



**ANALISIS HUBUNGAN KONSTANTA DIELEKTRIK DENGAN REFLEKTANSI  
BEDAK WAJAH TERHADAP SINAR-UV BERDASARKAN TINGKATAN SPF  
(SUN PROTECTION FACTOR)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Devi Septian Riri Artanti  
NIM 111810201037**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**ANALISIS HUBUNGAN KONSTANTA DIELEKTRIK DENGAN REFLEKTANSI  
BEDAK WAJAH TERHADAP SINAR-UV BERDASARKAN TINGKATAN SPF  
(SUN PROTECTION FACTOR)**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**Devi Septian Riri Artanti  
NIM 111810201037**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

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

1. Kedua orangtuaku Bapak Jaenuri dan Ibu Vika Dwi Bitasari tercinta atas semua untaian doa yang selalu dipanjatkan dalam mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, dukungan, curahan kasih sayang, serta pengorbanan selama ini;
2. Adikku Fandika Apriliano, atas doa dan dukungan yang diberikan selama ini;
3. guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang telah mendidik dan membimbing dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

(Terjemahan Q.S. Al-Mujaadilah: 11)<sup>\*)</sup>

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(Terjemahan Q.S. Alam Nasyrah: 6)<sup>\*)</sup>

Bersikaplah kukuh seperti batu karang yang tidak putus-putusnya dipukul ombak.

Ia tidak saja tetap berdiri kukuh, bahkan ia menenteramkan amarah ombak dan gelombang itu. (Marcus Aurelius)<sup>\*\*)</sup>

---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Syaamil Al-Qur'an.

\*\*\*) E. Nesthan dalam Wayan, I Wita. 2013. *Jepret Sana Jepret Sini*. Denpasar: Udayana University Press.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devi Septian Riri Artanti

NIM : 111810201037

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul "Analisis Hubungan Konstanta Dielektrik dengan Reflektansi Bedak Wajah terhadap Sinar-UV Berdasarkan Tingkatan SPF (Sun Protection Factor)" adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai 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 sebenar-benarnya, tanpa adanya paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2015

Yang menyatakan,

Devi Septian Riri Artanti  
NIM 111810201037

**SKRIPSI**

**ANALISIS HUBUNGAN KONSTANTA DIELEKTRIK DENGAN REFLEKTANSI  
BEDAK WAJAH TERHADAP SINAR-UV BERDASARKAN TINGKATAN SPF  
(SUN PROTECTION FACTOR)**

Oleh

**Devi Septian Riri Artanti  
NIM 111810201037**

Pembimbing:

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

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

**PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul ” Analisis Hubungan Konstanta Dielektrik dengan Reflektansi Bedak Wajah terhadap Sinar-UV Berdasarkan Tingkatan SPF (Sun Protection Factor)” telah diuji dan disahkan pada:

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

**Tim Penguji:**

**Ketua**  
(Dosen Pembimbing Utama)

**Sekretaris**  
(Dosen Pembimbing Anggota)

Ir. Misto, M.Si.  
NIP 195911211991031002

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

**Dosen Penguji I**

**Dosen Penguji II**

Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si.  
NIP 197412152002121001

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

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.  
NIP 196101081986021001



## RINGKASAN

**Analisis Hubungan Konstanta Dielektrik dengan Reflektansi Bedak Wajah terhadap Sinar-UV Berdasarkan Tingkatan SPF (Sun Protection Factor);** Devi Septian Riri Artanti; 70 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki intensitas sinar matahari yang tinggi. Salah satu sinar hasil pancaran sinar matahari adalah sinar-UV. Sinar ini dapat bermanfaat bagi tubuh sebagai pensintesa vitamin D dan pembunuh bakteri. Selain itu, sinar-UV dapat pula menimbulkan adanya efek negatif bagi tubuh seperti, kulit terbakar matahari, photoaging, kerusakan pada DNA tubuh, dan kanker kulit. Kulit pada dasarnya memiliki perlindungan alami terhadap radiasi sinar-UV tetapi seringkali tidak mencukupi, sehingga dibutuhkan kosmetik yang mengandung tabir surya sebagai pelindung buatan. Salah satu contohnya adalah bedak wajah dengan kemampuan sebagai tabir surya yang dinyatakan dengan satuan SPF (Sun Protection Factor). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan reflektansi (R) bedak wajah berdasarkan tingkatan SPF (Sun Protection Factor) berkaitan dengan kemampuannya dalam melakukan perlindungan terhadap radiasi sinar-UV. Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dan reflektansi (R) tersebut dapat menunjukkan karakteristik kemampuan setiap tingkatan SPF dalam melakukan perlindungan terhadap radiasi sinar-UV.

Penelitian menggunakan dua set alat yaitu, alat pengukur nilai kapasitansi (C) untuk penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dan alat pengukur nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ) untuk penentuan nilai reflektansi (R) dari sampel bahan penelitian. Sampel bahan penelitian terdiri dari tiga jenis bedak wajah dengan tingkatan nilai SPF mulai dari non-SPF, SPF 15 dan SPF 25.



Hasil pengolahan data penelitian menunjukkan bahwa tingkatan nilai SPF yang semakin tinggi memiliki nilai reflektansi (R) yang semakin besar. Hal ini dapat terlihat dari salah satu sampel sudut datang yaitu untuk sudut  $15^{\circ}$  yang menghasilkan nilai reflektansi sebesar 2,077; 3,000; dan 4,385, masing-masing untuk bedak wajah dengan tingkatan non-SPF, SPF 15 dan SPF 25. Karakteristik perubahan nilai reflektansi (R) yang serupa ditunjukkan pula pada seluruh pengamatan sudut datang. Nilai reflektansi (R) dari setiap sampel bahan penelitian tersebut berkaitan erat dengan nilai indeks bias (n) bahan. Nilai indeks bias (n) dari sampel bahan penelitian mulai dari tingkatan non-SPF, SPF 15, dan SPF 25 secara berurutan memiliki nilai 1,617; 1,721 dan 1,813. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai indeks bias (n) yang semakin besar menghasilkan nilai reflektansi (R) yang semakin besar pula. Nilai-nilai yang dihasilkan tersebut disebabkan oleh adanya komposisi bahan penyusun dari bedak wajah yaitu, Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dan Zink Oksida ( $\text{ZnO}$ ) yang memiliki kemampuan sebagai tabir surya fisik. Sampel bahan penelitian dengan nilai SPF 15 dan SPF 25 memiliki nilai reflektansi dan indeks bias yang lebih besar dibandingkan dengan bedak wajah non-SPF, karena keduanya mengandung bahan Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) yang tidak dimiliki oleh bedak wajah non-SPF. Selanjutnya, nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dari penelitian menunjukkan nilai yang sesuai dengan teori yaitu nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) akan sebanding dengan nilai indeks bias (n), dimana nilai indeks bias (n) sendiri mempengaruhi nilai reflektansi (R) sampel bahan penelitian. Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) untuk bedak wajah non-SPF, SPF 15 dan SPF 25 secara berurutan adalah 1,622; 1,912; dan 2,170. Jadi, dapat diketahui bahwa nilai reflektansi (R) yang semakin besar untuk tingkatan nilai SPF yang semakin tinggi dipengaruhi oleh nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) bahan yang semakin besar pula. Nilai reflektansi (R) yang semakin besar tersebut menunjukkan adanya kemampuan perlindungan terhadap radiasi sinar-UV yang semakin baik untuk tingkatan nilai SPF yang semakin tinggi.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Hubungan Konstanta Dielektrik dengan Reflektansi Bedak Wajah terhadap Sinar-UV Berdasarkan Tingkatan SPF (Sun Protection Factor)”. 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, pengarahan, dan bimbingan dari berbagai pihak yang terlibat. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

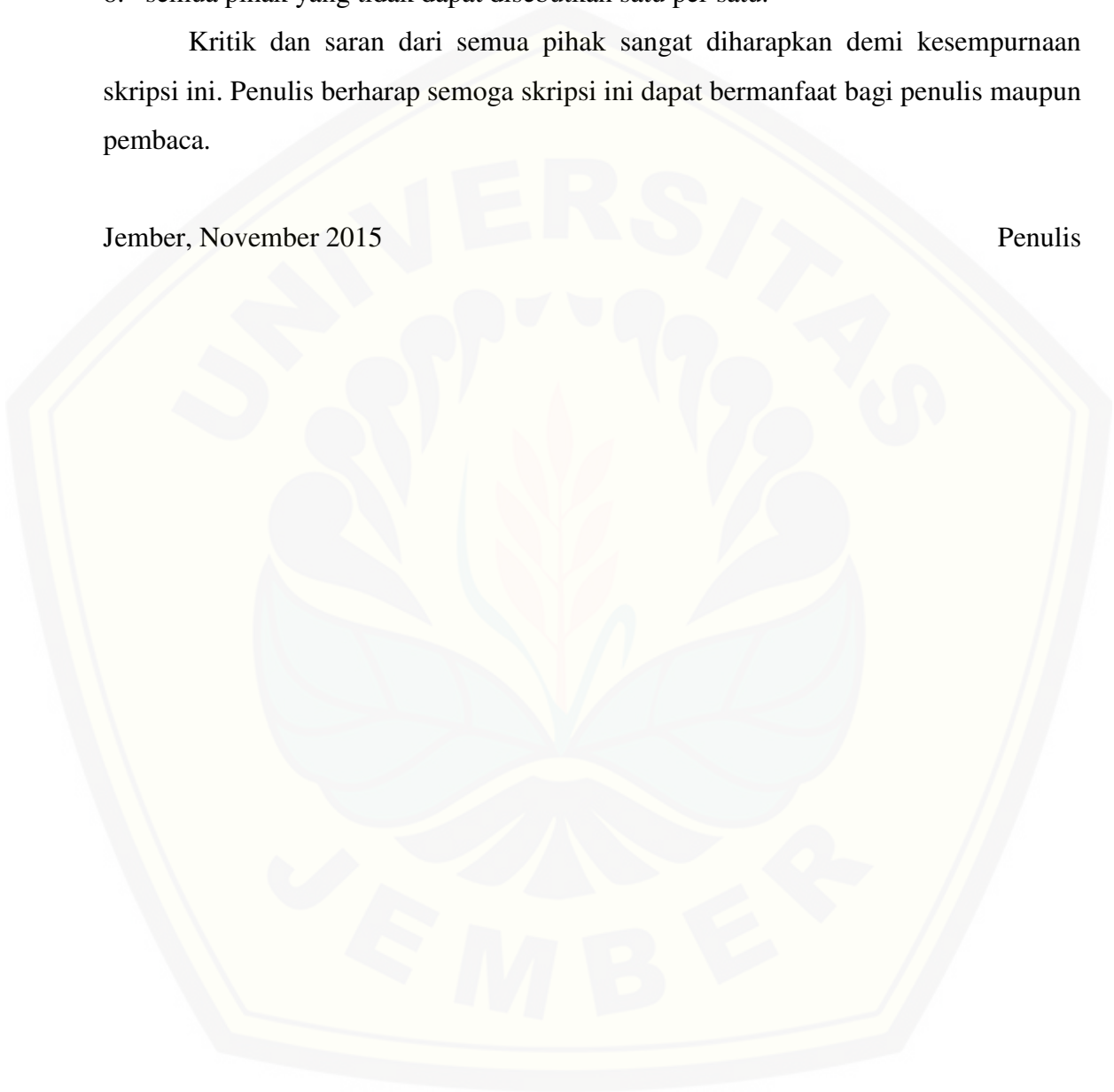
1. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
4. kedua orangtuaku Bapak Jaenuri dan Ibu Vika Dwi Bitasari, serta Adikku Fandika Apriliano yang telah senantiasa memberikan doa dan semangat;
5. Toto Adi Guna yang selalu memberi motivasi, bantuan, dan dukungan serta mengingatkan penulis untuk selalu semangat dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Nova Alviati, Ria Fitriani, Alvy Vironica Fitrotin Mustain, Alex T.Z., A. Hamid, Moch. Shobirin, Yahya E., Desi F.Z., Zainul Muzaki, Miftahul J., Kharis S.L., Rosaria D.S., Amanda N.I., Vita P.L., Novi D.A., dan semua teman-teman GP-11 (Gold-Physics 2011) yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini;

