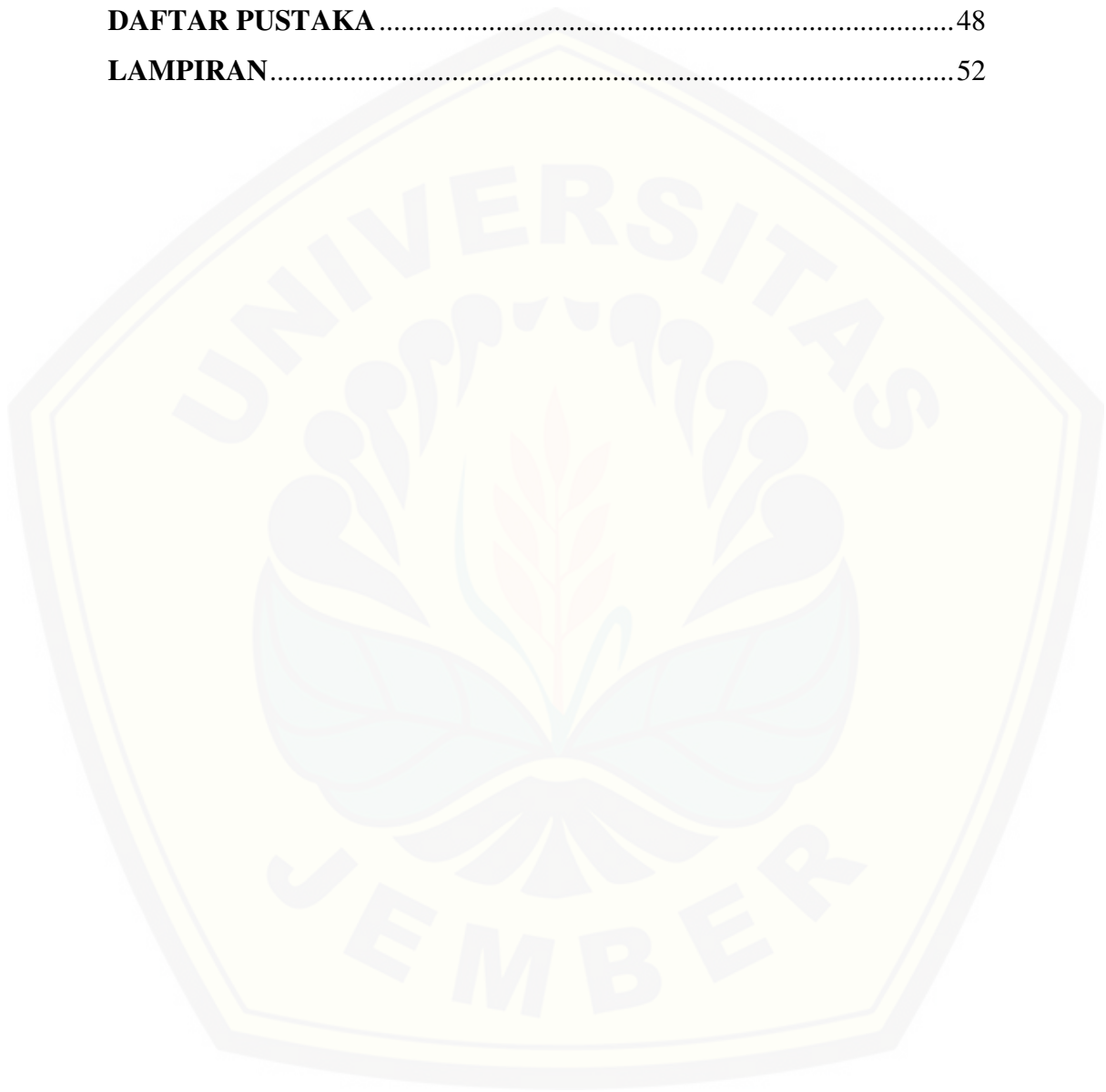
Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>1.4 Tujuan</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Karbohidrat</b> .....	6
2.1.1 Monosakarida.....	7
2.1.2 Disakarida .....	7
2.1.3 Polisakarida.....	8
<b>2.2 Sukrosa</b> .....	8
2.2.1 Bentuk dan Sifat Sukrosa.....	8
2.2.2 Penggunaan Sukrosa .....	9

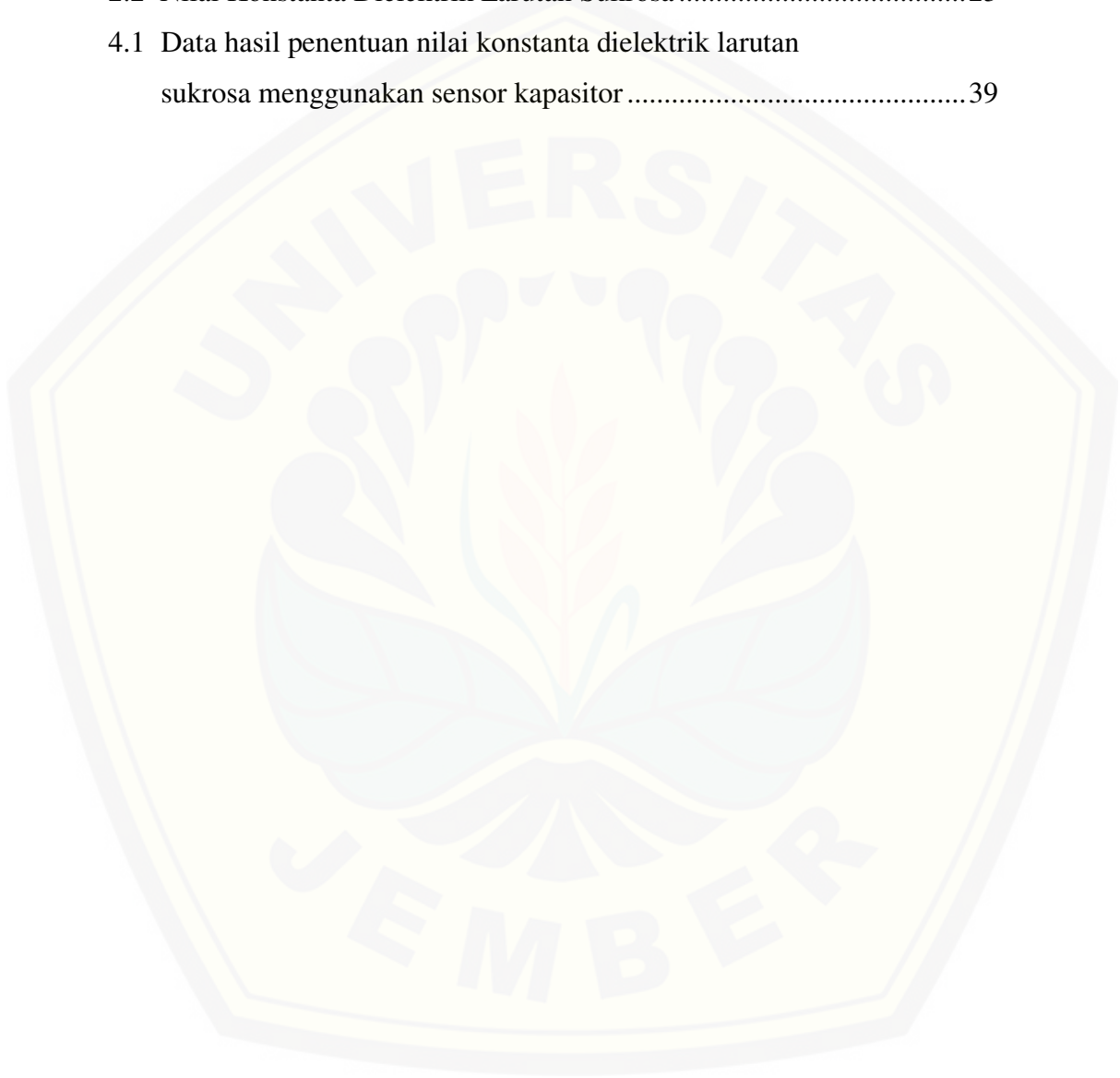
<b>2.3 Konsentrasi Larutan</b> .....	10
2.3.1 Persen Konsentrasi.....	11
2.3.2 Part per million (ppm).....	11
<b>2.4 Kapasitor</b> .....	11
2.4.1 Definisi Kapasitor .....	11
2.4.2 Ragam Geometri Kapasitor .....	12
a. Kapasitor Bola .....	13
b. Kapasitor Keping Sejajar.....	13
c. Kapasitor Silinder .....	14
<b>2.5 Kapasitor Keping Sejajar</b> .....	15
2.5.1 Definisi Kapasitor Keping Sejajar .....	15
2.5.2 Kapasitor Keping Sejajar dengan Dielektrik .....	17
a. Dielektrik.....	17
b. Pengaruh Dielektrik pada Kapasitor Keping Sejajar.....	19
c. Konstanta Dielektrik.....	21
<b>2.6 Kapasitor dalam Rangkaian AC</b> .....	24
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	28
<b>3.1 Rancangan Penelitian</b> .....	28
<b>3.2 Jenis dan Sumber Data</b> .....	35
<b>3.3 Definisi Operasional Variabel</b> .....	35
3.3.1 Variabel Bebas .....	35
3.3.2 Variabel Terikat .....	35
3.3.3 Variabel Kontrol .....	36
<b>3.4 Analisa Data</b> .....	36
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	38
<b>4.1 Hasil</b> .....	38
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	40
4.2.1 Hasil Kalibrasi Rangkaian Kapasitor.....	40
4.2.2 Pengaruh Konsentrasi Sukrosa Terhadap Konstanta Dielektrik.....	42

<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	46
<b>4.1 Kesimpulan</b> .....	46
<b>4.2 Saran</b> .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	48
<b>LAMPIRAN</b> .....	52



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Nilai Konstanta Dielektrik Berbagai Bahan pada Suhu Kamar .....	22
2.2 Nilai Konstanta Dielektrik Larutan Sukrosa .....	23
4.1 Data hasil penentuan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa menggunakan sensor kapasitor .....	39

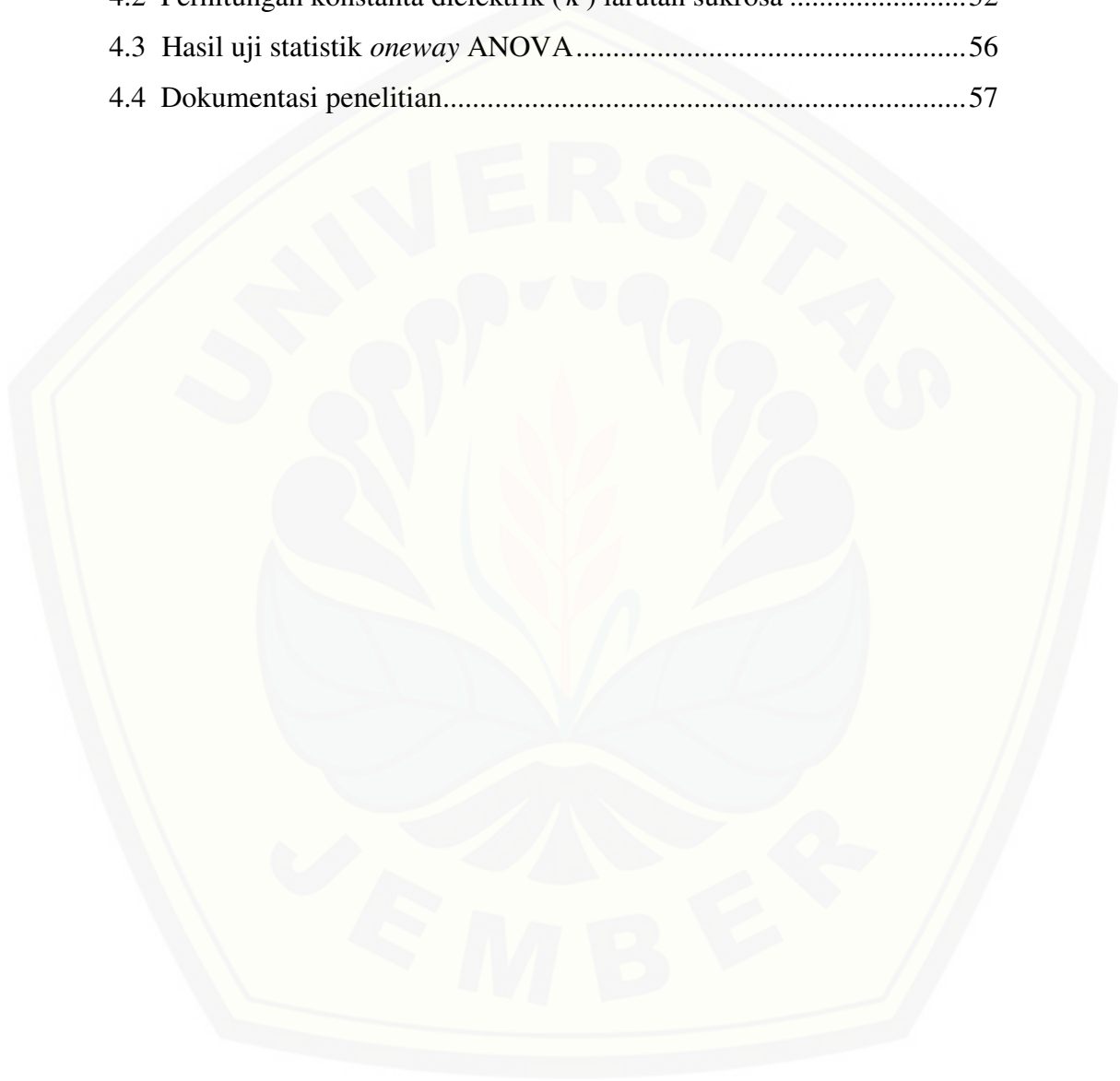


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Sukrosa.....	9
2.2 Susunan sebuah kapasitor bola.....	13
2.3 Susunan sebuah kapasitor keping sejajar .....	14
2.4 Susunan sebuah kapasitor silinder .....	14
2.5 Sebuah kapasitor keping sejajar dengan luas masing- masing konduktor $A$ dan terpisah sejauh $d$ .....	15
2.6 Medan listrik diantara keping sejajar terdistribusi merata pada bagian tengah dan terdistribusi tidak merata pada bagian ujung .....	16
2.7 Dipol dan momen dipol listrik $\mathbf{p}$ .....	18
2.8 (a) Dipol- dipol listrik tanpa kehadiran medan listrik $E_0$ (b) Dipol- dipol listrik dalam pengaruh medan listrik $E_0$ .....	19
2.9 (a) Dielektrik dalam pengaruh medan eksternal (b) Muatan listrik terinduksi menghasilkan $E_{induksi}$ dengan arah berlawanan $E_0$ .....	20
2.10 Rangkaian kapasitor dengan sumber arus AC .....	24
2.11 Rangkaian sensor kapasitor.....	26
3.1 Diagram alir rancangan penelitian .....	28
3.2 Skema alat pengukur kapasitansi .....	30
3.3 Rangkaian sensor kapasitor yang digunakan pada penelitian.....	31
3.4 Desain alat untuk penentuan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa .....	33
4.1 Grafik hubungan antara konsentrasi larutan sukrosa dengan konstanta dielektrik.....	39

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
4.1 Data kalibrasi alat penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) .....	52
4.2 Perhitungan konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) larutan sukrosa .....	52
4.3 Hasil uji statistik <i>oneway</i> ANOVA.....	56
4.4 Dokumentasi penelitian.....	57





## BAB 1. PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan memuat uraian tentang hal-hal yang melatar belakangi kegiatan penelitian. Berdasarkan latar belakang tersebut selanjutnya dirumuskan permasalahan yang dikaji pada penelitian ini. Agar pemecahan masalah dapat terarah, maka dibuat batasan terhadap lingkup permasalahan tersebut. Tujuan yang hendak dicapai juga dijelaskan pada bagian pendahuluan. Di bagian akhir dipaparkan manfaat dari hasil kegiatan penelitian yang dilakukan.

### 1.1 Latar Belakang

Sukrosa merupakan salah satu disakarida yang jumlahnya cukup melimpah. Secara fisik, sukrosa memiliki bentuk seperti kristal, berwarna putih, tidak berbau, serta memiliki rasa yang manis. Molekul sukrosa merupakan senyawa disakarida yang terdiri dari glukosa dan fruktosa dengan rumus molekul  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Sukrosa atau yang biasa disebut sebagai gula meja merupakan gula yang dikenal pada kehidupan sehari-hari, baik yang berasal dari tanaman tebu maupun bit. Selain pada tebu dan bit sukrosa terdapat pula pada tanaman lain yaitu wortel dan nanas, serta sebagian kecil sukrosa juga dapat ditemukan dalam buah kurma, sorgum, dan buah maple. Sukrosa merupakan pelengkap makanan yang sering digunakan secara luas oleh masyarakat mulai dari lingkup rumah tangga sampai industri (Bastian, 2011). Industri pangan yang banyak menggunakan sukrosa yaitu industri sirup, minuman, permen, dan lain-lain. Sukrosa berfungsi untuk memberikan rasa manis pada makanan. Selain itu, sukrosa juga banyak digunakan sebagai pengawet, karena dalam konsentrasi tinggi sukrosa dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menurunkan aktivitas air dari bahan pangan (Buckle *et al.*, 1985).

Salah satu sifat penting dari sukrosa yaitu mempunyai daya larut yang tinggi dalam air (Buckle *et al.*, 1985). Kristal sukrosa merupakan gabungan dari beberapa molekul sukrosa. Jika kristal sukrosa diletakkan ke dalam air, maka molekul-molekulnya akan memisahkan diri dari permukaan kristal dan menuju ke dalam pelarut (air). Molekul sukrosa tersebut kemudian berinteraksi dan berikatan

dengan molekul air. Hal ini menyebabkan kristal sukrosa larut sedikit demi sedikit dalam air sampai membentuk larutan sukrosa secara sempurna (Keenan *et al.*, 1984). Jumlah sukrosa yang terkandung dalam larutan dapat diketahui dari nilai konsentrasinya (Syukri, 1999).

Menurut Nugroho (2009), konsentrasi sukrosa merupakan salah satu dari beberapa aspek penting dalam industri pangan karena konsentrasi sukrosa mempengaruhi rasa, kondisi, komposisi dan jenis campuran lain yang dilarutkan bersama. Buckle *et al.* (1985) mengatakan bahwa konsentrasi sukrosa juga berpengaruh terhadap kekentalan dari suatu minuman. Kesalahan dalam penggunaan konsentrasi sukrosa dapat mengurangi cita rasa yang menyebabkan hasil produk tidak optimal. Selain berpengaruh terhadap kualitas dan cita rasa pada produk pangan, konsentrasi sukrosa juga berpengaruh terhadap sifat fisik larutan. Rahmawati (2014) menjelaskan bahwa konsentrasi sukrosa berpengaruh terhadap nilai indeks bias dan viskositas larutan. Pengaruh tersebut ditunjukkan dengan meningkatnya nilai indeks bias dan viskositas seiring dengan bertambahnya nilai konsentrasi sukrosa.

Hermawan (2005) mengatakan bahwa kondisi internal bahan, seperti momen dipol listrik, komposisi bahan kimia, kadar air, keasamaan dan sifat internal lainnya menentukan besarnya sifat-sifat listrik yang dimiliki suatu bahan. Sifat kelistrikan tersebut diantaranya adalah nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik. Menurut Prijo dan Andiarto (2001), perubahan konsentrasi larutan sukrosa menyebabkan nilai kapasitansi berubah. Perubahan nilai kapasitansi yang diakibatkan oleh berubahnya konsentrasi sukrosa tersebut, terjadi karena adanya perubahan nilai konstanta dielektrik. Tiap-tiap cairan dengan konsentrasi berbeda yang digunakan sebagai bahan dielektrik kapasitor, akan mengubah nilai kapasitansi kapasitor (Nugroho, 2009). Perubahan nilai kapasitansi tersebut terjadi karena pengaruh bahan dielektrik yang muncul pada parameter yang disebut konstanta dielektrik (Jati dan Priyambodo, 2010). Menurut Serway dan Jewett (2010), setiap bahan mempunyai nilai konstanta dielektrik yang berbeda dan khas.

Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan penentuan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa dengan berbagai konsentrasi untuk

mengetahui pengaruh konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik. Terdapat beberapa perbedaan hasil penelitian mengenai pengaruh konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik. Dari penelitian Prijo dan Adiarto (2001) memberikan hasil bahwa nilai kapasitansi meningkat seiring dengan pertambahan nilai konsentrasi larutan sukrosa. Karena nilai kapasitansi berbanding lurus dengan nilai konstanta dielektrik maka hasil penelitian tersebut menunjukkan kecenderungan bahwa nilai konstanta dielektrik juga meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi larutan sukrosa. Penelitian tersebut menggunakan kapasitor keping sejajar yang terbuat dari lembaran PCB (*Printed Circuit Board*) sebagai sensor. Hasil serupa juga didapatkan pada penelitian Nugroho (2009) bahwasanya nilai kapasitansi yang diukur menggunakan kapasitansimeter meningkat seiring dengan penambahan sukrosa dalam larutan yaitu dari konsentrasi (500- 2500) ppm.

Namun pada penelitian Malmberg dan Maryott (1950) mengenai penentuan nilai konstanta dielektrik dextrosa dan sukrosa memberikan hasil yang berbeda dengan hasil penelitian Prijo dan Andiarto (2001) serta Nugroho (2009). Malmberg dan Maryott (1950) menentukan konstanta dielektrik larutan sukrosa dengan konsentrasi 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60% pada suhu larutan sukrosa 20°C, 25°C, dan 30°C menggunakan metode rangkaian jembatan AC memberikan hasil bahwa nilai konstanta dielektrik menurun seiring dengan kenaikan konsentrasi larutan sukrosa atau dapat juga dikatakan nilai konstanta dielektrik berbanding lurus dengan jumlah kadar air dalam larutan.

Perbedaan hasil penelitian tersebut menyebabkan hubungan konsentrasi larutan sukrosa dan nilai konstanta dielektrik penting untuk diketahui. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih sensitif dari hasil penelitian Malmberg dan Maryott (1950) maka larutan sukrosa yang diuji pada penelitian ini memiliki interval nilai konsentrasi yang lebih rapat yaitu sebesar 5% pada rentang konsentrasi 0% sampai 60%. Larutan sukrosa dengan berbagai konsentrasi diukur nilai konstanta dielektriknya menggunakan metode yang berbeda dengan metode yang dipakai Malmberg dan Maryott (1950). Metode pada penelitian ini pernah digunakan oleh Fitriani (2016) untuk mengetahui nilai konstanta dielektrik

berbagai bahan cuka yang diberi frekuensi sumber tegangan  $100\text{kHz}$ – $1000\text{kHz}$  dengan rentang frekuensi sebesar  $100\text{kHz}$ , dan Arivah (2016) untuk meneliti konstanta dielektrik padatan semen yang telah dicampur dengan pasir dan air. Metode yang dipakai pada penelitian ini yaitu menggunakan sensor kapasitor keping sejajar ( $C_1$ ) yang disusun bersama kapasitor ( $C_2$ ) dalam satu rangkaian pembagi tegangan. Menurut Mousavi dan Fzal (2008), sensor kapasitor keping sejajar adalah sensor yang mampu mendeteksi perubahan kapasitansi yang diakibatkan oleh bahan yang terletak diantara sensor. Keunggulan sensor kapasitor adalah sensitifitasnya yang cukup baik dan kemudahan dalam pembuatannya (Nugroho, 2009). Pada penelitian ini, sensor kapasitor keping sejajar merupakan kapasitor yang hendak diukur dengan bahan dielektrik berupa larutan sukrosa dari berbagai konsentrasi. Ketika arus AC dari sebuah generator sinyal dilewatkan ke dalam rangkaian tersebut maka tegangan keluaran yang timbul pada rangkaian dapat diukur melalui osiloskop. Nilai tegangan ukur digunakan untuk menganalisa parameter yang muncul karena pengaruh perubahan bahan dielektrik yaitu nilai konstanta dielektrik, sehingga dari penelitian ini larutan sukrosa dengan berbagai konsentrasi dapat diketahui nilai konstanta dielektriknya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan sensor kapasitor?

## 1.3 Batasan Masalah

Pengambilan data penelitian dibatasi pada beberapa hal, antara lain:

1. Frekuensi sumber tegangan yang digunakan adalah 600 Hz. Pada frekuensi ini didapatkan nilai konstanta dielektrik air yang mendekati referensi.
2. Suhu larutan mengikuti suhu ruang laboratorium elektronika dan instrumentasi.

3. Sensor kapasitor yang digunakan pada penelitian yaitu berupa kapasitor keping sejajar.
4. Jenis sukrosa yang digunakan yaitu sukrosa teknis.
5. Perubahan konsentrasi larutan sukrosa didasarkan pada perbandingan massa zat terlarut yaitu sukrosa (gram) dengan massa larutan (gram).

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan sensor kapasitor.

#### **1.5 Manfaat**

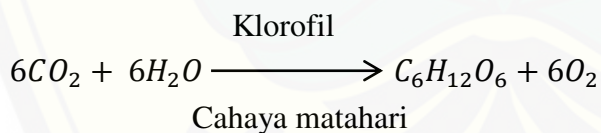
Manfaat yang diharapkan oleh penulis dalam penelitian ini adalah pembaca dapat mengetahui pengaruh konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik. Rangkaian sensor kapasitor yang digunakan pada penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan tingkat sensitifitasnya, agar mampu membaca perubahan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa dengan perbedaan konsentrasi yang kecil, sehingga nantinya dapat dimanfaatkan untuk mengukur nilai konsentrasi larutan sukrosa melalui nilai konstanta dielektriknya, setelah diketahui hubungan diantara keduanya. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengukuran konstanta dielektrik larutan sukrosa yang lebih kompleks.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab tinjauan pustaka memuat uraian tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian. Tinjauan pustaka diawali dengan penjelasan tentang karbohidrat. Bahasan selanjutnya yaitu tentang sukrosa yang merupakan kelompok karbohidrat sederhana dan merupakan bahan yang diuji pada penelitian. Pengertian dan cara penentuan konsentrasi larutan juga dibahas pada bab ini. Selanjutnya, secara detail dijelaskan mengenai kapasitor keping sejajar dan termasuk didalamnya memuat penjelasan tentang parameter yang akan diteliti pada penelitian yaitu konstanta dielektrik. Bahasan terakhir pada bab ini yaitu tentang kapasitor dalam rangkaian AC dan rangkaian sensor kapasitor yang digunakan dalam pengukuran nilai konstanta dielektrik.

### 2.1 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan kelompok nutrisi (senyawa kimia yang digunakan oleh tubuh untuk metabolisme) yang penting dalam susunan makanan sebagai sumber energi. Senyawa ini mengandung unsur karbon, hidrogen, oksigen dan dihasilkan oleh tanaman melalui proses fotosintesis yang dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:



Klorofil yang merupakan zat warna atau pigmen hijau menyerap energi dari matahari dan menyebabkan tanaman mampu membentuk karbohidrat dari  $CO_2$  (karbondioksida) dan  $H_2O$  (air). Menurut ukuran molekulnya karbohidrat dibagi dalam tiga kelompok besar yaitu monosakarida, disakarida dan polisakarida (Gaman dan Sherrington, 1981).

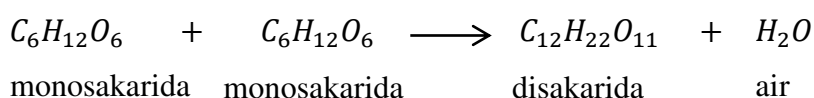
### 2.1.1 Monosakarida

Monosakarida adalah karbohidrat yang paling sederhana susunan molekulnya, karena hanya terdiri dari satu unit polihidroksi aldehyd atau keton. Oleh karena itu monosakarida disebut juga sebagai gula sederhana (*simple sugars*). Monosakarida dibagi lagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan jumlah atom karbon yang dipunyainya, yaitu tetrosa (4 C), pentosa (5 C), heksosa (6 C), dan heptosa (7 C). Akan tetapi monosakarida yang terpenting dalam metabolisme adalah heksosa dengan rumus molekul  $C_6H_{12}O_6$ . Monosakarida yang termasuk kedalamnya yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Monosakarida tersebut dapat ditemukan dalam keadaan bebas di alam kecuali galaktosa karena galaktosa dihasilkan di dalam tubuh selama berlangsungnya proses pencernaan laktosa.