7. teman-teman kos ATIMER'S (terutama Zahrotul M., Radita S.A., Dila I.S.T., dan Nurlaila O.) yang selalu menjadi penghibur disaat lelah;
8. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Jember, November 2015

Penulis



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</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> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<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 Penelitian</b> .....	4
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Bedak Wajah</b> .....	6
<b>2.2 Radiasi Sinar-UV</b> .....	9
<b>2.3 Sifat-sifat Cahaya</b> .....	10
2.3.1 Refleksi dan Pembiasan Cahaya .....	10
2.3.2 Polarisasi Cahaya .....	13
<b>2.4 Kapasitor</b> .....	22

<b>2.5 Kapasitor Plat Sejajar</b> .....	23
<b>2.6 Konstanta Dielektrik (<math>\kappa</math>)</b> .....	26
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	31
<b>3.1 Tempat dan Waktu</b> .....	31
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	31
3.2.1 Alat Penelitian .....	31
3.2.2 Bahan Penelitian .....	32
<b>3.3 Rancangan Penelitian</b> .....	32
3.3.1 Diagram Alir Penelitian .....	32
3.3.2 Susunan Alat .....	34
3.3.3 Perlakuan Bahan.....	38
3.3.4 Pengambilan Data .....	39
3.3.5 Analisis Data .....	41
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	44
<b>4.1 Hasil</b> .....	44
4.1.1 Hasil Pengolahan Data Penelitian untuk Nilai Reflektansi....	44
4.1.2 Hasil Pengolahan Data Penelitian untuk Nilai Konstanta Dielektrik .....	49
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	55
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	65
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	65
<b>5.2 Saran</b> .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	67
<b>LAMPIRAN</b> .....	71

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) untuk beberapa bahan dielektrik.....	30
4.1 Perhitungan nilai indeks bias (n) berdasarkan sudut Brewster ( $\theta_B$ ) pada setiap tingkatan nilai SPF .....	46
4.2 Nilai indeks bias (n) dan reflektansi (R) setiap tingkatan SPF.....	46
4.3 Persamaan regresi untuk grafik hubungan nilai indeks bias (n) dan reflektansi (R) setiap tingkatan nilai SPF .....	48
4.4 Hasil uji statistik one-way ANOVA untuk hubungan indeks bias (n) dengan reflektansi (R) dari setiap sampel bahan penelitian.....	48
4.5 Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dari sampel bahan penelitian .....	50
4.6 Persamaan regresi untuk grafik hubungan nilai indeks bias (n) dan akar konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) untuk setiap tingkatan SPF.....	51
4.7 Uji signifikansi hubungan hubungan nilai indeks bias dan akar konstanta dielektrik untuk setiap tingkatan SPF.....	51
4.8 Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dan reflektansi (R) setiap tingkatan SPF ...	52
4.9 Persamaan regresi untuk grafik hubungan konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan nilai reflektansi (R) setiap tingkatan nilai SPF.....	54
4.10 Persamaan regresi untuk grafik hubungan konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan nilai reflektansi (R) setiap tingkatan nilai SPF.....	54

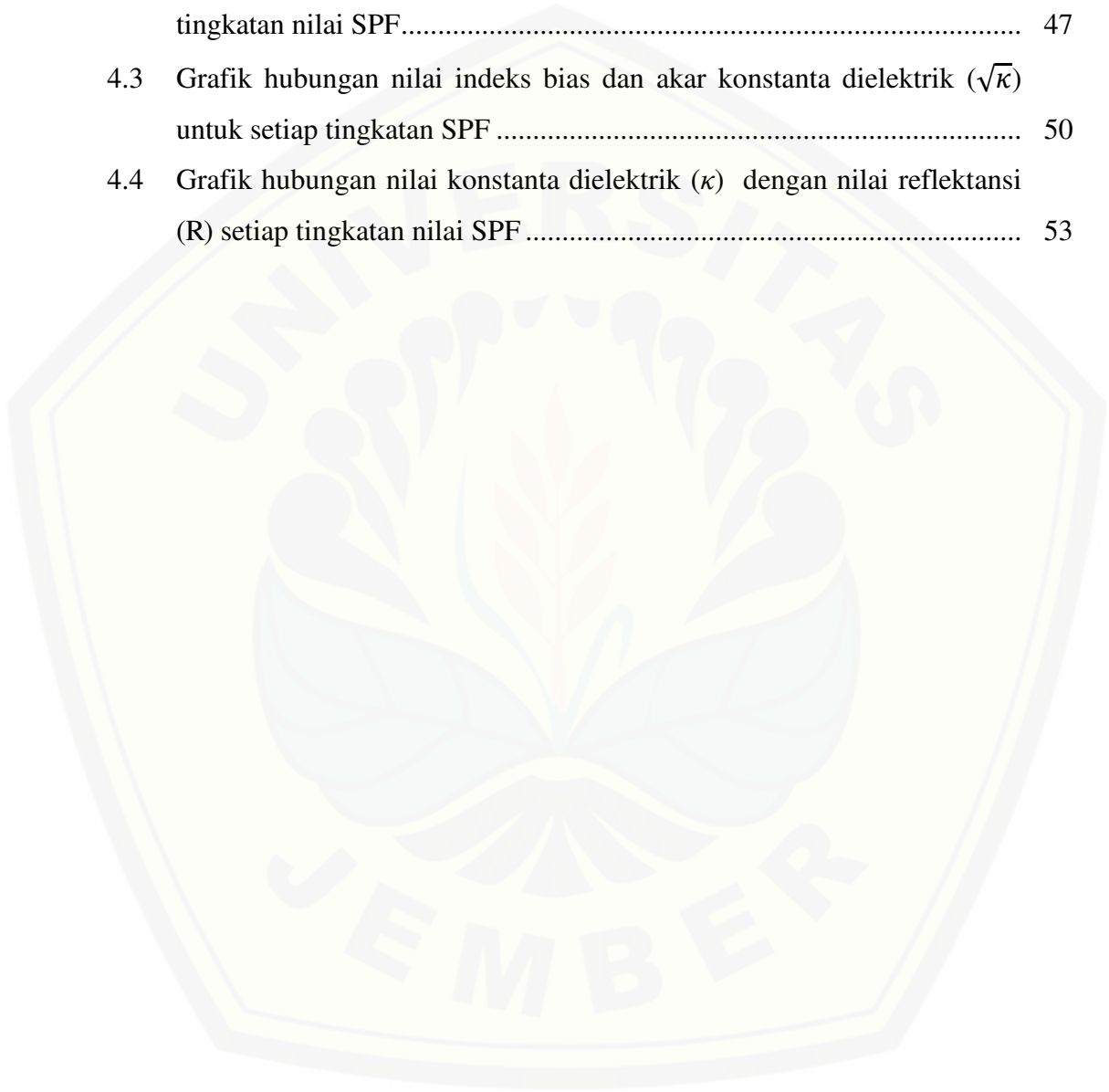


**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Grafik hubungan SPF dengan proteksinya terhadap radiasi sinar-UV.....	7
2.2 Refleksi dan pembiasan gelombang elektromagnetik pada permukaan batas antara dua medium .....	11
2.3 Grafik hubungan antara sudut datang $\theta$ terhadap nilai reflektansi (R) dan transmitansi (T) dari suatu refleksi eksternal .....	16
2.4 Skema pengukuran intensitas refleksi dan transmisi pada suatu larutan gula dan garam.....	17
2.5 Sudut Brewster ( $\theta_B$ ) akibat polarisasi yang terjadi pada kaca dielektrik ..	19
2.6 Grafik hubungan nilai sudut datang dengan nilai koefisien refleksi dan kuadrat koefisien refleksi (reflektansi) dari kaca dielektrik .....	20
2.7 Hubungan antara indeks bias (n) dengan reflektansi (R) dan (b) transmitansi (T) untuk indeks cahaya datang (n)=1.....	21
2.8 Garis gaya dari dua buah plat terisolasi yang sama besar dan berlawanan tanda .....	22
2.9 Kapasitor plat sejajar .....	23
2.10 Perubahan potensial akibat penambahan bahan dielektrik .....	27
2.11 Polarisasi bahan dielektrik diakibatkan oleh adanya medan listrik .....	28
2.12 Permukaan induksi muatan pada bahan dielektrik .....	29
3.1 Diagram alir penelitian .....	33
3.2 Skema peralatan penelitian untuk penentuan nilai reflektansi (R) .....	34
3.3 Susunan peralatan penelitian untuk penentuan nilai reflektansi (R).....	35
3.4 Skema peralatan penelitian untuk penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ).....	36
3.5 Susunan peralatan penelitian untuk penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ).....	37



4.1	Grafik hubungan sudut datang ( $\theta$ ) dengan reflektansi (R) setiap tingkatan nilai SPF.....	45
4.2	Grafik hubungan nilai indeks bias (n) dan reflektansi (R) setiap tingkatan nilai SPF.....	47
4.3	Grafik hubungan nilai indeks bias dan akar konstanta dielektrik ( $\sqrt{\kappa}$ ) untuk setiap tingkatan SPF .....	50
4.4	Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan nilai reflektansi (R) setiap tingkatan nilai SPF .....	53