Untuk glukosa (dekstrosa) banyak terdapat dalam sayuran dan buah-buahan, dengan kadar yang tinggi glukosa didapatkan dalam buah anggur. Kemudian untuk fruktosa didapatkan bersama-sama dengan glukosa dalam buah-buahan dan madu (Muchtadi, 2011).

### 2.1.2 Disakarida

Disakarida adalah karbohidrat sederhana yang mengandung dua molekul gula sederhana atau monosakarida, yang digabungkan dengan ikatan glikosida (Muchtadi, 2011). Menurut Gaman dan Sherrington (1981), ikatan glikosida terjadi karena adanya reaksi kondensasi, yaitu reaksi dua molekul kecil yang bergabung membentuk molekul yang lebih besar dengan melepaskan molekul kecil diantara mereka. Dalam hal ini reaksi kondensasi terjadi karena dua molekul monosakarida bergabung dengan melepaskan satu molekul air seperti yang ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:



Disakarida yang banyak terdapat dalam bahan pangan adalah sukrosa (gula meja), maltosa (gula gandum) dan laktosa (gula susu). Sukrosa terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa, maltosa terdiri dari dua molekul glukosa sedangkan laktosa terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa (Muchtadi, 2011).

### 2.1.3 Polisakarida

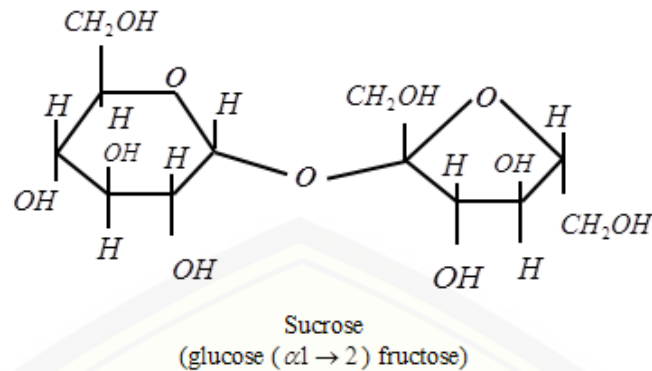
Molekul polisakarida terdiri dari banyak satuan monosakarida. Jika satuan monosakarida itu gula heksosa,  $C_6H_{12}O_6$ , maka polisakarida itu dikelompokkan sebagai heksosan,  $(C_6H_{12}O_6)_x$ . Polisakarida jenis heksosan yang paling melimpah adalah heksosan yang satuan heksosanya adalah glukosa. Pati dan selulosa termasuk dalam kelompok ini (Keenan *et al.*, 1984).

## 2.2 Sukrosa

### 2.2.1 Bentuk dan Sifat Sukrosa

Sukrosa merupakan disakarida yang tersusun oleh senyawa glukosa dan fruktosa. Rumus molekul sukrosa yaitu  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Sukrosa atau yang biasa disebut sebagai gula meja merupakan salah satu disakarida yang jumlahnya berlimpah. Sukrosa memiliki bentuk seperti kristal, berwarna putih, tidak berbau, serta memiliki rasa yang manis. Dua jenis tanaman yang menghasilkan sukrosa dengan kadar tinggi yaitu tebu dan bit. Selain pada tebu dan bit sukrosa terdapat pula pada tanaman lain, misalnya dalam buah nanas dan wortel, serta sebagian kecil sukrosa diproduksi oleh buah kurma, sorgum, dan buah maple. Sukrosa (gula pasir yang umum) didapatkan secara komersil dari tebu atau bit. Pada sukrosa, komponen glukosa dan fruktosa dihubungkan oleh ikatan ether antara C1 pada subunit glukosa dan C2 pada subunit fruktosa. Berikut merupakan gambar struktur sukrosa :





Gambar 2.1 Struktur Sukrosa (Sumber: Bastian, 2011)

Ikatan yang terdapat pada struktur sukrosa termasuk pada ikatan glikosida. Ikatan glikosida antara sukrosa dan fruktosa merupakan ikatan yang unik karena menghubungkan kedua ujung reduksinya. Ikatan ini menghambat ikatan sukrosa dengan sakarida lainnya (Bastian, 2011).

Sukrosa merupakan disakarida yang paling manis diantara ketiga jenis disakarida yang umum dijumpai bahkan sukrosa juga lebih manis dari glukosa. Sukrosa dapat terurai menjadi karamel pada suhu  $86^{\circ}\text{C}$ . Seperti halnya karbohidrat lainnya, sukrosa juga dapat terurai menjadi karbon dioksida dan air. Sukrosa memiliki sifat dapat mengkristal dan terkadang sifat pengkristalan ini tidak diinginkan dalam penggunaan sukrosa sehingga dibuat turunan dari sukrosa yang disebut dengan gula *invert*. Gula *invert* dihasilkan pada pemecahan sukrosa menjadi dua senyawa yaitu glukosa dan fruktosa melalui proses hidrolisis. Proses hidrolisis pada sukrosa dapat terjadi dengan memanaskan larutan sukrosa, namun penambahan katalis yang berupa enzim sucrases dan invertases mampu mempercepat proses hidrolisis. Sukrosa juga memiliki sifat memutar cahaya terpolarisasi ke kanan, akan tetapi proses hidrolisis dapat mengubah aktivitas optik sukrosa yaitu dari cahaya terpolarisasi ke kanan menjadi cahaya terpolarisasi ke kiri (Bastian, 2011).

### 2.2.2 Penggunaan Sukrosa

Sukrosa mempunyai fungsi yang luas dalam industri pangan. Sukrosa merupakan gula utama yang digunakan dalam pembuatan sirup, minuman,

permen, dan selai. Selain itu sukrosa juga banyak digunakan sebagai campuran pada makanan penutup seperti biskuit, kue kering, pie, sorbet dan es krim. Penambahan sukrosa dalam produk makanan mempunyai berbagai kegunaan, selain untuk memberikan rasa manis, sukrosa pada jenis roti tertentu berfungsi melengkapi karbohidrat yang ada untuk fermentasi, dan pada minuman penyegar sukrosa berfungsi untuk menyempurnakan rasa asam dan juga memberikan rasa berisi pada minuman. Sukrosa juga sering digunakan sebagai pengawet yaitu dalam konsentrasi tinggi sukrosa menghambat pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menurunkan aktivitas air dari bahan pangan (Buckle *et al.*, 1985).

Kelebihan sukrosa dalam susunan makanan terbukti merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kerusakan gigi atau karies gigi dimana bakteri pada mulut mengkonversi sukrosa dari makanan menyebabkan asam yang menyerang email gigi. Indeks glikemik sukrosa cukup tinggi yaitu berada pada angka 64 dan hampir setara dengan nilai indeks glikemik madu sebesar 62. Indeks glikemik memberikan pengaruh respon langsung terhadap sistem pencernaan tubuh. Sukrosa yang dikonsumsi berlebihan dapat memberikan dampak peningkatan kadar gula dalam darah yang normalnya berada pada angka 90 mg/dL menjadi 150 mg/dL (2,3 mmol/L – 4,4 mmol/L). Hal ini dikarenakan sukrosa yang dikonsumsi akan dicerna menjadi glukosa yang merupakan gula darah yang diangkut ke dalam darah. Sukrosa yang cenderung cepat untuk meningkatkan glukosa darah dapat menyebabkan masalah pada penderita hipoglikemia atau diabetes melitus. Diabetes adalah suatu kondisi tubuh yang tidak dapat melakukan metabolisme gula dengan baik, sehingga disarankan pada penderita diabetes untuk menghindari makanan yang banyak mengandung gula untuk mencegah timbulnya reaksi yang dapat merugikan tubuh (Bastian, 2011).

### 2.3 Konsentrasi Larutan

Larutan adalah campuran homogen dari dua atau lebih zat yang saling melarutkan dan masing-masing zat penyusunnya tidak dapat dibedakan lagi secara fisik. Suatu larutan terdiri dari satu atau beberapa macam zat terlarut dan satu pelarut. Jumlah zat terlarut dalam suatu larutan dapat diketahui dari nilai

konsentrasinya. Konsentrasi larutan merupakan jumlah zat terlarut dalam setiap satuan larutan atau pelarutnya. Konsentrasi dapat dinyatakan dalam satuan fisika maupun satuan kimia. Konsentrasi yang dinyatakan dalam satuan fisika misalnya persen konsentrasi dan part per million.

### 2.3.1 Persen Konsentrasi

Suatu konsentrasi larutan dapat dinyatakan sebagai persentasi zat terlarut dalam larutan. Ada beberapa cara untuk menyatakan konsentrasi larutan dalam persen yaitu persen masaa (% m), persen volume (% v), dan persen massa-volume (% m/v). Pada penelitian ini besar konsentrasi dinyatakan dalam persen massa (% m). Persen massa menyatakan perbandingan massa zat terlarut dengan massa larutan dikalikan 100% seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$\text{persen massa} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa zat terlarut} + \text{massa pelarut}} \times 100\% \quad (2.1)$$

### 2.3.2 Part per million (ppm)

Untuk larutan yang sangat encer, maka jumlah zat terlarut terdapat dalam jumlah yang sangat kecil (renik), sehingga konsentrasi zat terlarut dalam larutan dinyatakan dalam bentuk ppm (parts per million) atau bpj (bagian per juta). Secara matematis nilai part per million dinyatakan pada persamaan 2.2.

$$\text{ppm} = \frac{\text{mg zat terlarut}}{\text{kg (zat terlarut} + \text{pelarut)}} = \frac{\text{g zat terlarut}}{\text{g (zat terlarut} + \text{pelarut)}} \times 10^{-6} \quad (2.2)$$

(Syukri, 1999).

## 2.4 Kapasitor

### 2.4.1 Definisi Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penyimpan muatan, dan terbuat dari dua buah konduktor berdekatan yang disekat satu sama lain dengan suatu bahan dielektrik. Komponen ini bila dihubungkan dalam suatu rangkaian yang terdapat sumber arus atau baterai dengan beda potensial  $V_s$ , maka dalam waktu singkat arus akan mengalir, dan setelah kapasitor

termuati atau terisi maksimum maka arus akan berhenti mengalir ( $I = 0$ ) karena beda potensial antara kedua konduktor ( $V$ ) sama dengan beda potensial sumber (Jati dan Priyambodo, 2010). Besar muatan listrik yang disimpan kapasitor ( $Q$ ) sebanding dengan beda potensial antara kedua konduktor. Muatan listrik  $Q$  yang dimaksud ialah muatan positif pada salah satu konduktor karena konduktor lainnya bermuatan negatif. Perbedaan muatan pada kedua konduktor akan menghasilkan medan listrik diantaranya (Halliday *et al.*, 2005).

Perbandingan muatan yang tersimpan pada kapasitor dengan beda potensial pada kedua konduktor disebut dengan kapasitansi kapasitor ( $C$ ). Kapasitansi atau kapasitas kapasitor merupakan ukuran kemampuan kapasitor untuk menyimpan muatan listrik ( $Q$ ) pada beda potensial ( $V$ ). Hubungan nilai kapasitansi kapasitor, beda potensial antar konduktor dan muatan yang disimpan kapasitor dinyatakan pada persamaan 2.3.

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.3)$$

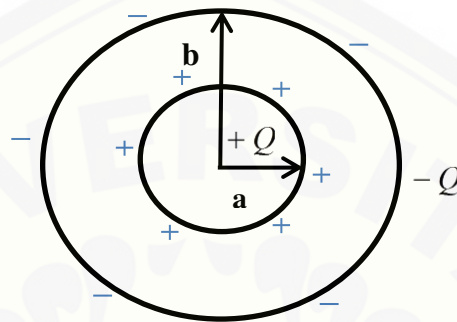
Satuan kapasitansi dalam sistem SI adalah farad (coulomb/ volt). Karena potensial sebanding dengan muatan maka persamaan 2.3 tidak boleh dimaknai bahwa kapasitansi bergantung pada  $Q$  atau  $V$ , tetapi harus dimaknai bahwa kapasitansi hanyalah tetapan kesebandingan antara  $Q$  dengan  $V$ . Nilai kapasitansi sebuah kapasitor bergantung pada geometri konduktor, jenis dielektrik, dimensi kapasitor, dan jarak antar kedua konduktor (Jati dan Priyambodo, 2010).

#### 2.4.2 Ragam Geometri Kapasitor

Kapasitansi kapasitor  $C$  mempunyai nilai yang berbeda pada geometri konduktor yang berbeda, walaupun pada dimensi, jenis dielektrik, dan jarak antar konduktor yang sama. Berdasarkan geometrinya terdapat tiga jenis kapasitor yang sering dijumpai yaitu kapasitor bola, silinder dan keping sejajar.

### a. Kapasitor Bola

Kapasitor bergeometri bola, biasa disebut kapasitor bola, terdiri dari dua bola konduktor konsentris. Konduktor bola bagian dalam mempunyai jari-jari  $a$  bermuatan keseluruhan  $+Q$  yang tersebar homogen di permukaan bola, dan berjari-jari luar  $b$  yang bermuatan keseluruhan  $-Q$ , seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Susunan sebuah kapasitor bola (Sumber: Jati dan Priyambodo, 2010)

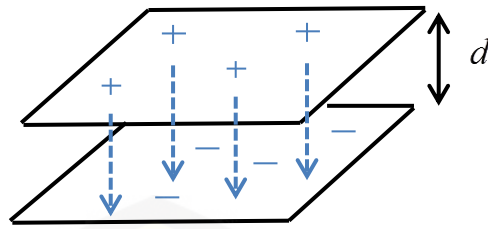
Konduktor bola bagian dalam dan luar bermuatan senilai  $Q$  namun berlawanan tanda. Pada kondisi demikian itu kapasitor menyimpan muatan listrik  $Q$ . Kapasitansi kapasitor bola dinyatakan dalam persamaan:

$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{ab}{b-a} \quad (2.4)$$

dimana,  $\epsilon_0$  adalah permitivitas ruang hampa  $8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$ .

### b. Kapasitor Keping Sejajar

Sebuah kapasitor keping sejajar terbuat dari dua keping konduktor yang didekatkan sehingga permukaan kedua pelat tersebut sejajar. Susunan kapasitor keping sejajar seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Susunan sebuah kapasitor keping sejajar (Sumber: Jati dan Priyambodo, 2010)

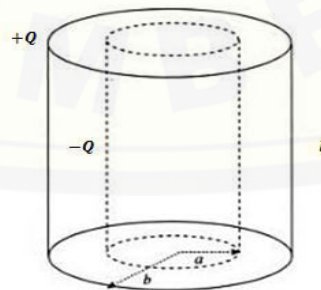
Kemampuan kapasitor keping sejajar menyimpan muatan diberikan oleh :

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (2.5)$$

Kedua keping konduktor sejajar masing- masing mempunyai luas  $A$ , jarak antar keping  $d$  dan masing- masing keping bermuatan  $+Q$  dan  $-Q$ .

#### c. Kapasitor Silinder

Kapasitor bergeometri silinder biasa disebut dengan kapasitor silinder. Kapasitor ini terbuat dari dua buah konduktor berbentuk silinder konsentris. Kedua konduktor silinder mempunyai panjang  $l$ , dan masing- masing berjari- jari  $a$  dan  $b$  ( $a < b$ ). Kapasitor silinder dengan medium diantara kedua konduktor vakum atau udara, serta kedua konduktor bermuatan masing- masing  $-Q$  dan  $+Q$  yang tersebar seragam diseluruh permukaan silinder seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Susunan sebuah kapasitor silinder (Sumber: Jati dan Priyambodo, 2010)

Nilai kapasitansi kapasitor silinder dinyatakan pada persamaan 2.6.

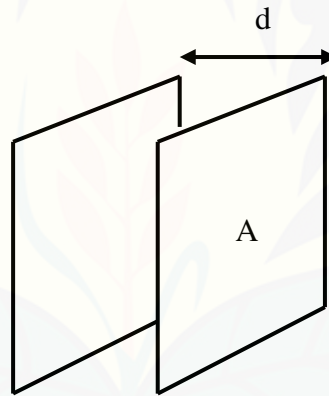
$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 l}{\ln\left(\frac{b}{a}\right)} \quad (2.6)$$

(Jati dan Priyambodo, 2010).

## 2.5 Kapasitor Keping Sejajar

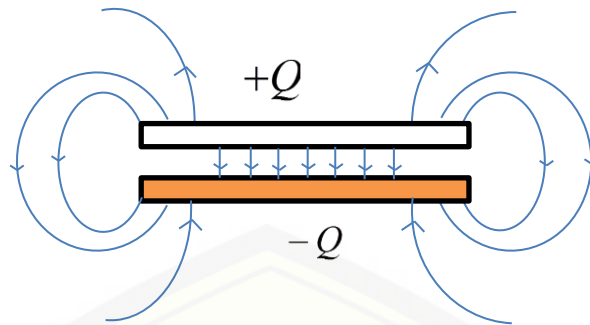
### 2.5.1 Definisi Kapasitor Keping sejajar

Kapasitor keping sejajar adalah kapasitor yang disusun menggunakan dua buah keping konduktor yang sejajar. Kedua konduktor mempunyai luas yang sama ( $A$ ) dan terpisah sejauh  $d$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sebuah kapasitor keping sejajar dengan luas masing-masing konduktor  $A$  dan terpisah sejauh  $d$  (Sumber: Serway dan Jewett, 2010)

Jika sebuah kapasitor keping sejajar dihubungkan dengan sumber tegangan maka kedua keping kapasitor akan memperoleh muatan yang sama besarnya. Keping yang satu bermuatan positif tetapi keping yang lain bermuatan negatif. Perbedaan muatan tersebut mengakibatkan timbulnya medan listrik diantara keping konduktor. Medan listrik yang timbul pada kapasitor keping sejajar ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Medan listrik diantara keping sejajar terdistribusi merata pada bagian tengah dan terdistribusi tidak merata pada bagian ujung-ujungnya (Sumber: Serway dan Jewett, 2010)

Dari Gambar 2.6 dapat terlihat bahwa distribusi medan listrik diantara keping sejajar merata pada bagian tengah dan tidak merata pada bagian ujung-ujungnya. Akan tetapi, pengaruh ujung-ujung keping dapat diabaikan jika jarak kedua keping sangat kecil (dibandingkan dengan panjang dan lebar konduktor), dan dapat diasumsikan bahwa medan listriknya terdistribusi merata diantara kedua keping, sehingga besar medan listrik diantara kedua keping adalah

$$E = \frac{\alpha}{\epsilon_0} \quad (2.7)$$

Jika rapat muatan diantara keping adalah

$$\alpha = \frac{Q}{A} \quad (2.8)$$

maka, nilai medan listrik diantara kedua keping menjadi,

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \quad (2.9)$$

Oleh karena medan listrik diantara kedua keping terdistribusi merata, maka besarnya potensial di antara kedua keping mempunyai nilai :

$$V = Ed \quad (2.10)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 2.9 dalam persamaan 2.10 sehingga diperoleh :



$$V = \frac{Qd}{\varepsilon_0 A} \quad (2.11)$$

dimana  $Q$  adalah muatan elektron yang memiliki nilai sebesar  $1,6 \times 10^{-19}C$ . Persamaan 2.11 disubstitusikan pada persamaan 2.3 sehingga diperoleh nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar yang dinyatakan pada persamaan 2.12.

$$C = \frac{Q}{Qd/\varepsilon_0 A} = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \quad (2.12)$$

Dari persamaan 2.12 dapat diketahui jika kapasitansi kapasitor keping sejajar sebanding dengan luas permukaan keping dan berbanding terbalik dengan jarak pisah diantara kedua keping (Serway dan Jewett, 2010).

Kapasitor keping sejajar dapat digunakan sebagai sensor untuk mengukur konsentrasi larutan sukrosa. Menurut Prijo dan Adiarto (2001) kapasitor keping sejajar yang memiliki respon optimal dalam pengukuran konsentrasi larutan sukrosa yaitu kapasitor dengan keping konduktor berbentuk persegi panjang, luas penampang konduktor  $2 \text{ cm}^2$ , dan jarak antar keping konduktor  $0,4 \text{ cm}$ . Respon optimal yang dimaksud yaitu mengenai hal linearitasnya. Semakin linear hubungan konsentrasi larutan sukrosa dengan nilai kapasitansi yang diperoleh sebagai hasil pengukuran, maka kapasitor keping sejajar dikatakan mempunyai respon optimal (Prijo dan Adiarto, 2001)

## 2.5.2 Kapasitor Keping Sejajar dengan Dielektrik

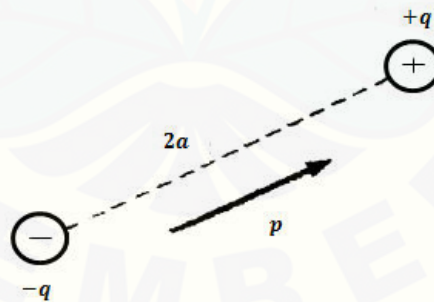
### a. Dielektrik

Dielektrik adalah bahan yang tidak memiliki muatan bebas yang berpengaruh penting terhadap sifat kelistrikan bahan tersebut. Salah satu fungsi bahan dielektrik yaitu dapat menyimpan muatan listrik misalnya pada kapasitor (Utomo, tanpa tahun). Muatan bebas yang tidak terdapat pada dielektrik tersebut adalah muatan listrik yang mampu atau bebas bergerak pada bahan atau material yang dikarenakan muatan- muatan listrik pada bahan tersebut mempunyai ikatan atom yang kuat sehingga dalam pengaruh medan listrik muatan tersebut tidak

mudah mengalami pergerakan (Alonso dan Finn, 1980). Hal tersebut yang menyebabkan bahan dielektrik memiliki sifat yang sulit dalam menghantarkan listrik seperti yang telah dinyatakan Serway dan Jewett (2010) bahwa bahan dielektrik merupakan bahan nonkonduktor atau bahan yang tidak baik dalam menghantarkan listrik. Menurut Alonso dan Finn (1980), bahan dielektrik akan mengalami polarisasi dengan adanya medan listrik yang mempengaruhinya.

Kelakuan dielektrik jika ditempatkan pada medan listrik bergantung pada molekul- molekul yang terdapat pada dielektrik. Jika molekul-molekul dalam dielektrik bersifat polar, maka dielektrik tersebut memiliki momen dipol listrik permanen. Selain itu dalam molekul polar muatan positif dan negatif terpisah membentuk suatu dipol listrik (Tipler, 1991). Pada Gambar 2.7 ditunjukkan bahwa suatu dipol listrik terdiri dari dua muatan sama besar yang berbeda tanda dan dipisahkan sejauh jarak  $2a$ , sedangkan momen dipol listrik didefinisikan sebagai vektor  $\mathbf{p}$  yang mempunyai arah dari  $-q$  ke  $+q$  sepanjang garis yang menghubungkan kedua muatan dan besarnya :

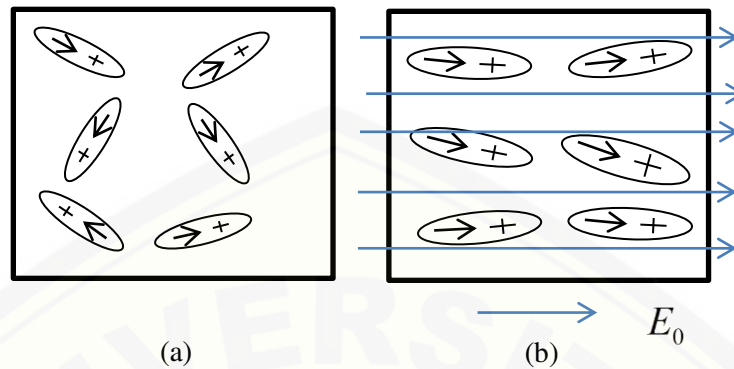
$$\mathbf{p} \equiv 2aq \quad (2.13)$$



Gambar 2.7 Dipol dan momen dipol listrik  $\mathbf{p}$  (Serway dan Jewett, 2010)

Momen dipol listrik pada molekul polar secara normal tersebar secara acak, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 (a). Dalam pengaruh medan listrik  $E_0$ , momen dipol tersebut menyearahkan diri dengan arah medan listrik, seperti yang terlihat pada Gambar 2.8 (b). Kemampuan momen dipol menyearahkan diri dengan medan listrik bergantung pada kuat medan dan

temperatur. Pada temperatur tinggi, gerak termal molekul-molekul yang bersifat acak cenderung menghambat proses penyearahan (Tipler, 1991).



Gambar 2.8 (a) Dipol- dipol listrik tanpa kehadiran medan listrik  $E_0$  (b) dipol- dipol listrik dalam pengaruh medan listrik  $E_0$  (Sumber: Tipler, 1991)

Jika molekul-molekul dielektrik bersifat non polar, maka dielektrik tersebut tidak mengandung momen dipol listrik permanen. Akan tetapi, dalam pengaruh suatu medan listrik luar molekul- molekul dielektrik menghasilkan suatu pemisahan muatan dan suatu momen dipol listrik yang terinduksi. Momen yang terinduksi ini cenderung searah dengan medan eksternal dan dipolarisasikan. Suatu dielektrik dengan momen- momen dipol yang searah dengan medan listrik luar dikatakan terpolarisasi oleh medan listrik, tidak peduli apakah polarisasi tersebut disebabkan oleh penyearahan momen- momen dipol pemanen dari suatu molekul- molekul polar atau akibat terjadinya momen- momen dipol induksi dalam molekul non polar (Tipler, 1991).

#### b. Pengaruh Dielektrik pada Kapasitor Keping Sejajar

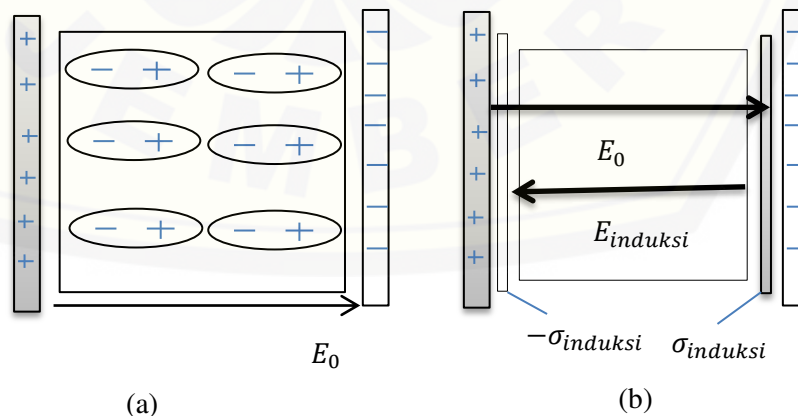
Ketika ruang diantara dua konduktor pada suatu kapasitor diisi dengan dielektrik, maka kapasitansinya naik sebanding dengan faktor  $\kappa$  yang merupakan karakteristik dielektrik dan disebut konstanta dielektrik (Tipler, 1991). Kenaikan kapasitansi kapasitor ketika diisi dielektrik disebabkan oleh melemahnya medan listrik diantara dua konduktor akibat kehadiran dielektrik. Jika medan listrik yang terdapat diantara konduktor suatu kapasitor tanpa dielektrik adalah  $E_0$ , maka dengan adanya dielektrik medan listrik mengalami perlemahan sehingga menjadi:

$$E = \frac{E_0}{\kappa} \quad (2.14)$$

Perlemahan medan listrik  $E_0$  disebabkan karena adanya medan listrik induksi ( $E_{induksi}$ ) yang dihasilkan oleh bahan dielektrik sebagai akibat adanya medan listrik  $E_0$ . Arah medan listrik induksi ( $E_{induksi}$ ) berlawanan dengan  $E_0$  sehingga menyebabkan medan listrik diantara konduktor mengalami perlemahan (Serway dan Jewett, 2010).