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Bahan penyusun bedak untuk setiap tingkatan nilai SPF .....	71
B. Kalibrasi alat penentuan nilai reflektansi bahan .....	74
C. Perhitungan nilai reflektansi untuk setiap tingkatan nilai SPF .....	76
D. Grafik hubungan sudut datang dengan reflektansi untuk setiap tingkatan SPF .....	86
E. Perhitungan nilai indeks bias berdasarkan sudut Brewster setiap tingkatan SPF .....	86
F. Hubungan nilai indeks bias dengan reflektansi setiap tingkatan SPF .....	87
G. Perhitungan nilai konstanta dielektrik untuk setiap tingkatan SPF .....	94
H. Hubungan nilai indeks bias dengan konstanta dielektrik sudut Brewster setiap tingkatan SPF .....	95
I. Grafik hubungan nilai indeks bias dan akar konstanta dielektrik untuk setiap tingkatan SPF .....	95
J. Hubungan nilai konstanta dielektrik dengan reflektansi setiap tingkatan SPF .....	97
K. Dokumentasi penelitian .....	104

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki intensitas sinar matahari yang tinggi sepanjang tahunnya. Matahari memancarkan berbagai macam sinar, baik yang dapat dilihat dengan mata (visible) dan yang tidak dapat dilihat oleh mata (non-visible) dengan panjang gelombang tertentu. Salah satu contoh sinar dari pancaran matahari yang tidak nampak oleh mata tetapi dapat dirasakan pengaruhnya oleh manusia adalah sinar-UV. Sinar ini dapat bermanfaat bagi tubuh sebagai pensintesa vitamin D dan pembunuh bakteri. Akan tetapi, disamping bermanfaat sinar-UV dapat pula memberikan efek negatif apabila lamanya penyinaran dan intensitas yang diterima tubuh terlalu tinggi (Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, 2009).

Efek negatif yang ditimbulkan karena radiasi sinar-UV berlebih adalah adanya kerusakan pada tubuh terutama pada bagian kulit yang merupakan lapisan terluar. Kulit terbakar matahari merupakan salah satu akibat dari adanya radiasi sinar-UV dari matahari (Food and Drug Administration, 2012). Kulit terbakar matahari merupakan efek ringan dari adanya radiasi sinar-UV, sedangkan efek yang lebih besar adalah adanya kanker kulit dan photoaging (Gammon, 2012). Photoaging yang merupakan proses penuaan dari luar termasuk dalam salah satu masalah kulit yang ditakuti oleh sebagian besar wanita. Proses tersebut terjadi secara berangsur-angsur akibat adanya perubahan klinis dan histologis kulit (Rijken, 2011). Menurut Shah dan Mahajan (2013), photoaging bermula karena adanya penurunan jumlah oksigen reaktif, nitrogen reaktif, dan pemanasan yang terjadi pada saat penjaran sinar-UV. Hal ini menyebabkan kenaikan resiko kerusakan pada DNA tubuh. Faktor-faktor tersebut selanjutnya dapat merusak kolagen dan membentuk kerutan yang merupakan tanda dari adanya penuaan.

Selain itu, radiasi dari sinar-UV secara tidak langsung juga menyebabkan kulit melanoma yang disebabkan oleh adanya photoaging. Melanoma ini terjadi pada hampir 80% penduduk Eropa dan 90% penduduk Amerika Utara. Kasus yang cukup mengejutkan juga terjadi pada kasus kanker kulit akibat adanya radiasi sinar-UV berlebih, dengan jumlah 67.000 kasus per tahun di Newzeland serta menjadi penyebab 65.000 kematian di dunia. Pada dasarnya kulit memiliki perlindungan alami terhadap radiasi sinar-UV, tetapi seringkali tidak mencukupi bila dibandingkan dengan intensitas radiasi yang tinggi (Dirjen POM dalam Rohdiana, et al., 2008). More (2007) menyatakan bahwa, dibutuhkan adanya kosmetik yang mengandung tabir surya sebagai pelindung buatan. Pertimbangan tersebut didasarkan pada kemampuan perlindungan alami kulit yang terbatas serta adanya kerusakan kulit yang disebabkan oleh radiasi sinar-UV.

Salah satu jenis kosmetik yang mengandung tabir surya adalah bedak wajah. Kemampuan dari bahan tersebut sebagai tabir surya dinyatakan dalam satuan SPF (Sun Protection Factor) (Food and Drug Administration, 2014). Tingkatan nilai SPF diklasifikasikan menjadi SPF rendah (low), SPF sedang (medium), SPF tinggi (high), dan SPF sangat tinggi (very high) (Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, 2009). Pada dasarnya, suatu tabir surya dilihat dari metode perlindungannya terhadap radiasi sinar-UV dapat dibedakan menjadi dua yaitu tabir surya kimiawi dan tabir surya fisik. Tabir surya kimiawi bekerja dengan jalan mengabsorpsi radiasi dari sinar-UV. Sedangkan untuk tabir surya fisik bekerja dengan jalan memantulkan sinar yang mengenainya, sehingga dapat melakukan perlindungan terhadap adanya radiasi sinar-UV (Bondi, et al. dalam Handayani, 2011). Bahan yang diperbolehkan digunakan oleh Food and Drug Administration (FDA) sebagai tabir surya fisik antara lain, Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dan Zink Oksida ( $\text{ZnO}$ ) (Keaney & Kirsner, 2010). Bahan-bahan tersebut merupakan bahan penyusun pembuatan produk bedak wajah yang memiliki kemampuan perlindungan terhadap radiasi sinar-UV. Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dan Zink Oksida ( $\text{ZnO}$ ) memiliki nilai permitivitas relatif ( $\epsilon_0$ ) dan indeks bias ( $n$ )

yang tinggi (Saripudin, et al., 2013). Nilai permitivitas relatif ( $\epsilon_0$ ) dan indeks bias ( $n$ ) tersebut erat kaitannya dengan cepat rambat gelombang ketika mengenai batas antara dua medium. Cepat rambat gelombang tersebut berpengaruh terhadap kemampuan refleksi dari suatu bahan (Alonso dan Finn, 1980b). Peristiwa ini menjelaskan bahwa penambahan bahan-bahan tersebut kedalam bedak wajah dapat meningkatkan kemampuannya sebagai suatu tabir surya fisik. Hal ini berarti pula menaikkan tingkatan nilai SPF dari bedak wajah tersebut.

Penelitian mengenai kemampuan setiap tingkatan SPF dalam melakukan perlindungan terhadap radiasi sinar-UV pernah dilakukan oleh Widiansyah (2002). Penelitian tersebut dilihat dari segi medis berdasarkan rentang waktu maksimum dari setiap tingkatan SPF dalam melindungi tubuh dari radiasi sinar-UV. Identifikasi kemampuan dari setiap tingkatan SPF tersebut didasarkan pada nilai indeks melanin dan eritema yang dihasilkan pada setiap rentang waktu. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa semakin besar tingkatan SPF maka kemampuannya dalam melindungi dari sinar-UV semakin baik. Pernyataan tersebut terlihat dari rentang waktu maksimum penggunaan yang semakin lama untuk tingkatan nilai SPF yang semakin besar.

Berdasarkan penjelasan di atas maka akan dilakukan penelitian terhadap perlindungan dari suatu produk bedak wajah yang memiliki tingkatan nilai SPF dilihat dari sifat fisika bahan mengenai kemampuannya sebagai suatu tabir surya fisik. Kemampuan dari suatu produk bedak wajah yang memiliki tingkatan nilai SPF sebagai suatu tabir surya fisik dapat dilihat dari nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dan reflektansi ( $R$ ) yang dimilikinya. Pengukuran nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dan reflektansi ( $R$ ) dari suatu produk bedak wajah dilakukan untuk setiap tingkatan SPF yang tertera dalam label kemasan produk. Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) diukur dengan menggunakan prinsip kapasitor plat sejajar. Sedangkan pengukuran nilai reflektansi ( $R$ ) dilakukan dengan menggunakan prinsip refleksi dan transmisi gelombang cahaya.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan pokok permasalahan yang ingin diteliti yaitu bagaimana hubungan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan reflektansi (R) bedak wajah berdasarkan tingkatan SPF (Sun Protection Factor) berkaitan dengan kemampuan perlindungannya terhadap radiasi sinar-UV?

## 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka diperlukan batasan masalah agar penelitian dapat lebih terarah. Batasan masalah yang diberikan sebagai berikut:

1. Bahan penelitian merupakan bedak wajah yang hanya dibedakan atas tingkatan nilai SPF (Sun Protection Factor) pada produk.
2. Warna sampel bedak wajah yang digunakan merupakan bedak wajah dengan warna sama, yaitu golden beige.
3. Kapasitansi yang digunakan memiliki spesifikasi pengukuran mulai dari 200pF - 20mF.
4. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser berwarna ungu dengan panjang gelombang 405 nm yang nilainya mendekati nilai panjang gelombang dari sinar-UV, serta memiliki koherensi yang lebih dari 2 meter.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan penjelasan yang terdapat pada latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui hubungan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan reflektansi (R) bedak wajah berdasarkan tingkatan SPF (Sun Protection Factor) berkaitan dengan kemampuannya dalam melakukan perlindungan terhadap radiasi sinar-UV.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai, maka manfaat adanya informasi yang dihasilkan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai informasi awal mengenai kemampuan refleksi bedak wajah, baik yang non-SPF maupun yang memiliki tingkatan nilai SPF.
2. Adanya referensi mengenai bedak dengan tingkatan nilai SPF (Sun Protection Factor) yang seharusnya digunakan, sehingga dapat secara efektif melakukan perlindungan terhadap bahaya radiasi sinar-UV.
3. Kesadaran akan pentingnya penggunaan bedak wajah yang memiliki kandungan SPF (Sun Protection Factor), karena kemampuannya dalam merefleksikan sinar-UV yang memiliki dampak buruk bagi tubuh ketika intensitas radiasi yang diterimanya tinggi.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Bedak Wajah

Bedak wajah merupakan salah satu jenis kosmetik yang memiliki kemampuan sebagai tabir surya. Tabir surya pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu, tabir surya kimiawi dan tabir surya fisik (Shaath dalam Zulkarnain et al., 2013). Tabir surya fisik bekerja dengan memantulkan sinar sehingga radiasi dari sinar-UV dapat dipantulkan. Sedangkan, tabir surya kimiawi bekerja dengan mengabsorpsi panjang gelombang pada range UV A dan UV B dengan memanfaatkan sifat dari suatu senyawa (Bondi, et al. dalam Handayani, 2011).