Bahan dielektrik yang ditempatkan diantara keping-keping kapasitor sedemikian hingga dielektrik ini berada dalam medan listrik homogen  $E_0$ , seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 (a). Medan listrik akibat keping mempunyai arah ke kanan dan mempolarisasikan bahan dielektriknya. Efek yang ditimbulkan pada dielektrik yaitu pembentukan dari suatu rapat muatan permukaan positif yang terinduksi,  $+\sigma_{induksi}$ , disebelah kanan dan dengan nilai yang sama besar dengan rapat muatan permukaan negatif,  $-\sigma_{induksi}$ , disebelah kiri yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 (b). Muatan- muatan permukaan yang terinduksi pada dielektrik menimbulkan medan listrik terinduksi,  $E_{induksi}$  dengan arah yang berlawanan dengan medan eksternal  $E_0$ . Oleh karena itu medan listrik  $E$  dalam dielektrik bernilai :

$$E = E_0 - E_{induksi} \quad (2.15)$$



Gambar 2.9 (a) Dielektrik dalam pengaruh medan eksternal (b) Muatan listrik terinduksi menghasilkan  $E_{induksi}$  dengan yang arah berlawanan  $E_0$  (Sumber: Serway dan Jewett, 2010)

Persamaan 2.15 menunjukkan bahwa dielektrik dapat memperlemah medan listrik diantara dua konduktor (Serway dan Jewett, 2010).

Untuk suatu kapasitor keping sejajar dengan jarak pemisah  $d$ , perbedaan potensial antar keping adalah

$$V = Ed = \frac{E_0 d}{\kappa} = \frac{V_0}{\kappa} \quad (2.16)$$

Dimana,  $V$  adalah perbedaan potensial dengan dielektrik dan  $V_0$  adalah perbedaan potensial awal tanpa dielektrik. Kapasitor dengan dielektrik mempunyai nilai kapasitansi:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{V_0/\kappa} = \kappa \frac{Q}{V_0} \quad (2.17)$$

Kapasitansi dari suatu kapasitor keping sejajar yang berisi dielektrik dengan konstanta  $\kappa$  yaitu

$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon A}{d} \quad (2.18)$$

Dengan  $\epsilon = \kappa \epsilon_0$ .  $\epsilon$  adalah permitivitas bahan dielektrik, dan  $\kappa$  adalah konstanta dielektrik atau permitivitas relatif (Tipler, 1991).

### c. Konstanta Dielektrik

Konstanta dielektrik merupakan sebuah parameter yang menunjukkan pengaruh dielektrik terhadap kapasitansi kapasitor (Jati dan Priyambodo, 2010). Menurut Beiser (1962) konstanta dielektrik adalah suatu ukuran yang menyatakan keefektifan suatu zat tertentu dalam mereduksi medan listrik yang melewatinya. Konstanta dielektrik atau permitivitas listrik relatif adalah sebuah konstanta dalam ilmu fisika. Konstanta dielektrik dilambangkan dengan huruf Yunani  $\epsilon_r$  atau  $\kappa$ . Secara matematis konstanta dielektrik suatu bahan merupakan rasio antara

permitivitas bahan ( $\epsilon$ ) dengan permitivitas vakum ( $\epsilon_0$ ) yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\kappa = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (2.19)$$

(Smallman dan Bishop, 1999).

Konstanta dielektrik mempunyai nilai bervariasi dari satu bahan dengan bahan yang lain seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Nilai Konstanta Dielektrik Berbagai Bahan pada Suhu Kamar

Bahan	Konstanta Dielektrik $\kappa$
Vakum	1,00000
Udara Kering	1,00054
Air	78
Mika	5,4
Kertas	3,5
Pirek	4,5
Polietilen	2,3
Teflon	2,1

Sumber : Jati dan Priyambodo (2010)

Tabel 2.1 memberikan beberapa contoh nilai konstanta dielektrik dari berbagai bahan pada suhu kamar. Air mempunyai nilai konstanta dielektrik cukup besar yang menunjukkan bahwa air mempunyai daya hantar listrik yang bagus atau bisa dikatakan air merupakan konduktor yang baik (Jati dan Priyambodo, 2010). Sebaliknya jika suatu bahan mempunyai nilai konstanta dielektrik kecil maka sifatnya sebagai konduktor memburuk atau dengan kata lain bahan tersebut mempunyai sifat isolator yang baik. Bahan yang mempunyai nilai konstanta dielektrik yang cukup kecil yaitu sukrosa, dimana sukrosa mempunyai nilai konstanta dielektrik sebesar 3,3 (Anonim, 2011).

Konstanta dielektrik merupakan parameter yang dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi larutan sukrosa. Perubahan nilai konsentrasi larutan sukrosa akan menyebabkan perubahan nilai konstanta dielektriknya, karena menurut Komisah (2001) nilai konstanta dielektrik bergantung pada kadar air, suhu, densitas struktur bahan dan komposisi kimia. Berdasarkan prinsip ini maka nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa dapat dijadikan sebagai parameter untuk

menganalisis nilai konsentrasi sukrosa jika diketahui hubungan antara nilai konstanta dielektrik dengan nilai konsentrasi larutan sukrosa.

Pengukuran konstanta dielektrik larutan sukrosa sebelumnya telah dilakukan oleh Malmberg dan Maryott (1950) menggunakan metode rangkaian jembatan AC pada konsentrasi larutan sukrosa (0 – 60)% dengan suhu larutan 20°C, 25°C dan 30°C . Penelitian tersebut menunjukkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2.2 Nilai Konstanta Dielektrik Larutan Sukrosa

Konsentrasi larutan sukrosa (% berat)	Konstanta dielektrik		
	20°C	25°C	30°C
0	80,38	78,54	76,76
10	78,04	76,19	74,43
20	75,45	73,65	71,90
30	72,64	70,86	69,13
40	69,45	67,72	66,05
50	65,88	64,20	62,57
60	61,80	60,19	58,64

Sumber: Malmberg dan Maryott (1950)

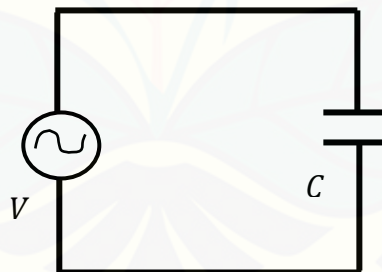
Dari Tabel 2.2 dapat diketahui bahwa nilai konstanta dielektrik menurun seiring dengan kenaikan konsentrasi larutan sukrosa atau dapat juga dikatakan nilai konstanta dielektrik berbanding lurus dengan jumlah kadar air dalam larutan.

Analisis konsentrasi larutan sukrosa melalui nilai konstanta dielektriknya dapat dilakukan dengan menggunakan sensor kapasitor keping sejajar. Sensor ini mempunyai keunggulan yaitu sensitifitasnya yang cukup baik dan kemudahan dalam pembuatannya (Nugroho, 2009). Definisi sensor sendiri adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Contoh sensor yang sering dijumpai yaitu termistor sebagai sensor panas, LDR (*light dependent resistance*) sebagai sensor cahaya dan pada tubuh manusia juga terdapat mata sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, dan kulit sebagai sensor peraba (Wawolumaja, 2013). Sedangkan Sensor kapasitor keping sejajar merupakan sensor yang mampu mendeteksi perubahan kapasitansi yang diakibatkan oleh

bahan yang terletak diantara sensor (Mousavi dan Fazl, 2008). Perubahan nilai kapasitansi tersebut terjadi karena pengaruh bahan dielektrik yang muncul pada parameter yang disebut konstanta dielektrik (Jati dan Priyambodo, 2010). Jika bahan dielektrik yang digunakan adalah larutan sukrosa berbagai konsentrasi maka nilai konstanta dielektrik dan hubungan antara keduanya pun dapat diketahui.

## 2.6 Kapasitor dalam Rangkaian AC

Jika sebuah kapasitor dihubungkan dengan sumber arus searah, maka arus searah yang dapat mengalir hanya sesaat saja yaitu pada saat kapasitor dalam keadaan diisi. Setelah kapasitor terisi penuh maka kapasitor akan menutup aliran arus listrik. Hal tersebut membuktikan bahwa kapasitor tidak dapat dilalui arus listrik searah atau dikatakan kapasitor memblokir arus searah (Jati dan Priambodo, 2010). Dalam rangkaian AC, muatan listrik yang terkumpul di antara konduktor pada kapasitor tidak akan pernah mencapai keseimbangan (belum sampai terisi penuh muatannya harus dilepaskan kembali) sehingga arus akan tetap mengalir. Rangkaian kapasitor dengan sumber arus AC ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.10 Rangkaian kapasitor dengan sumber arus AC

Arus bolak-balik (AC) adalah arus yang mempunyai nilai berubah-ubah terhadap satuan waktu dengan karakteristik akan selalu berulang untuk perioda waktu tertentu (Ramdhani, 2005). Ketika sebuah kapasitor dirangkai menggunakan sumber arus AC maka beda potensial pada kapasitor adalah

$$v = V \sin \omega t \quad (2.20)$$

Sedangkan nilai arus yang mengalir pada rangkaian tersebut adalah



$$i = C \frac{dv}{dt} \quad (2.21)$$

Dengan mensubstitusi persamaan 2.20 pada persamaan 2.21 sehingga diperoleh :

$$i = C\omega V \cos \omega t \quad (2.22)$$

atau

$$i = \frac{V \cos \omega t}{1/\omega C} \quad (2.23)$$

Nilai  $1/\omega C$  pada persamaan 2.23 disebut reaktansi kapasitif. Sebuah kapasitor ketika dirangkai menggunakan sumber arus AC pada proses mengisi dan mengeluarkan muatan listrik, kapasitor mengalami perlawanan dari sifat kapasitor itu sendiri. Perlawanan kapasitor itu disebut sebagai reaktansi kapasitif ( $X_C$ ) yang merupakan nilai resistansi (hambatan) terhadap aliran arus bolak-balik dari kapasitor. Persamaan reaktansi kapasitif :

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (2.24)$$

Pada persamaan diatas  $\omega$  adalah frekuensi sudut dari tegangan bolak-balik berbentuk sinusoida. Dengan nilai  $\omega = 2\pi f$ , sehingga persamaan menjadi:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad (2.25)$$

Keterangan:

$X_C$  : reaktansi kapasitif (Ohm)

$f$  : frekuensi (Hertz)

$C$  : kapasitansi (farad)

(Halliday *et al*, 2005).

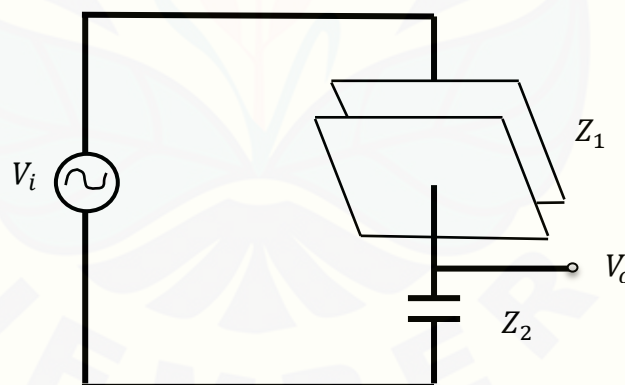
Menurut Nuwair (2009) jika kapasitor dirangkaikan dengan resistor dan induktor pada rangkaian arus bolak-balik (AC), maka hambatan total rangkaian itu dikenal dengan impedansi. Impedansi suatu rangkaian didefinisikan sebagai

perbandingan tegangan  $V$  terhadap arus  $I$  yang melalui rangkaian tersebut. Berikut merupakan persamaan impedansi :

$$Z = \frac{V}{I} = R + jX \quad (2.26)$$

dengan  $R$  dari impedansi adalah resistansi sedangkan  $X$  adalah reaktansinya, yang mungkin merupakan reaktansi kapasitif atau induktif (Sutrisno, 1986).

Rangkaian yang terdiri dari sensor kapasitor keping sejajar tersusun secara seri dengan komponen kapasitor menggunakan sumber tegangan AC terlihat pada Gambar 2.12. Rangkaian tersebut merupakan rangkaian sensor kapasitor yang telah digunakan Soltani *et al* (2010) dalam penelitiannya untuk memprediksi kualitas pisang selama tahap pematangan. Pada penelitiannya, bahan dielektrik yang terletak diantara sensor dapat ditentukan nilai konstanta dielektriknya, bahan dielektrik tersebut berupa buah pisang dengan tingkat kematangan yang berbeda.



Gambar 2.11 Rangkaian sensor kapasitor (sumber : Soltani *et al*, 2010)

Gambar 2.12 menunjukkan bahwa sensor kapasitor keping sejajar disusun bersama kapasitor dalam satu rangkaian pembagi tegangan. Untuk memaksimalkan sensitifitas rangkain maka kapasitor dipilih yang nilai kapasitansinya mendekati nilai kapasitansi sensor kapasitor keping sejajar. Ketika arus AC sebuah generator sinyal dilewatkan ke dalam rangkaian tersebut maka

tegangan keluaran yang timbul pada rangkaian ( $V_o$ ) dapat diukur. Impedansi sensor kapasitor  $Z_1$  dapat ditentukan dari persamaan pembagi tegangan :

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (2.27)$$

dimana  $Z_2$  adalah impedansi kapasitor,  $V_o$  adalah nilai tegangan keluaran, dan  $V_i$  adalah nilai tegangan masukan (Soltani *et al*, 2010). Rangkaian pada Gambar 2.12 hanya terdiri dari kapasitor dengan sumber AC sehingga impedansinya mempunyai nilai  $Z_c = X_c = \frac{1}{\omega C}$ . Dengan mensubstitusikan nilai  $Z_c$ , maka diperoleh persamaan:

$$V_o = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_i \quad (2.28)$$

Karena nilai  $C_2$  telah diketahui dan  $C_1 = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ , maka nilai konstanta dielektrik bahan yang terletak di antara keping konduktor dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$\kappa = \frac{C_2 d}{\left( \frac{V_i}{V_o} - 1 \right) \epsilon_0 A} \quad (2.29)$$

Keterangan:

$C_2$  : nilai kapasitansi kapasitor tambahan ( $F$ )

$\kappa$  : nilai konstanta dielektrik

$d$  : jarak antar keping kapasitor ( $m$ )

$V_i$  : nilai tegangan masukan ( $V$ )

$V_o$  : nilai tegangan keluaran ( $V$ )

$\epsilon_0$  : nilai permitivitas ruang hampa ( $8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$ )

$A$  : luas permukaan kapasitor keping sejajar ( $m^2$ )

### BAB 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan tahapan sistematis untuk memudahkan pelaksanaan kegiatan penelitian guna mencapai tujuan yang ditentukan. Pada bagian ini diawali dengan penjelasan tahapan penelitian yang dinyatakan dalam diagram alir rancangan penelitian. Selanjutnya dijelaskan tentang jenis dan sumber data, serta definisi operasional variabel yang digunakan pada penelitian. Bagian terakhir pada bab ini yaitu analisa data.