Tabir surya fisik sangat efektif untuk melindungi kulit terhadap paparan sinar UV A maupun UV B. Contoh bahan yang dapat ditambahkan sebagai tabir surya fisik adalah Titanium dioksida, Zink Oksida, Petroleum Merah, Kromium Oksida dan Kobal Oksid (Shaath dalam Zulkarnain et al., 2013). Akan tetapi, menurut Keaney dan Kirsner (2010) hanya terdapat dua bahan tabir surya yang diperbolehkan oleh Food and Drug Administration (FDA) yaitu, Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) dan Zink Oksida ( $\text{ZnO}$ ). Kemampuan suatu bahan sebagai tabir surya dapat dinyatakan dengan satuan nilai SPF (Sun Protection Factor) (Food and Drug Administration, 2014).

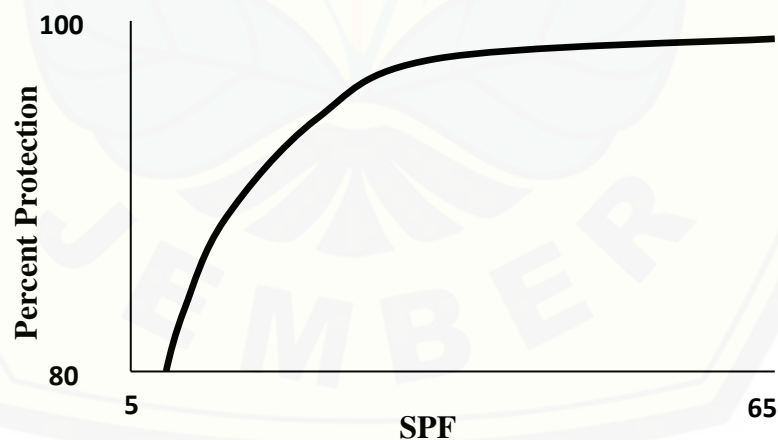
Widiansyah (2002) menyatakan bahwa, Sun Protection Factor (SPF) merupakan rasio antara dosis UV eritemogenik yang dibutuhkan untuk menimbulkan reaksi eritema minimal (MED) pada kulit yang dilindungi tabir surya dibandingkan dengan dosis UV yang dibutuhkan untuk menghasilkan reaksi eritema minimal yang sama tanpa tabir surya. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan nilai SPF adalah:

$$\text{SPF} = \frac{\text{Dosis eritema minimal pada kulit yang dilindungi tabir surya}}{\text{Dosis eritema minimal pada kulit tanpa dilindungi tabir surya}} \quad (2.1)$$

Suatu tabir surya dengan nilai SPF 5 dapat menahan 80% dosis eritema, yang berarti dapat melewatkan 20% dari paparan sinar-UV. SPF 15 dapat menahan 93,3% dosis eritema. Sedangkan, SPF 30 dapat menahan 96,6% dosis eritema. Badan Pengawas Obat dan Makanan RI (2009), menyatakan bahwa nilai tingkat SPF diklasifikasikan sebagai berikut :

- SPF rendah (low), apabila nilai SPF diantara 6-10
- SPF sedang (medium), apabila nilai SPF diantara 15-20-25
- SPF tinggi (high), apabila nilai SPF diantara 30-50
- SPF sangat tinggi (very high) atau untuk kondisi ekstrim, apabila nilai SPF-nya 50+

Grafik hubungan antara nilai SPF dengan kemampuan proteksi terhadap radiasi sinar-UV terlihat dari gambar berikut:



Gambar 2.1 Grafik hubungan nilai SPF dengan proteksinya terhadap radiasi sinar-UV (Sumber: Lavi N, 2013)

Selain itu, nilai SPF juga dapat dihitung dengan membandingkan jumlah waktu yang diperlukan untuk menghasilkan kulit terbakar sinar matahari pada kulit yang terlindungi dengan kulit yang tidak terlindungi oleh tabir surya (Idaho Department of Health dan Welfare dalam Lavi N, 2013).

Widiansyah (2002) melakukan penelitian mengenai besarnya kemampuan perlindungan suatu tabir surya dilihat dari segi bidang kedokteran terhadap radiasi sinar-UV. Besarnya kemampuan perlindungan tersebut dilihat dari nilai indeks melanin dan eritema yang dihasilkan ketika kulit dipaparkan sinar matahari. Melanin merupakan pigmen alami kulit yang dihasilkan oleh melanosit. Pigmen ini memiliki peranan yang penting dalam melindungi kulit dari radiasi sinar-UV (Colombo, et al., 2011). Sedangkan eritema merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan timbulnya kemerahan dan ruam pada kulit (University of Maryland Medical Center, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Widiansyah (2002) tersebut menghasilkan data nilai indeks melanin dan eritema pada kulit ketika dilindungi oleh tabir surya dengan nilai SPF 15 dan SPF 30 pada rentang waktu pemakaian 0, 30, 60, 90, dan 120 menit. Data penelitian pertama yang dihasilkan dari penelitian tersebut adalah nilai-nilai indeks melanin untuk setiap tingkatan nilai SPF pada rentang waktu pemakaian 0, 30, 60, 90, dan 120 menit. Untuk SPF 15 dihasilkan nilai indeks melanin masing-masing sebesar 0%, 0,394%, 1,615%, 3,575% dan 5,586%. Sedangkan, untuk SPF 30 sebesar 0%, 0,309%, 0,366%, 1,738% dan 3,798%. Dari data tersebut terlihat bahwa semakin besar tingkatan nilai SPF maka nilai indeks melanin yang dihasilkan untuk setiap rentang waktu semakin kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai SPF yang lebih besar memberikan perlindungan lebih besar pula terhadap radiasi sinar-UV yang mengenai kulit. Sedangkan data mengenai nilai indeks eritema yang dihasilkan untuk setiap tingkatan nilai SPF pada rentang waktu pemakaian 0, 30, 60, 90, dan 120 menit secara berturut-turut untuk SPF 15 adalah 0%, 0,324%, 2,516%, 5,227% dan 9,297%, serta SPF 30 sebesar 0%, 0,287%, 0,420%, 2,439%, dan 4,253%. Data tersebut memperlihatkan bahwa nilai SPF yang semakin besar

menghasilkan nilai indeks eritema yang semakin kecil. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai SPF maka perlindungannya akan lebih besar pula terhadap radiasi sinar-UV yang diterima kulit.

## **2.2 Radiasi Sinar-UV**

Menurut Smallman dan Bishop (1995) radiasi bersifat elektromagnetik, baik untuk cahaya monokromatik maupun polikromatik. Salah satu contoh radiasi adalah radiasi sinar-UV yang dihasilkan oleh adanya pancaran dari sinar matahari. Radiasi dari sinar-UV berada pada rentang panjang gelombang 300-400 nm. Rentang panjang gelombang tersebut dapat dibagi menjadi dua daerah, yaitu daerah UV A dengan rentang panjang gelombang 320-400 nm dan daerah UV B pada rentang 290-320 nm (Lowe dan Shaat dalam Gadri et al., 2012).

Radiasi dari sinar-UV dapat bermanfaat bagi manusia, diantaranya untuk mensintesis vitamin D dan berfungsi sebagai pembunuh bakteri. Namun, disamping bermanfaat radiasi dari sinar-UV juga dapat merugikan apabila rentang waktu dan intensitas penyinaran cukup tinggi (Badan Pengawas Obat dan Makanan RI, 2009). Dampak merugikan dari radiasi sinar-UV yaitu menjadi penyebab kerusakan tubuh terutama pada kulit. Kerusakan pada kulit tersebut dapat berupa kulit terbakar matahari (sunburn) (Food and Drug Administration, 2012). Bahkan terdapat akibat yang lebih besar dari adanya radiasi sinar-UV yaitu adanya kanker kulit dan photoaging (Gammon, 2012). Photoaging merupakan proses penuaan dini yang disebabkan karena adanya faktor luar tubuh akibat paparan sinar matahari atau sinar-UV, yang terjadi secara berangsur-angsur sehingga menyebabkan perubahan klinis dan histologis kulit (Rijken, 2011). Radiasi sinar-UV tersebut memiliki sifat yang sesuai dengan sifat-sifat cahaya ketika mengenai suatu medium. Sifat-sifat cahaya tersebutlah yang dapat digunakan sebagai dasar dalam meminimalisir dampak yang ditimbulkan oleh radiasi sinar-UV baik dampak positif maupun negatif bagi tubuh.

### 2.3 Sifat-sifat Cahaya

Cepat rambat suatu gelombang bergantung pada beberapa sifat fisis medium yang dilalui oleh gelombang. Contohnya, suatu gelombang elastik bergantung pada modulus elastisitas dan kerapatan medium. Sedangkan untuk gelombang elektromagnetik, kecepatannya bergantung pada permitivitas dan permeabilitas bahan yang dilalui gelombang. Adanya ketergantungan cepat rambat gelombang pada sifat-sifat medium tersebut menimbulkan suatu gejala refleksi dan pembiasan yang terjadi jika suatu gelombang melintasi suatu permukaan yang memisahkan dua medium dimana gelombang merambat dengan kecepatan yang berbeda. Selain itu, refleksi dan pembiasan mempengaruhi gejala polarisasi pada gelombang transversal (Alonso & Finn, 1980a). Sifat-sifat yang dimiliki gelombang dimiliki pula oleh cahaya. Berikut merupakan sifat-sifat dari gelombang:

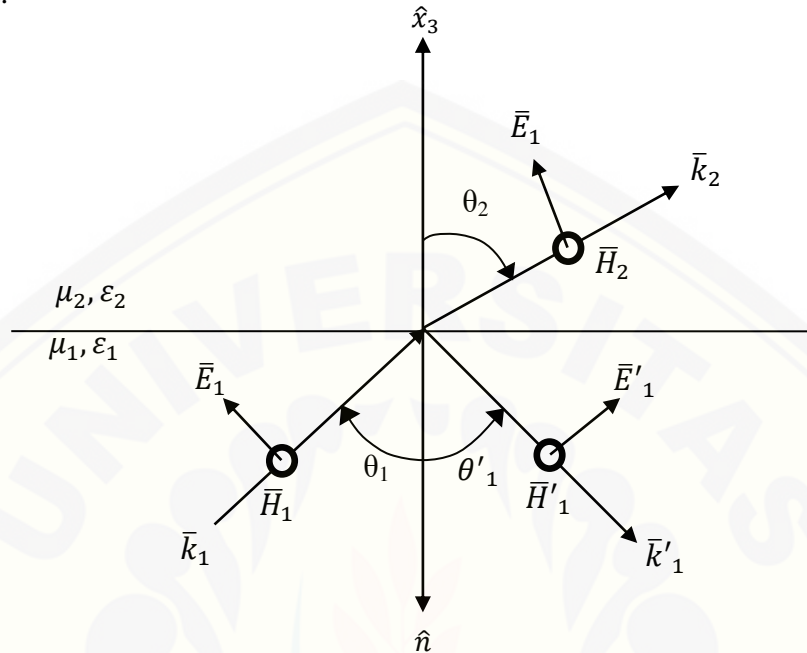
#### 2.3.1 Refleksi dan Pembiasan Cahaya