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan hal-hal yang akan dilakukan peneliti secara menyeluruh dalam penelitian. Rancangan penelitian dinyatakan dengan diagram alir penelitian seperti pada Gambar 3.1.

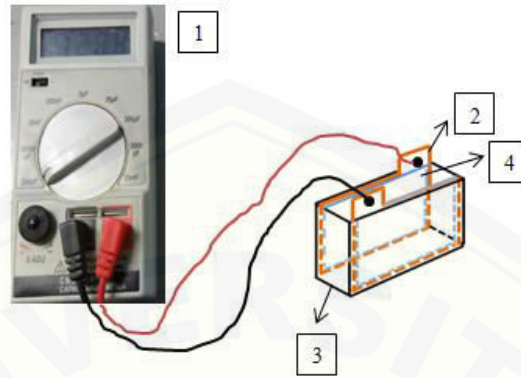


Gambar 3.1 Diagram alir rancangan penelitian

Kegiatan penelitian diawali dengan tahap persiapan alat dan bahan. Pada tahap ini dilakukan dengan mempersiapkan bahan yang digunakan yaitu sukrosa dan aquades, kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan sampel yang akan diuji pada penelitian yaitu sukrosa yang dilarutkan dengan aquades menggunakan alat pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) Heidolph MR 3001 K. Sukrosa yang digunakan pada penelitian ini yaitu sukrosa teknis. Proses pembuatan sampel penelitian dilakukan di Laboratorium Biofisika dan Geofisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember. Sampel penelitian yang merupakan larutan sukrosa dibuat dalam 13 konsentrasi yang berbeda yaitu 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%. Konsentrasi larutan sukrosa dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1. Berdasarkan persamaan tersebut, larutan sukrosa 0% dapat dibuat dengan melarutkan sukrosa sebanyak 0 gram dalam aquades sebanyak 50 gram atau dapat dikatakan bahwa larutan sukrosa 0% hanya terdiri dari aquades saja, sedangkan untuk larutan sukrosa 5% dibuat dengan melarutkan sukrosa sebanyak 2,5 gram dalam aquades sebanyak 47,5 gram dan untuk larutan sukrosa dengan konsentrasi 10% dibuat dengan melarutkan sukrosa 5 gram dalam aquades sebanyak 45 gram demikian seterusnya sampai dengan konsentrasi 60%.

Selain persiapan bahan, pada tahap ini juga disiapkan peralatan yang digunakan dalam penyusunan alat untuk menentukan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Salah satu peralatan yang dipersiapkan yaitu kapasitor ( $C_2$ ). Kapasitor tersebut disusun secara seri dengan sensor kapasitor keping sejajar ( $C_1$ ). Untuk menentukan nilai kapasitor yang akan digunakan, maka dilakukan pengukuran nilai kapasitansi sensor kapasitor dengan bahan dielektrik larutan sukrosa berbagai konsentrasi menggunakan kapasitansimeter seperti pada Gambar 3.2. Sampel yang diukur nilai kapasitansinya pada awal penelitian yaitu larutan sukrosa 0% yang juga digunakan sebagai bahan kalibrasi. Selanjutnya, kapasitor dipilih yang nilai kapasitansinya mendekati nilai kapasitansi sensor kapasitor. Agar tidak menyulitkan ketika melakukan penelitian maka kapasitor yang digunakan pada

pengukuran nilai konstanta dielektrik untuk semua konsentrasi larutan sukrosa adalah sama nilai kapasitansinya. Berikut merupakan alat pengukur kapasitansi :

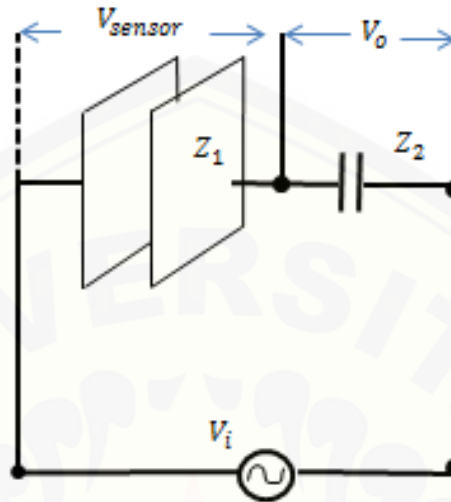


Gambar 3.2 Skema alat pengukur kapasitansi sensor

Keterangan dari masing- masing bagian pada Gambar 3.2 adalah sebagai berikut :

1. Kapasitansimeter CM8601<sup>+</sup> sebagai alat ukur kapasitansi.
2. Pelat PCB (*Printed Circuit Board*) yang berfungsi sebagai keping konduktor.
3. Wadah sampel yang terbuat dari kaca preparat dengan tebal 1 mm. Wadah tersebut memiliki ukuran pada bagian dalam sebesar  $(3 \times 0,8 \times 1,5) \text{ cm}^3$ . Dalam wadah sampel diletakkan dua keping konduktor yang terbuat dari PCB. Jarak antar keping konduktor tersebut sebesar 0,8 cm. Dimensi dari keping konduktor yaitu  $(3 \times 1,5) \text{ cm}^2$ . Pada saat melakukan pengukuran, larutan sukrosa yang digunakan sebagai bahan dielektrik harus dipastikan memenuhi wadah sehingga tidak ada ruang untuk udara pada wadah. Hal tersebut dilakukan untuk setiap konsentrasi larutan sukrosa yang digunakan.
4. Lapisan isolator yang terbuat dari bahan cat. Sampel penelitian merupakan bahan dielektrik cair yang salah satu bahan penyusunnya adalah air dan untuk menghindari kontak saat pengukuran akibat sifat konduktivitas air maka permukaan plat kapasitor perlu dilapisi dengan isolator. Lapisan isolator yang dipakai harus mempunyai ketebalan yang jauh lebih kecil dibandingkan ketebalan bahan uji (jarak antar keping) dan memiliki kekuatan yang memadai sehingga sensor tahan lama.

Rangkaian sensor kapasitor yang digunakan dalam penelitian ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.3 Rangkaian sensor kapasitor yang digunakan pada penelitian (sumber : Soltani *et al*, 2010)

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa sensor kapasitor keping sejajar disusun bersama kapasitor dalam satu rangkaian pembagi tegangan, dimana  $V_i$  adalah tegangan masukan,  $V_{sensor}$  adalah tegangan pada sensor kapasitor keping sejajar,  $V_o$  adalah tegangan keluaran yang dihubungkan ke osiloskop. Persamaan yang digunakan dalam rangkaian yaitu:

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (3.1)$$

$Z_1$  adalah impedansi sensor, sedangkan  $Z_2$  adalah impedansi yang dipilih mendekati  $Z_1$  melalui kapasitor (Soltani *et al*, 2010).

Rangkaian pada Gambar 3.3 hanya terdiri dari kapasitor dengan sumber AC sehingga impedansi sensor kapasitor ( $Z_1$ ) mempunyai nilai :

$$Z_1 = X_{C_1} = \frac{1}{\omega C_1} = \frac{1}{2\pi f C_1} \quad (3.2)$$

dengan  $f$  adalah nilai frekuensi *function generator* yang diterapkan pada rangkaian. Sama halnya dengan  $Z_1$ , impedansi kapasitor ( $Z_2$ ) mempunyai nilai :

$$Z_2 = X_{C_2} = \frac{1}{\omega C_2} = \frac{1}{2\pi f C_2} \quad (3.3)$$

dengan mensubstitusikan nilai  $Z_1$  dan  $Z_2$  pada persamaan 3.1, maka diperoleh persamaan:

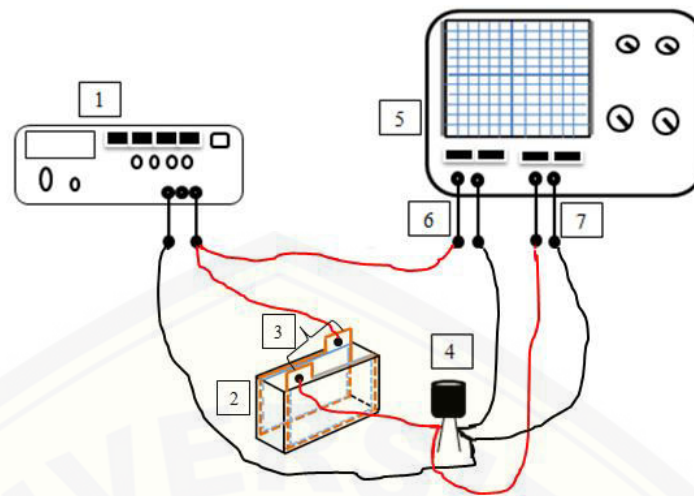
$$V_o = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_i \quad (3.4)$$

Nilai  $C_2$  merupakan nilai kapasitansi kapasitor yang ditambahkan dan dipasang secara seri dengan  $C_1$  seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Pengukuran konstanta dielektrik atau permitivitas relatif larutan sukrosa dilakukan dengan menempatkan larutan sukrosa pada wadah transparan yang didalamnya sudah terdapat dua keping konduktor. Keping konduktor tersebut telah tersusun secara sejajar antara satu dengan lainnya, sehingga larutan sukrosa yang diuji berada di antara keping kapasitor. Keping kapasitor inilah yang digunakan sebagai sensor kapasitor. Gelombang sinus dengan frekuensi 600 Hz diterapkan pada rangkaian sensor kapasitor sehingga gelombang keluaran ( $V_o$ ) dapat diukur dengan osiloskop seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4. Pada penelitian ini sumber tegangan diatur pada frekuensi 600 Hz karena pada frekuensi tersebut didapatkan nilai konstanta dielektrik air yang mendekati 78. Menurut Jati dan Priyambodo (2010) nilai konstanta dielektrik air pada suhu ruang adalah 78.

Adapun susunan alat yang akan digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :





Gambar 3.4 Desain alat untuk penentuan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa

Keterangan:

- 1 : *Function generator GW-Instek GPG-8216A*
- 2 : Wadah larutan sukrosa
- 3 : Keping kapasitor
- 4 : Kapasitor
- 5 : Osiloskop Analog GOS 622G
- 6 : CH1
- 7 : CH2

Pada saat  $C_1$  dan  $C_2$  dirangkai seperti pada Gambar 3.4, kemudian  $V_o$  dan  $V_i$  dihubungkan ke osiloskop melalui CH1 dan CH2 maka nilai  $V_o$  dan  $V_i$  dapat terukur melalui osiloskop. Karena nilai  $C_2$  telah diketahui,  $V_o$  dan  $V_i$  telah terukur melalui osiloskop dan nilai  $C_1 = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$ , sehingga nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa yang digunakan sebagai bahan dielektrik dapat ditentukan melalui persamaan :

$$\kappa = \frac{C_2 d}{\left( \frac{V_i}{V_o} - 1 \right) \epsilon_0 A} \quad (3.5)$$

Keterangan:

$C_2$  : nilai kapasitansi kapasitor ( $F$ )

$\kappa$  : nilai konstanta dielektrik

$d$  : jarak antar keping kapasitor ( $m$ )

$V_i$  : nilai tegangan masukan ( $V$ )

$V_o$  : nilai tegangan keluaran ( $V$ )

$\epsilon_0$  : nilai permitivitas ruang hampa ( $8,85 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$ )

$A$  : luas permukaan kapasitor keping sejajar ( $m^2$ )

Sebelum melakukan pengambilan data langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu yaitu melakukan kalibrasi. Kalibrasi alat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan fungsi alat atau kualitas alat yang digunakan. Kalibrasi dilakukan dengan cara mencari nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa pada konsentrasi 0% atau menggunakan aquades ( $H_2O$ ) 100% yang dihitung sebagai bahan kalibrasi. Nilai konstanta dielektrik dari hasil kalibrasi yang telah dilakukan kemudian dibandingkan dengan referensi yaitu sebesar 78.

Setelah melakukan kalibrasi alat, dilanjutkan dengan proses pengambilan data. Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jember. Larutan sukrosa dengan konsentrasi tertentu dituangkan ke dalam wadah sampel, dimana wadah sampel dan komponen kapasitor ( $C_2$ ) telah tersusun dalam rangkaian seperti pada Gambar 3.4, kemudian *function generator* dan osiloskop dihidupkan dengan menekan tombol *on* pada *power*. Gelombang input dan output rangkaian dapat diamati melalui osiloskop. Nilai tegangan masukan (CH1) dan keluaran (CH2) diukur sebagai  $V_i$  dan  $V_o$  yang selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai konstanta dielektrik menggunakan rumus pada persamaan 3.5. Nilai  $V_i$  dan  $V_o$  ditentukan untuk setiap konsentrasi larutan sukrosa dengan frekuensi sumber tegangan 600 Hz. Pengambilan data ini dilakukan dengan 5 kali pengulangan untuk satu konsentrasi sehingga diperoleh total data sebanyak 65 data.