Apabila sebuah gelombang elektromagnetik (EM) mengenai permukaan bidang batas antara dua medium dengan sifat dielektrik yang berbeda maka akan menimbulkan terjadinya peristiwa refleksi dan transmisi (Tjia, 1994). Hukum yang berlaku pada peristiwa refleksi dan transmisi karena adanya bidang batas antara dua medium adalah Hukum Snellius. Menurut Soedjo (1992), Hukum Snellius merupakan suatu dasar untuk optika geometris yang berbunyi:

- 1) Sinar datang, garis normal, sinar pantul, dan sinar bias terletak pada satu bidang datar
- 2) Sudut pantul sama dengan sudut datang
- 3) Perbandingan antara sinus sudut datang dan sinus sudut bias adalah tetap, yang artinya tidak bergantung pada besar sudut datang.



Dalam Tjia (1994) digambarkan suatu bidang batas antara dua medium, sebagai berikut:



Gambar 2.2 Refleksi dan pembiasan gelombang elektromagnetik pada permukaan batas antara dua medium (Sumber: Tjia , 1994)

Gambar 2.2 menunjukkan suatu bidang batas yang terbentuk dari medium pertama dengan tetapan  $\mu_1, \epsilon_1$ , dan medium kedua dengan tetapan  $\mu_2, \epsilon_2$ . Pada gambar di atas terlihat suatu vektor propagasi dari suatu gelombang elektromagnetik (EM) yang melewati batas dua medium. Gelombang datang, pantul dan bias yang dihasilkan masing-masing memiliki sudut ( $\theta$ ), komponen medan listrik (E) dan medan magnet (H), serta vektor bidang (k). Gelombang datang, pantul dan bias pada gambar di atas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\bar{E}_1(\bar{x}, t) = \bar{E}_1 e^{i(\omega_1 t - k_1 \cdot \bar{x})}, \quad \bar{H}_1(\bar{x}, t) = \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\mu_1}} \hat{k}_1 \times \bar{E}_1(\bar{x}, t); \quad (2.2)$$

$$\bar{E}'_1(\bar{x}, t) = \bar{E}'_1 e^{i(\omega'_1 t - k'_1 \cdot \bar{x})}, \quad \bar{H}'_1(\bar{x}, t) = \sqrt{\frac{\epsilon_1}{\mu_1}} \hat{k}'_1 \times \bar{E}'_1(\bar{x}, t); \quad (2.3)$$

$$\bar{E}_2(\bar{x}, t) = \bar{E}_2 e^{i(\omega_2 t - k_2 \cdot \bar{x})}, \quad \bar{H}_2(\bar{x}, t) = \sqrt{\frac{\epsilon_2}{\mu_2}} \hat{k}_2 \times \bar{E}_2(\bar{x}, t); \quad (2.4)$$

Ketiga gelombang tersebut saling berhubungan karena adanya syarat-syarat batas yang berlaku pada bidang batas antara dua medium. Syarat tersebut merupakan syarat kontinuitas yang berlaku untuk setiap saat dan setiap titik pada permukaan batas. Hubungan-hubungan yang terjadi sebagai berikut:

- $\omega_1 t = \omega'_1 t = \omega_2 t$ , untuk setiap  $t$  sehingga  $\omega'_1 = \omega_1 = \omega_2 = \omega$
- $\bar{k}_1 \cdot \bar{x} = \bar{k}'_1 \cdot \bar{x} = \bar{k}_2 \cdot \bar{x}$ , untuk setiap  $x$  pada bidang batas dengan  $\bar{k}_1, \bar{k}'_1$  dan  $\bar{k}_2$  secara berurutan merupakan vektor-vektor sebidang untuk bidang datang, bidang pantul, dan bidang bias.

Ketika bidang datang dibuat sejajar sumbu  $x_3$  seperti diperlihatkan dalam gambar 2.3 dan dengan memilih  $\bar{x}$  sepanjang garis potong antara bidang datang dengan bidang batas maka dari hubungan (a) di atas diperoleh persamaan:

$$k_1 = k'_1 = \omega \sqrt{\mu_1 \epsilon_1} \quad (2.5)$$

serta, dari (b) diperoleh pula persamaan berikut:

$$k_1 \sin \theta_1 = k'_1 \sin \theta'_1 = k_2 \sin \theta_2 \quad (2.6)$$

Sehingga, kedua persamaan di atas menghasilkan Hukum Refleksi yang berupa persamaan antara sudut datang dengan sudut pantul:

$$\theta'_1 = \theta_1 \quad (2.7)$$

Selanjutnya bentuk lain dari persamaan (2.6) dapat ditulis menjadi:



$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{k_2}{k_1} = \sqrt{\frac{\mu_2 \varepsilon_2}{\mu_1 \varepsilon_1}} = \frac{v_1}{v_2} \quad (2.8)$$

Ketika digunakan definisi indeks bias  $n_i = \frac{c}{v_i}$ , maka hubungan yang terbentuk dapat dituliskan dalam Hukum Snellius yang menghubungkan sudut bias dengan sudut datang:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.9)$$

Sedangkan hubungan antara indeks bias  $n$  dengan permitivitas ( $\varepsilon$ ) dan permeabilitas ( $\mu$ ) pada batas dua medium, menurut Pain (2005) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\frac{\mu \varepsilon}{\mu_0 \varepsilon_0}} = \sqrt{\varepsilon_r} \quad (2.10)$$

dengan,

$$\frac{\mu}{\mu_0} = \mu_r \approx 1 \quad (2.11)$$

### 2.3.2 Polarisasi Cahaya

Syarat cahaya terpolarisasi adalah ketika cahaya yang jatuh pada spesimen harus memiliki polarisasi-bidang (Smallman dan Bishop, 1995). Tjia (1994) menggambarkan suatu hubungan antara medan  $\vec{E}$  dan  $\vec{H}$  dalam dua medium. Syarat batas kontinuitas yang harus dipenuhi oleh medan  $\vec{E}$  dan  $\vec{H}$  pada suatu bidang batas antara dua medium, menyebabkan adanya dua jenis polarisasi gelombang yaitu polarisasi TE (Transverse Electric) dan TM (Transverse Magnetic). Polarisasi TE (Transverse Electric) terjadi ketika medan  $\vec{E}$  tegak lurus dengan bidang datang. Sedangkan, polarisasi TM (Transverse Magnetic) terjadi ketika medan  $\vec{E}$  sejajar dengan bidang datang. Kedua jenis polarisasi tersebut memiliki persamaan koefisien refleksi dan transmisi sebagai berikut:

$$r_{\parallel} = \frac{\tan(\theta_1 - \theta_2)}{\tan(\theta_1 + \theta_2)} \quad (2.12)$$

$$t_{\parallel} = \frac{2 \cos \theta_1 \sin \theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2) \cos(\theta_1 + \theta_2)} \quad (2.13)$$

$$r_{\perp} = -\frac{\sin(\theta_1 - \theta_2)}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \quad (2.14)$$

$$t_{\perp} = \frac{2 \cos \theta_1 \sin \theta_2}{\sin(\theta_1 + \theta_2)} \quad (2.15)$$

Bentuk di atas dikenal sebagai Persamaan Fresnel. Dengan menampilkan indeks bias  $n_1$  dan  $n_2$ , maka secara eksplisit Persamaan Fresnel dapat dituliskan dalam bentuk:

$$r_{\parallel} = \frac{n_2 \cos \theta_1 - n_1 \cos \theta_2}{n_1 \cos \theta_2 + n_2 \cos \theta_1} \quad (2.16)$$

$$t_{\parallel} = \frac{2n_1 \cos \theta_1}{n_1 \cos \theta_2 + n_2 \cos \theta_1} \quad (2.17)$$

$$r_{\perp} = \frac{n_1 \cos \theta_1 - n_2 \cos \theta_2}{n_1 \cos \theta_1 + n_2 \cos \theta_2} \quad (2.18)$$

$$t_{\perp} = \frac{2n_1 \cos \theta_1}{n_1 \cos \theta_1 + n_2 \cos \theta_2} \quad (2.19)$$

Ketika  $\theta_1 \rightarrow 0$  dan  $\theta_2 \rightarrow 0$  maka:

$$\sin(\theta_2 - \theta_1) \sim \tan(\theta_2 - \theta_1) \sim (\theta_2 - \theta_1) \quad (2.20)$$

dan,

$$r_{\parallel} \sim r_{\perp} \sim \frac{(\theta_2 - \theta_1)}{(\theta_2 + \theta_1)} \sim \frac{\frac{1}{n_2} - \frac{1}{n_1}}{\frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_1}} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \quad (2.21)$$

Sehingga didapatkan,

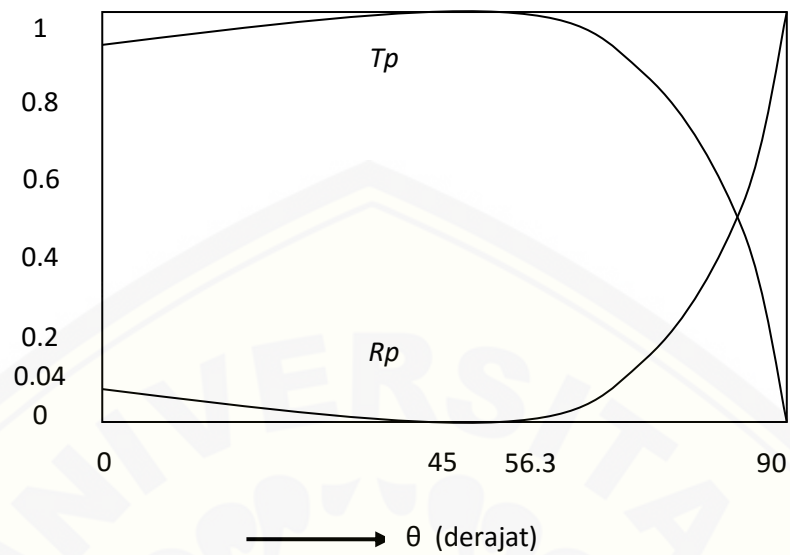
$$r^2_{\theta \rightarrow 0} = \frac{I_r}{I_i} = \left( \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 \quad (2.22)$$

dimana,  $I_r$  merupakan intensitas cahaya terefleksi dan  $I_i$  merupakan intensitas cahaya datang (Pain, 2005). Menurut Sharma (2006), persamaan  $r^2$  tersebut dapat pula dinyatakan sebagai reflektansi dengan notasi R. Hubungan antara reflektansi (R) dan transmitansi (T) dapat dituliskan sebagai berikut:

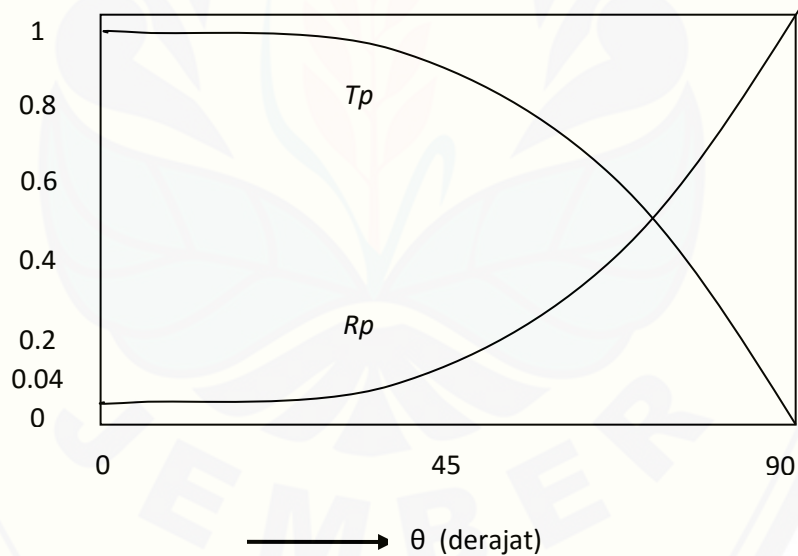
$$R + T = 1 \quad (2.23)$$

Selain itu, pada suatu peristiwa cahaya terefleksi yang menuju dua buah komponen bidang polarisasi yang masing-masing berfungsi sebagai polarisator dan analisator, maka nilai dari reflektansi cahaya akan mengalami peningkatan seiring bertambahnya sudut datang cahaya. Pada saat sudut datang cahaya bernilai  $90^0$  maka cahaya dipantulkan keseluruhan. Apabila polarisator diorientasikan dengan bagian sejajar utamanya terhadap bidang datang, maka arah getar cahaya merupakan getaran sejajar terhadap bidang datang. Sedangkan rotasi dari polarisator yang melebihi  $90^0$  menyebabkan arah getar cahaya tegak lurus terhadap bidang datang (Jenkins & White, 2001).

Hubungan antara sudut datang  $\theta$  dengan perubahan besarnya reflektansi dan transmitansi pada bidang polarisasi, dapat terlihat pada gambar 2.3. Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara sudut datang  $\theta$  terhadap nilai reflektansi dan transmitansi dari suatu refleksi eksternal. Refleksi eksternal merupakan refleksi yang terjadi akibat adanya cahaya yang melewati batas medium dari medium yang kurang rapat ke medium yang lebih rapat ( $n_1 < n_2$ ).



(a)

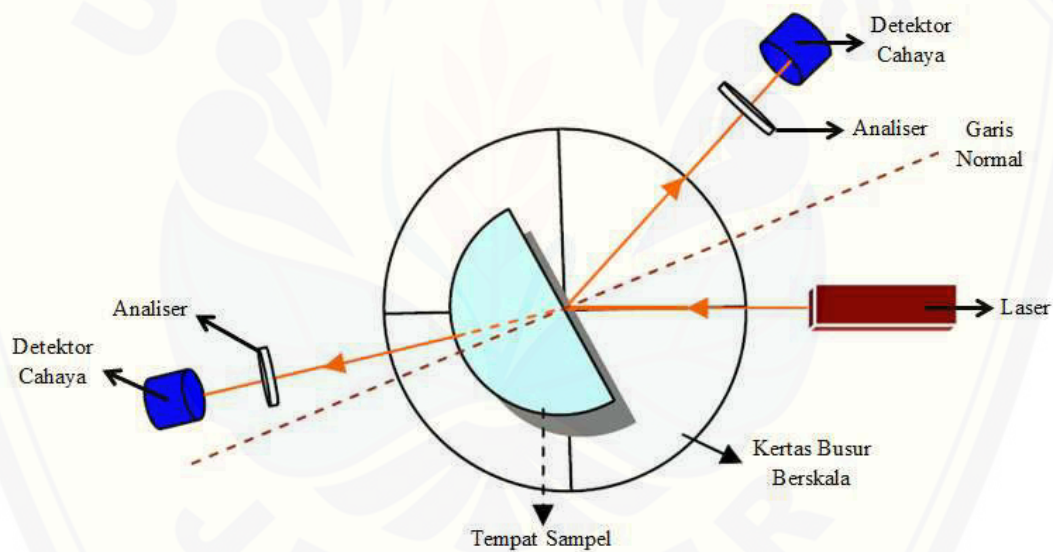


(b)

Gambar 2.3 Grafik hubungan antara sudut datang  $\theta$  terhadap nilai reflektansi (R) dan transmitansi (T) untuk sinar datang (a) sejajar bidang dan (b) tegak lurus bidang dari suatu refleksi eksternal (Sumber: Sharma, 2006)

Gambar 2.3 (a) menunjukkan pola grafik hubungan antara sudut datang  $\theta$  terhadap nilai reflektansi dan transmitansi dari suatu refleksi eksternal untuk sinar datang sejajar dengan bidang polarisasi, sedangkan (b) untuk sinar datang tegak lurus dengan bidang polarisasi (Sharma, 2006).

Ratnawati (2005) dalam laporan penelitiannya mengenai reflektansi dan transmisi pada suatu larutan gula dan garam, menuliskan metode yang dapat digunakan dalam menentukan nilai reflektansi (R) dan transmisi (T) dari kedua larutan tersebut. Pengukuran dilakukan dengan menyusun rancangan alat berupa analiser yang disusun dengan sudut  $0^{\circ}$  dan  $90^{\circ}$ . Gambar 2.6 berikut menunjukkan ilustrasi dari rancangan alat.



Gambar 2.4 Skema pengukuran intensitas refleksi dan transmisi pada suatu larutan gula dan garam (Sumber: Ratnawati, 2005)

Hasil pengukuran dengan menggunakan metode pengukuran di atas menghasilkan nilai pengukuran berupa intensitas refleksi ( $I_r$ ) dan transmisi ( $I_t$ ) dari bahan. Hasil pengolahan data penelitian menghasilkan nilai reflektansi (R) dan transmisi (T) untuk setiap variasi sudut datang. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa besar nilai reflektansi (R) dan transmisi (T) baik untuk TE maupun TM

dipengaruhi oleh sudut datang. Untuk keadaan TE yang merupakan polarisasi cahaya tegak lurus ( $\perp$ ) bidang datang, nilai reflektansi (R) mengalami kenaikan ketika sudut datangnya semakin besar dengan nilai transmitansi (T) semakin kecil. Sedangkan reflektansi (R) untuk TM yang merupakan polarisasi cahaya sejajar ( $\parallel$ ) bidang datang, nilai reflektansi (R) mengalami penurunan sampai pada besar sudut tertentu, kemudian naik secara drastis. Penurunan ini terjadi karena adanya sudut Brewster.

Sudut Brewster merupakan sudut yang nilainya didapatkan ketika nilai koefisien refleksi cahaya terpolarisasi pada bidang datang memiliki nilai nol. Nilai koefisien refleksi cahaya terpolarisasi dapat bernilai nol ketika sudut yang terbentuk antara arah rambat cahaya hasil refleksi dan transmisi memiliki nilai sudut sebesar  $90^0$ . Gelombang cahaya terpolarisasi sejajar ( $\parallel$ ) pada sudut Brewster tidak mengalami peristiwa refleksi, tetapi mengalami transmisi sepenuhnya. Sedangkan untuk cahaya terpolarisasi tegak lurus ( $\perp$ ) sebagian direfleksikan dan sebagian lagi ditransmisikan untuk keseluruhan sudut datang termasuk pada sudut Brewster. Keadaan tersebut menghasilkan persamaan sudut Brewster yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\tan \theta_B = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.24)$$

dengan,  $n_1$  merupakan indeks bias medium pertama dan  $n_2$  merupakan medium kedua (Sharma, 2006). Persamaan (2.24) dihasilkan dari adanya sudut yang terbentuk antara arah rambat cahaya hasil refleksi dan transmisi sebesar  $90^0$ , sehingga menyebabkan  $\sin \theta_2 = \cos \theta_1$ . Sehingga ketika disubstitusikan kedalam Hukum Snellius dihasilkan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\sin \theta_1}{\cos \theta_1} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.25)$$