### 3.2 Jenis dan Sumber Data

Penelitian tentang pengaruh konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik menggunakan sensor kapasitor merupakan penelitian eksperimental. Dari penelitian ini didapatkan data kuantitatif. Data kuantitatif merupakan jenis data yang dapat diukur atau dihitung secara langsung dan dinyatakan dalam bentuk bilangan atau angka. Data kuantitatif yang diperoleh berupa nilai tegangan masukan dan nilai tegangan keluaran rangkaian sensor kapasitor. Data tersebut diperoleh dari eksperimen yang dilakukan oleh peneliti, sehingga data tersebut tergolong dalam data primer.

### 3.3 Definisi Operasional Variabel

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol.

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab timbulnya variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu konsentrasi larutan sukrosa. Larutan sukrosa dibuat dalam 13 konsentrasi yang berbeda, mulai dari konsentrasi 0% sampai 60% dengan interval konsentrasi sebesar 5%.

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang mengalami perubahan karena perlakuan variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah nilai tegangan keluaran rangkaian sensor kapasitor, dan nilai konstanta dielektrik.

### 3.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel lain yang mempengaruhi hasil pengukuran, akan tetapi tidak divariasikan, namun dijaga atau dikontrol agar bernilai tetap. Variable kontrol pada penelitian ini adalah suhu ruang ketika pengambilan data dan diatur pada daerah temperatur antara  $25^{\circ}C$  sampai  $27^{\circ}C$ .

### 3.4 Analisis Data

Proses selanjutnya setelah mendapatkan data hasil pengamatan yang dibutuhkan, yaitu mengolah data menggunakan perumusan untuk menentukan nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa. Nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.5. Pada penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali dalam setiap pengambilan data untuk satu konsentrasi tertentu sehingga diperoleh nilai  $\bar{\kappa}$  menggunakan persamaan :

$$\bar{\kappa} = \frac{\sum \kappa_i}{n} \quad (3.6)$$

Dikarenakan pengukuran pada penelitian ini dilakukan secara berulang maka digunakan standart deviasi untuk mencari ralat nilai konstanta dielektriknya yaitu menggunakan persamaan :

$$\Delta\kappa = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\kappa_i - \bar{\kappa})^2}{n(n-1)}} \quad (3.7)$$

Hasil akhir nilai konstanta dielektrik yang diperoleh adalah:

$$\kappa = (\bar{\kappa} + \Delta\kappa) \quad (3.8)$$

Setelah mendapatkan data nilai konstanta dielektrik dilanjutkan dengan membuat grafik. Grafik yang dibuat merupakan grafik perubahan konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik pada frekuensi sumber tegangan 600 Hz. Sumbu x pada grafik menyatakan konsentrasi larutan sukrosa

dalam bentuk persentase massa (% m) dan sumbu y menyatakan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ).

Signifikan atau tidaknya pengaruh perubahan konsentrasi larutan sukrosa terhadap nilai konstanta dielektrik dapat diuji menggunakan analisis statistik *oneway* ANOVA. Hipotesa yang digunakan pada uji statistik ini yaitu hipotesa nol ( $H_0$ ) dan hipotesa alternatif ( $H_1$ ). Di dalam penelitian ini  $H_0$  mendefinisikan adanya hipotesa bahwa variasi konsentrasi larutan sukrosa tidak mempengaruhi perubahan nilai konstanta dielektrik secara signifikan. Sedangkan  $H_1$  mendefinisikan adanya hipotesa bahwa variasi konsentrasi larutan sukrosa mempengaruhi perubahan nilai konstanta dielektrik secara signifikan.  $H_0$  ditolak apabila nilai dari uji *oneway* ANOVA menunjukkan nilai  $F_{hitung} > F_{tabel}$  atau  $P_{value} < 0,05$ . Hal ini mendefinisikan diterimanya hipotesa alternatif ( $H_1$ ). Akan tetapi ketika nilai dari uji *oneway* ANOVA menunjukkan nilai  $F_{hitung} < F_{tabel}$  atau  $P_{value} > 0,05$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Grafik dan hasil uji statistik kemudian dianalisis untuk menghasilkan suatu kesimpulan yang terangkum dalam penyusunan laporan akhir.

## BAB 5. PENUTUP

Hasil penelitian telah disampaikan pada bab sebelumnya. Rumusan masalah telah terjawab pada bagian pembahasan yang telah dijabarkan. Sehingga, pada bagian akhir akan diuraikan kesimpulan dan beberapa saran untuk kegiatan penelitian selanjutnya.

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu meningkatnya konsentrasi larutan sukrosa menyebabkan nilai konstanta dielektrik menurun. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa larutan sukrosa 0% mempunyai nilai  $\kappa$  yang paling tinggi sebesar 78. Dengan bertambahnya konsentrasi larutan sukrosa, nilai konstanta dielektrik yang dihasilkan semakin menurun, sehingga pada konsentrasi larutan sukrosa 60% diperoleh nilai konstanta dielektrik paling rendah yaitu 59,23. Namun, tidak semua perubahan konsentrasi larutan sukrosa menunjukkan hasil nilai konstanta dielektrik yang berbeda. Tingkat sensitifitas rangkaian sensor kapasitor yang digunakan pada penelitian menjadi faktor utama yang menyebabkan tidak berbedanya nilai konstanta dielektrik yang dihasilkan. Nilai  $\kappa$  yang sama diperoleh dari konsentrasi larutan sukrosa 0% dengan larutan sukrosa 5%, larutan sukrosa 10% dengan larutan sukrosa 15%, larutan sukrosa 20% dengan larutan sukrosa 25% dan 30%, larutan sukrosa 35% dengan larutan sukrosa 40% dan 45%, kemudian larutan sukrosa 50% dengan larutan sukrosa 55%, dimana nilai konstanta dielektriknya secara berurutan sebesar  $(78,00 \pm 0,00)$ ,  $(74,07 \pm 0,00)$ ,  $(70,23 \pm 0,00)$ ,  $(66,48 \pm 0,00)$ , dan  $(62,81 \pm 0,00)$ .

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan maka saran untuk penyempurnaan penelitian lebih lanjut tentang nilai konstanta dielektrik larutan sukrosa adalah:

1. Pengukuran nilai tegangan masukan dan keluaran rangkaian sebaiknya menggunakan voltmeter digital. Perubahan data nilai tegangan yang tidak dapat terukur pada osiloskop analog yang diduga terjadi pada hasil pengukuran dalam kegiatan penelitian, dimana skala yang terbaca hanya memiliki sensitivitas sebesar 0,2 Volt, dapat terukur melalui voltmeter digital.
2. Perlu uji kimia untuk mengetahui tingkat kemurnian dan zat- zat kimia yang terkandung dalam sampel penelitian.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Alonso, M. dan Finn, E. J. 1980. *Fundamental University Physics* .Second edition. London: Addison- Wesley Publishing Company. Terjemahan oleh. K. Hadi. 1994. *Dasar- Dasar Fisika Universitas*. Edisi Kedua. Jilid 2. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Anonim. 2011. Dielectric Conctant Table. [Serial online]. <https://www.honeywellprocess.com/library/marketing/tech-specs/Dielectric%20Constant%20Table.pdf>. [Diakses pada 5 Juni 2015].
- Arivah, H. N. 2016. Analisa Kualitas Semen Melalui Pengukuran Konstanta Dielektrik dan Resistivita. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Bastian, F. 2011. *Hibah Penulisan Buku Ajar Bagi Tenaga Akademik Universitas Hasanuddin: Teknologi Pati dan Gula*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Beiser, A. 1962. *The Mainstream Of Physics*. London: Addison- Wesley Publishing Company.
- Buckle, Edwards, Fleet, dan Wootton. 1985. *Food Science*. Australia: International Development Program of Australian Universities and College. H. P. Aadiono. 1987. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Christian, D. G. 1980. *Analytical Chemistry*. Toronto: John Wiley and Sons.
- Effendy, 2008. *Teori VESPR, Kepolaran, dan Gaya antar Molekul*. Malang: Bayumedia.
- Fitriani, R. 2016. Pengukuran Nilai Dielektrik pada Bahan Cuka Berdasarkan Variasi Frekuensi Sumber Tegangan dengan Menggunakan Osiloskop. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Gaman, P. M. dan Sherrington, K. B. 1981. *The Science of Food, An Introduction to Food Science, Nutrition, and Microbiology*. Second Edition. England: Pergamon Press pic. Terjemahan oleh. M. Gardjito. 1992. *Ilmu Pangan, Pengantar Ilmu Pangan, Nutrisi, dan Mikrobiologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Halliday, D., Resnick, R., dan Walker, J. 2005. *Physics*. Seventh Edition. New York: John Wiley and Sons. E. Sustini. 2010. *Fisika Dasa*. Edisi 7. Jakarta: Penerbit Erlangga.



- Hermawan, B. 2005. Monitoring Kadar Air Tanah Melalui Pengukuran Sifat Dielektrik Pada Lahan Jagung. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Volume 7, No. 1.
- Jati, B. M. dan Priyambodo, T. K. 2010. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: C. V Andi Offset.
- Juansah, J., dan Irmansyah. 2007. Kajian Sifat Dielektrik Buah Semangka dengan Pemanfaat Sinyal Listrik Frekuensi Rendah. *Jurnal Sains MIPA*, Desember 2007, Vol. 13, No. 3, Hal.: 159 – 164. ISSN 1978-1873.
- Juliandini, N. T., Taufik, Y., dan Garnida, Y. (2012). Kajian Pengaruh Konsentrasi Sukrosa dan Konsentrasi Ekstrak Teh (*Camellia Sinensis*) Terhadap Minuman Teh Dalam Kemasan. [Serial online]. <http://digilib.unpas.ac.id/files/disk1/64/jbptunpaspp-gdl-niketriaaju-3163-1-artikel-.docx>. [Diakses pada 16 Juni 2015].
- Keenan, C. W., Kleinfelter, D. C., dan Wood J. S. 1984. *General College Chemistry*. Sixth Edition. Terjemahan oleh. A. H. Pudjaatmaka. 2005. *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Komisah, S. 2001. Pembuatan Alat Uji Teknis Sifat Dielektrik Bahan Cair. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Malmberg, C. G. dan Maryott, A. A. 1950. Dielectric Constant of Aqueous Solutions of Dextrose and Sucrose. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*. Vol. 45, No. 4.
- Mousavi, S. F. dan Fzal, A. 2008. Estimation of Moisture in Maize Leaf by Measuring Leaf Dielectric Constant. Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 84156-83111, *Isfahan. J. Agr. Sci. Tech*. Vol. 12: 339-346.
- Muchtadi, D. 2011. *Karbohidrat Pangan dan Kesehatan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Nugroho, D. S. 2009. Perancangan dan Pembuatan Sistem Sensor Kapasitansi Berbasis Atmega 8. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Noverber.
- Nurmasyitah dan Khotimah, N. S. (2015). Penentuan Konstanta Dielektrik Larutan NaCl. Institut Teknologi Bandung. ISBN : 978-602-19655-9-7.
- Nuwair. 2009. Kajian Impedansi dan Kapasitansi Listrik pada Membran Telur Ayam Ras. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Prijo, A.T. dan Adiarto, T. 2001. Optimasi Bentuk dan Ukuran Kapasitor Keping Sejajar dalam Pengukuran Kadar Larutan Gula. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Rahmawati, A. M. 2014. Investigasi Hubungan Indeks Bias dengan Viskositas Larutan Sukrosa Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Ganda dan Viskometer Ostwald. Skripsi. Jember: Universitas Jember.
- Ramdhani, M. 2005. Rangkaian Listrik. Bandung : Sekolah Tinggi Teknologi Telkom. [Serial online]  
[http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/Rangkaian\\_Listrik.pdf](http://dinus.ac.id/repository/docs/ajar/Rangkaian_Listrik.pdf). [Diakses pada 14 Mei 2015].
- Serway, R. A. dan Jewett, J. W. 2010. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Salemba Kartiaka.
- Setyarini, L. W., Heru, S., dan Hatta, A. M., 2012. Perancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi Larutan Gula Menggunakan Metode Difraksi. *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 1, No. 1.
- Smallman, R. E. dan Bishop, R. J. 1999. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering*. Sixth Edition. Butherworth- Heinemann. Terjemahan oleh. S. Djaprie. 2000. *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Soltani, M., Alimardani, R., dan Omid, M. 2010. Prediction of Banana Quality During Ripening Stage Using Capacitance Sensing System. *Australian Journal of Crop Science*. Department of Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agricultural Engineering & Technology, University of Tehran. AJCS 4(6):443-447. ISSN:1835-2707.
- Sulasri, Malino, M. B., dan Lapanoro, B. P. 2014. Penentuan Kadar Kering Karet (K3) dan Pengukuran Konstanta Dielektrik Lateks Menggunakan Arus Bolak Balik Berfrekuensi Tinggi. *Prisma Fisika*, Vol. II, No. 1. Hal. 11 – 14. ISSN : 2337-8204.
- Sutrisno. 1986. *Elektronika 1 Teori dan Penerapannya*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Syukri, S. 1999. *Kimia Dasar Jilid 2*. Bandung: Penerbit ITB.
- Tipler, P. A. 1991. *Physics for Scientist and Engineer*. Third Edition. Worth Publisher. Terjemahan oleh B. Soegijono. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Utomo, H. P. (Tanpa Tahun). Pengaruh Lama Penggerusan terhadap Konstanta Dielektrik, Kekerasan, dan Mikrostruktur Keramik Oksida  $\text{SiO}_2\text{-MgO}$ . [Serial online]

<http://jurnalonline.um.ac.id/data/artikel/artikel18E46B126EACDE7C059E12F57C3B45F0B.pdf>. [Diakses pada 3 Juni 2015].

Wawolumaja, R. 2013. Elektronika Industri dan Otomatisasi. [Serial online].

<http://rudu-wawolumaja.lecturer.maranatha.edu/wp-content/uploads/2013/01/bab-1-pendahuluan-otomasi.pdf>. [Diakses pada 14 Mei 2015].