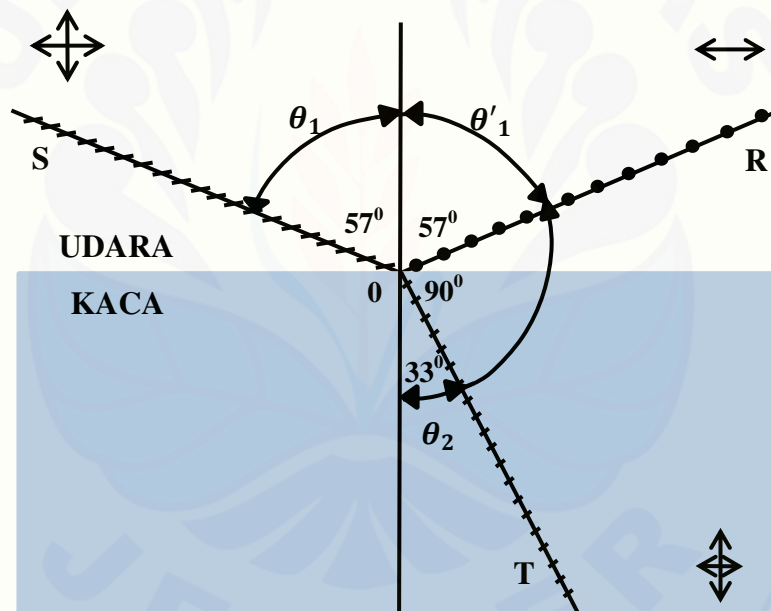


$$\tan \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \quad (2.26)$$

Nilai sudut datang  $\theta_1$  dapat didefinisikan sebagai sudut Brewster  $\theta_B$  (Hecht, 2002). Dalam bukunya, Jenkins & White (2001) menuliskan persamaan sudut Brewster sebagai berikut:

$$\tan \theta_B = n \quad (2.27)$$

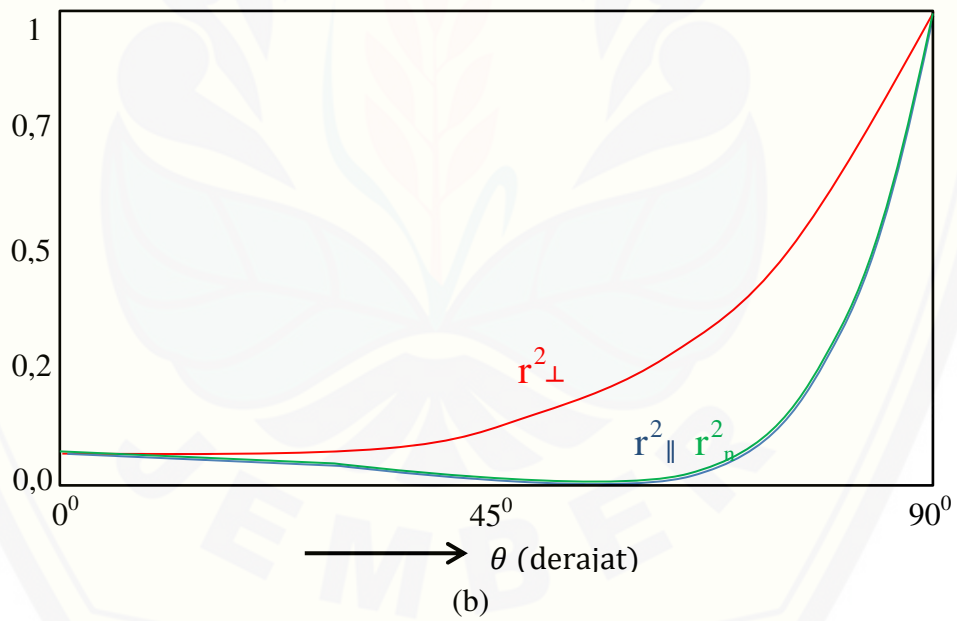
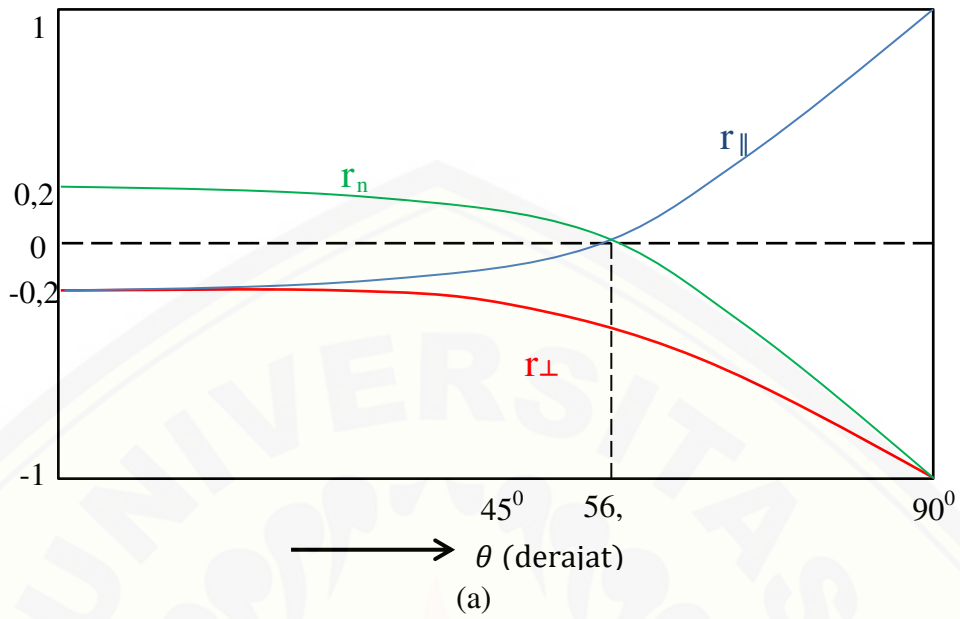
Prinsip dari sudut Brewster dapat diamati pada sebuah contoh bahan dielektrik. Gambar 2.10 berikut menjelaskan adanya sudut Brewster akibat polarisasi yang terjadi pada kaca dielektrik.



Gambar 2.5 Sudut Brewster ( $\theta_B$ ) akibat polarisasi yang terjadi pada kaca dielektrik (Sumber: Jenkins & White, 2001)

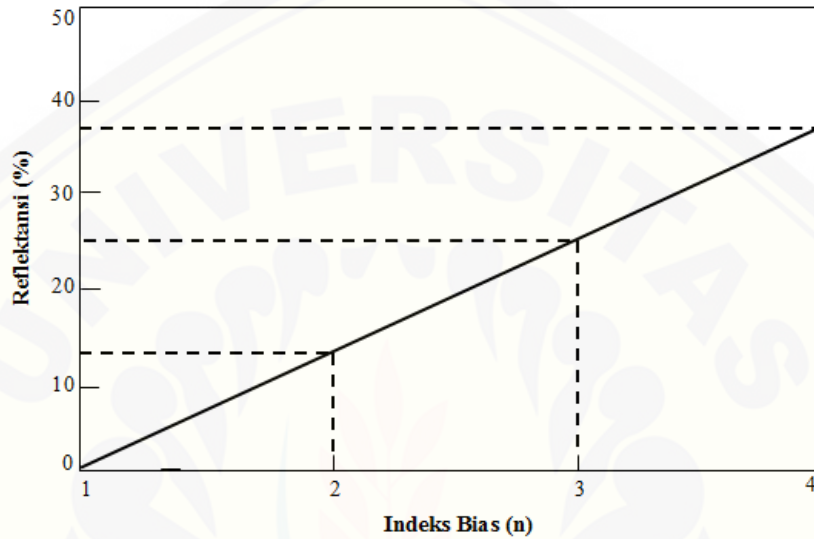
Dari gambar di atas maka didapatkan hubungan nilai sudut datang dengan nilai koefisien refleksi dan kuadrat koefisien refleksi (reflektansi) dari kaca dielektrik, yang dinyatakan dalam grafik berikut:



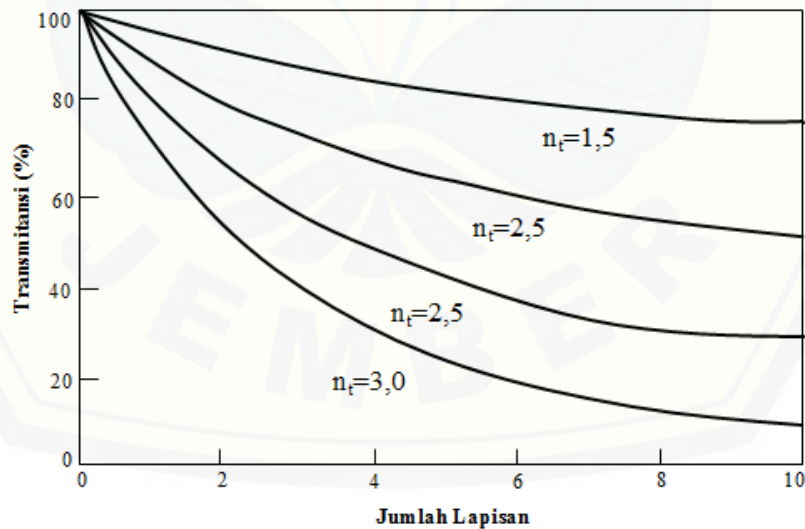


Gambar 2.6 Grafik hubungan nilai sudut datang dengan nilai (a) koefisien refleksi, dan (b) kuadrat koefisien refleksi (reflektansi) dari kaca dielektrik (Sumber: Sharma, 2006)

Dalam bukunya Hecht (2002), menyatakan bahwa nilai reflektansi (R) dan transmitansi (T) dari suatu cahaya datang bergantung pada nilai indeks bias (n) dari medium yang dilewatinya. Hubungan antara indeks bias (n) dengan reflektansi (R) dan transmitansi (T) dapat terlihat dari gambar berikut:



(a)

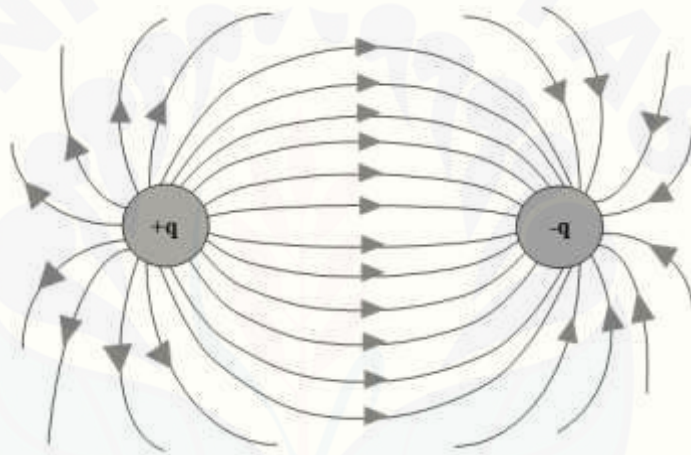


(b)

Gambar 2.7 Hubungan antara indeks bias (n) dengan (a) reflektansi (R), dan (b) transmitansi (T) untuk indeks cahaya datang ( $n=1$ ) (Sumber: Hecht, 2002)

## 2.4 Kapasitor

Kapasitor merupakan suatu alat yang menyimpan energi listrik dalam bentuk medan listrik (Beiser, 1962). Menurut Halliday dan Resnick (1997), sebuah kapasitor secara umum dapat disusun dari dua buah plat yang geometrinya diabaikan. Kedua plat tersebut seluruhnya terisolasi dari keadaan sekitar dan mengangkut muatan-muatan yang sama besar dan berlawanan tanda, sebesar  $+q$  dan  $-q$ . Tiap-tiap garis gayanya berasal dari  $+q$  menuju  $-q$ , seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2.8 Garis gaya dari dua buah plat terisolasi yang sama besar dan berlawanan tanda (Sumber: Halliday dan Resnick, 1997)