LAMPIRAN

4.1 Data kalibrasi alat penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ )

Bahan	Pengukuran ke	$C_1 \times 10^{-12}$ (Farad)	$C_2 \times 10^{-12}$ (Farad)	$V_{in}$ (Volt)	$V_{out}$ (Volt)	$\kappa_{eksperimen}$	$\overline{\kappa_{eksperimen}}$	$\kappa_{referensi}$	koreksi	$\kappa$	$\overline{\kappa} \pm \Delta\kappa$
Aquades	1	129,0	130	22	5,0	76,81	76,81	78,00	+ 1,19	78,00	$78,00 \pm 0,00$
	2	128,8	130	22	5,0	76,81				78,00	
	3	128,9	130	22	5,0	76,81				78,00	
	4	129,3	130	22	5,0	76,81				78,00	
	5	129,1	130	22	5,0	76,81				78,00	

- Jarak antar keping konduktor pada sensor kapasitor adalah 0,008 m.
- Luas permukaan sensor kapasitor keping sejajar adalah 0,00045 m<sup>2</sup>.

4.2 Perhitungan konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) larutan sukrosa

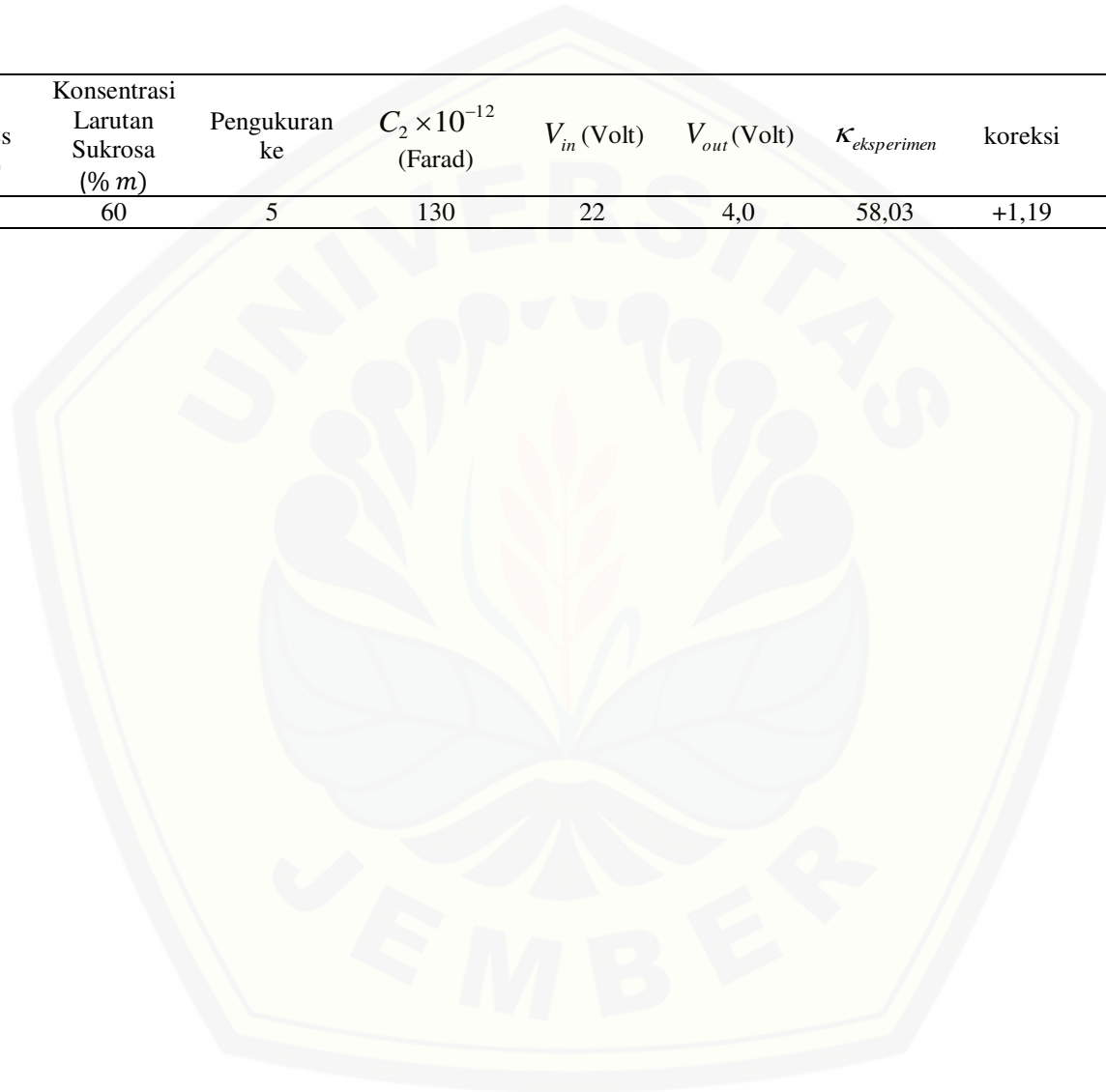
Massa Sukrosa (gram)	Massa Aquades (gram)	Konsentrasi Larutan Sukrosa (% m)	Pengukuran ke	$C_2 \times 10^{-12}$ (Farad)	$V_{in}$ (Volt)	$V_{out}$ (Volt)	$\kappa_{eksperimen}$	koreksi	$\kappa$	$\overline{\kappa} \pm \Delta\kappa$
0,0	50,0	0	1	130	22	5,0	76,81	+ 1,19	78,00	$78,00 \pm 0,00$
			2		22	5,0	76,81		$78,00 \pm 0,00$	
			3		22	5,0	76,81		$78,00 \pm 0,00$	
			4		22	5,0	76,81		$78,00 \pm 0,00$	
			5		22	5,0	76,81		$78,00 \pm 0,00$	
2,5	47,5	5	1	22	5,0	76,81		78,00	$78,00 \pm 0,00$	



Massa Sukrosa (gram)	Massa Aquades (gram)	Konsentrasi Larutan Sukrosa (% m)	Pengukuran ke	$C_2 \times 10^{-12}$ (Farad)	$V_{in}$ (Volt)	$V_{out}$ (Volt)	$\kappa_{eksperimen}$	koreksi	$\kappa$	$\bar{\kappa} \pm \Delta\kappa$
2,5	47,5	5	2	130	22	5,0	76,81	+1,19	78,00	$78,00 \pm 0,00$
			3		22	5,0	76,81		78,00	
			4		22	5,0	76,81		78,00	
			5		22	5,0	76,81		78,00	
			1		22	4,8	72,88		74,07	
5,0	45,0	10	2		22	4,8	72,88		74,07	$74,07 \pm 0,00$
			3		22	4,8	72,88		74,07	
			4		22	4,8	72,88		74,07	
			5		22	4,8	72,88		74,07	
			1		22	4,8	72,88		74,07	
7,5	42,5	15	2		22	4,8	72,88		74,07	$74,07 \pm 0,00$
			3		22	4,8	72,88		74,07	
			4		22	4,8	72,88		74,07	
			5		22	4,8	72,88		74,07	
			1		22	4,6	69,04		70,23	
10,0	40,0	20	2	22	4,6	69,04	70,23	$70,23 \pm 0,00$		
			3	22	4,6	69,04	70,23			
			4	22	4,6	69,04	70,23			
			5	22	4,6	69,04	70,23			
			1	22	4,6	69,04	70,23			
12,5	37,5	25	2	22	4,6	69,04	70,23	$70,23 \pm 0,00$		
			3	22	4,6	69,04	70,23			
			4	22	4,6	69,04	70,23			
			5	22	4,6	69,04	70,23			
			1	22	4,6	69,04	70,23			
15,0	35,0	30	2	22	4,6	69,04	70,23	$70,23 \pm 0,00$		
			3	22	4,6	69,04	70,23			
			4	22	4,6	69,04	70,23			
			5	22	4,6	69,04	70,23			
			1	22	4,6	69,04	70,23			

Massa Sukrosa (gram)	Massa Aquades (gram)	Konsentrasi Larutan Sukrosa (% m)	Pengukuran ke	$C_2 \times 10^{-12}$ (Farad)	$V_{in}$ (Volt)	$V_{out}$ (Volt)	$\kappa_{eksperimen}$	koreksi	$\kappa$	$\bar{\kappa} \pm \Delta\kappa$
17,5	32,5	35	1	22	22	4,4	65,29	66,48	66,48	$66,48 \pm 0,00$
			2			4,4	65,29			
			3			4,4	65,29			
			4			4,4	65,29			
			5			4,4	65,29			
20,0	30,0	40	1	22	22	4,4	65,29	66,48	66,48	$66,48 \pm 0,00$
			2			4,4	65,29			
			3			4,4	65,29			
			4			4,4	65,29			
			5			4,4	65,29			
22,5	27,5	45	1	22	22	4,4	65,29	66,48	66,48	$66,48 \pm 0,00$
			2			4,4	65,29			
			3			4,4	65,29			
			4			4,4	65,29			
			5			4,4	65,29			
25,0	25,0	50	1	22	22	4,2	61,62	62,81	62,81	$62,81 \pm 0,00$
			2			4,2	61,62			
			3			4,2	61,62			
			4			4,2	61,62			
			5			4,2	61,62			
27,5	22,5	55	1	22	22	4,2	61,62	62,81	62,81	$62,81 \pm 0,00$
			2			4,2	61,62			
			3			4,2	61,62			
			4			4,2	61,62			
			5			4,2	61,62			
30,0	20,0	60	1	22	22	4,0	58,03	59,23	59,23	$59,23 \pm 0,00$
			2			4,0	58,03			
			3			4,0	58,03			
			4			4,0	58,03			

Massa Sukrosa (gram)	Massa Aquades (gram)	Konsentrasi Larutan Sukrosa (% m)	Pengukuran ke	$C_2 \times 10^{-12}$ (Farad)	$V_{in}$ (Volt)	$V_{out}$ (Volt)	$\kappa_{eksperimen}$	koreksi	$\kappa$	$\bar{\kappa} \pm \Delta\kappa$
30,0	20,0	60	5	130	22	4,0	58,03	+1,19	59,23	59,23 $\pm$ 0,00





4.3 Hasil uji statistik *oneway* ANOVA

**Anova: Single Factor**

*Descriptives*

hasil								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					0	5		
5	5	78,0000	0,00000	0,00000	78,0000	78,0000	78,00	78,00
10	5	74,0700	0,00000	0,00000	74,0700	74,0700	74,07	74,07
15	5	74,0700	0,00000	0,00000	74,0700	74,0700	74,07	74,07
20	5	70,2300	,00000	,00000	70,2300	70,2300	70,23	70,23
25	5	70,2300	,00000	,00000	70,2300	70,2300	70,23	70,23
30	5	70,2300	,00000	,00000	70,2300	70,2300	70,23	70,23
35	5	66,4800	,00000	,00000	66,4800	66,4800	66,48	66,48
40	5	66,4800	,00000	,00000	66,4800	66,4800	66,48	66,48
45	5	66,4800	,00000	,00000	66,4800	66,4800	66,48	66,48
50	5	62,8100	0,00000	0,00000	62,8100	62,8100	62,81	62,81
55	5	62,8100	0,00000	0,00000	62,8100	62,8100	62,81	62,81
60	5	59,2300	,00000	,00000	59,2300	59,2300	59,23	59,23
<i>Total</i>	65	69,1631	5,65091	,70091	67,7629	70,5633	59,23	78,00

**ANOVA**

hasil					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<i>Between Groups</i>	2043,695	12	170,308	8,412E+31	,000
<i>Within Groups</i>	,000	52	,000		
<i>Total</i>	2043,695	64			

#### 4.4 Dokumentasi penelitian



Gambar 4.4.1 Bahan yang digunakan untuk membuat larutan sukrosa



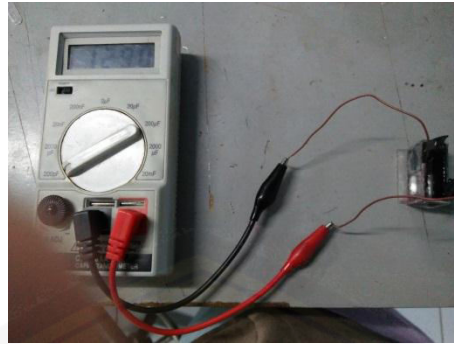
Gambar 4.4.2 Termometer digital untuk mengetahui suhu diruangan ketika melakukan penelitian



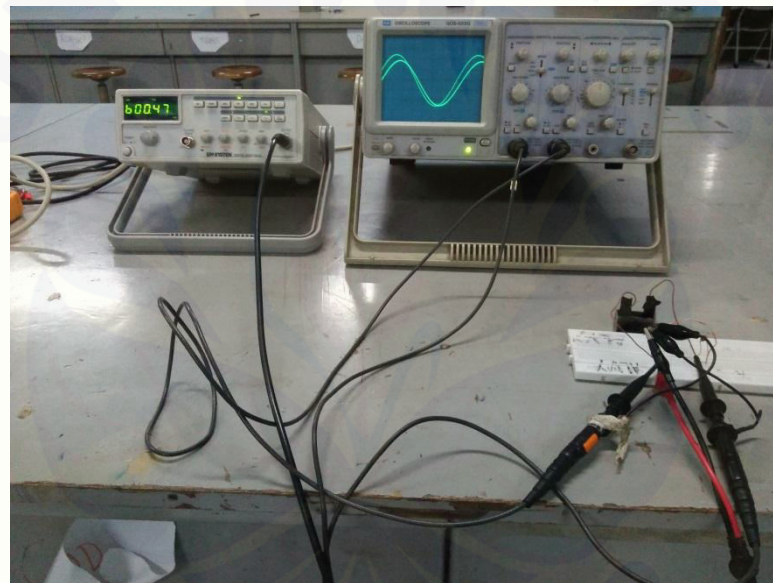
Gambar 4.4.3 Pengukuran massa larutan sukrosa



Gambar 4.4.4 Proses pelarutan sukrosa dalam aquades menggunakan alat pengaduk magnetik



Gambar 4.4.5 Pengukuran kapasitansi sensor kapasitor dengan bahan dielektrik larutan sukrosa menggunakan kapasitansimeter



Gambar 4.4.6 Pengukuran konstanta dielektrik larutan sukrosa