Plat pada gambar 2.8 merupakan sebuah konduktor, maka setiap titik pada plat tersebut memiliki potensial listrik yang sama. Selain itu, terdapat beda potensial diantara keduanya. Muatan ( $q$ ) dan beda potensial ( $V$ ) untuk kapasitor nilainya sebanding, sehingga didapatkan:

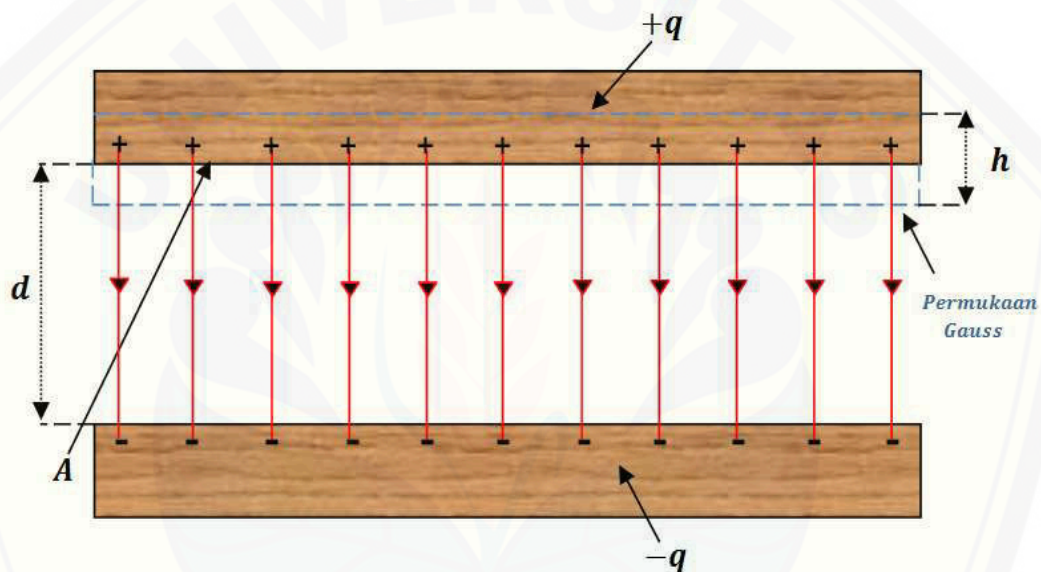
$$q = C_0 V \quad (2.28)$$

dimana,  $C_0$  merupakan kapasitansi dari sebuah kapasitor (Halliday & Resnick, 2008). Kapasitansi merupakan nilai geometris yang ditentukan oleh ukuran, bentuk, dan jarak pisah antara dua plat konduktor. Dalam satuan SI besarnya nilai

kapasitansi dinyatakan dalam Farad (F). Bentuk-bentuk geometris dari suatu konduktor antara lain kapasitor plat-sejajar, kapasitor silinder, dan kapasitor bola (Griffiths, 1999).

## 2.5 Kapasitor Plat Sejajar

Kapasitor plat sejajar merupakan sebuah kapasitor yang paling sederhana. Gambar 2.9 berikut merupakan gambaran dari sebuah kapasitor plat sejajar.



Gambar 2.9 Kapasitor plat sejajar  
(Sumber: Halliday dan Resnick, 1997)

Kapasitor plat sejajar terdiri dari dua keping logam yang terpasang sejajar pada jarak pisah sejauh  $d$ , yang jauh lebih kecil dari luas keping  $A$  (Bueche, 1989). Kapasitor ini biasanya hanya dipisahkan oleh adanya udara atau bahan pemisah lainnya (Beiser, 1962). Gambar 2.9 di atas memperlihatkan sebuah kapasitor plat sejajar yang penghantar-penghantar di dalamnya memiliki bentuk sebagai dua buah plat sejajar dengan luas  $A$  dan berjarak  $d$  satu dengan lainnya. Ketika setiap plat dihubungkan dengan sebuah sumber tegangan, maka muatan  $+q$  dengan sendirinya akan muncul pada salah satu plat dan  $-q$  pada plat lainnya. Apabila

nilai  $d$  jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi plat, maka medan listrik  $E$  diantara kedua plat tersebut akan seragam. Hal ini berarti bahwa garis-garis gaya akan sejajar dan berjarak sama terhadap satu dengan lainnya. Hukum-hukum keelektromagnetan mengharuskan adanya sejumlah lapisan pada sisi pinggiran plat, akan tetapi untuk  $d$  yang sangat kecil maka dapat diabaikan (Halliday dan Resnick, 1997).

Pada gambar di atas terlihat bahwa permukaan Gauss hanya melingkupi muatan  $q$  plat yang bermuatan positif, sehingga didapatkan suatu hubungan medan listrik  $\vec{E}$  diantara dua plat sejajar dengan menggunakan Hukum Gauss sebagai berikut:

$$\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q \quad (2.29)$$

dimana,  $q$  adalah muatan yang dilingkupi oleh permukaan Gauss dan  $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$  merupakan sebuah jaring-jaring fluks listrik yang melewati permukaan plat. Sehingga, persamaan (2.29) dapat disederhanakan menjadi:

$$q = \epsilon_0 EA \quad (2.30)$$

dengan,  $A$  merupakan luar permukaan Gauss yang dilewati fluks listrik. Selain itu, beda potensial diantara kedua plat yang berhubungan dengan  $\vec{E}$  dapat dinyatakan dalam:

$$V_f - V_i = - \int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (2.31)$$

Integral digunakan untuk mengevaluasi beda potensial listrik sepanjang lintasan yang dimulai dari plat satu dan berakhir pada plat lainnya. Dalam keadaan plat sejajar yang ditunjukkan gambar 2.9, dan dengan mengasumsikan sebuah lintasan

bermula dari plat negatif menuju plat positif. Untuk lintasan ini, vektor  $\vec{E}$  dan  $d\vec{s}$  memiliki arah yang berlawanan, sehingga operasi dari  $\vec{E} \cdot d\vec{s}$  akan sebanding dengan  $-Eds$ . Jadi, persamaan (2.33) dapat direduksi menjadi:

$$V = \int_{-}^{+} E ds \quad (2.32)$$

Integral pada persamaan (2.32) akan berubah bentuknya ketika kondisi yang terjadi adalah adanya sebuah kapasitor plat sejajar dengan jarak antar plat  $d$ , maka dihasilkan persamaan:

$$V = \int_0^d E ds = E \int_0^d ds = Ed \quad (2.33)$$

$E$  dapat dikeluarkan karena merupakan sebuah konstanta. Jadi, ketika persamaan (2.30) dan (2.33) disubstitusikan ke relasi  $q = C_0V$  maka dihasilkan persamaan untuk kapasitansi plat sejajar,

$$C_0 = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (2.34)$$

Simbol  $C_0$  merupakan kapasitansi yang dihasilkan ketika diantara dua buah plat sejajar tidak terdapat bahan dielektrik atau dianggap vakum. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa nilai kapasitansi tidak hanya bergantung pada bentuk geometris plat tetapi juga pada  $A$  (luas plat) dan  $d$  (jarak antar plat) (Halliday & Resnick, 2008). Persamaan (2.34) tersebut akan mengalami perubahan ketika diantara kedua buah plat konduktor diberi suatu bahan dielektrik. Hal ini menyebabkan adanya perubahan persamaan kapasitansi yang akan memiliki faktor  $\kappa$  atau disebut juga dengan konstanta dielektrik.



## 2.6 Konstanta Dielektrik ( $\kappa$ )

Konstanta dielektrik adalah ukuran kemampuan bahan dalam menyimpan energi listrik (Turabi, et al. dalam Nuzula et al., Tanpa Tahun). Sedangkan menurut Halliday dan Resnick (1997), konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) merupakan perbandingan antara kapasitansi dengan bahan dielektrik dengan kapasitansi tanpa bahan dielektrik. Nilai konstanta dielektrik berhubungan dengan sifat dielektrik dari bahan, dimana sifat dielektrik menggambarkan kemampuan suatu bahan untuk menyimpan, mentransmisikan dan memantulkan energi gelombang elektromagnetik (Hermawan dalam Nuzula et al., Tanpa Tahun). Dalam Pain (2005), disebutkan bahwa konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) atau disebut juga sebagai permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ ) memiliki hubungan sebagai berikut:

$$\kappa = \epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \quad (2.35)$$

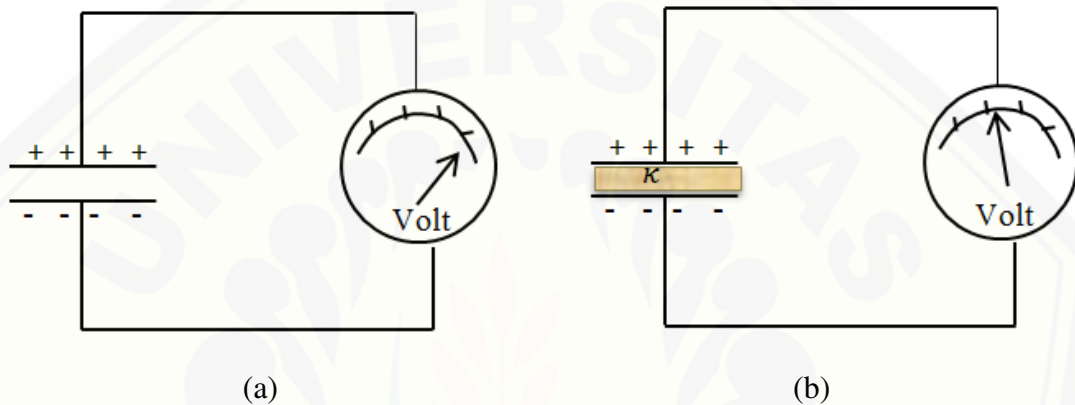
dengan  $\epsilon$  merupakan permitivitas absolut,  $\epsilon_0$  permitivitas vakum, dan  $\epsilon_r$  permitivitas relatif. Faktor  $\kappa$  tersebut menyebabkan perubahan persamaan untuk kapasitansi. Dalam Beiser (1962) dituliskan sebuah persamaan kapasitansi ketika terdapat bahan dielektrik yang diletakkan diantara kedua plat sejajar, sebagai berikut:

$$C = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (2.36)$$

dengan,

- C : Kapasitansi dengan bahan dielektrik (F)
- $\kappa$  : Konstanta dielektrik
- $\epsilon_0$  : Konstanta elektrostatis pada Hukum Coulomb  $8,85 \times 10^{-12}$  F/m
- A : Luas plat ( $m^2$ )
- d : Jarak antar plat (m)

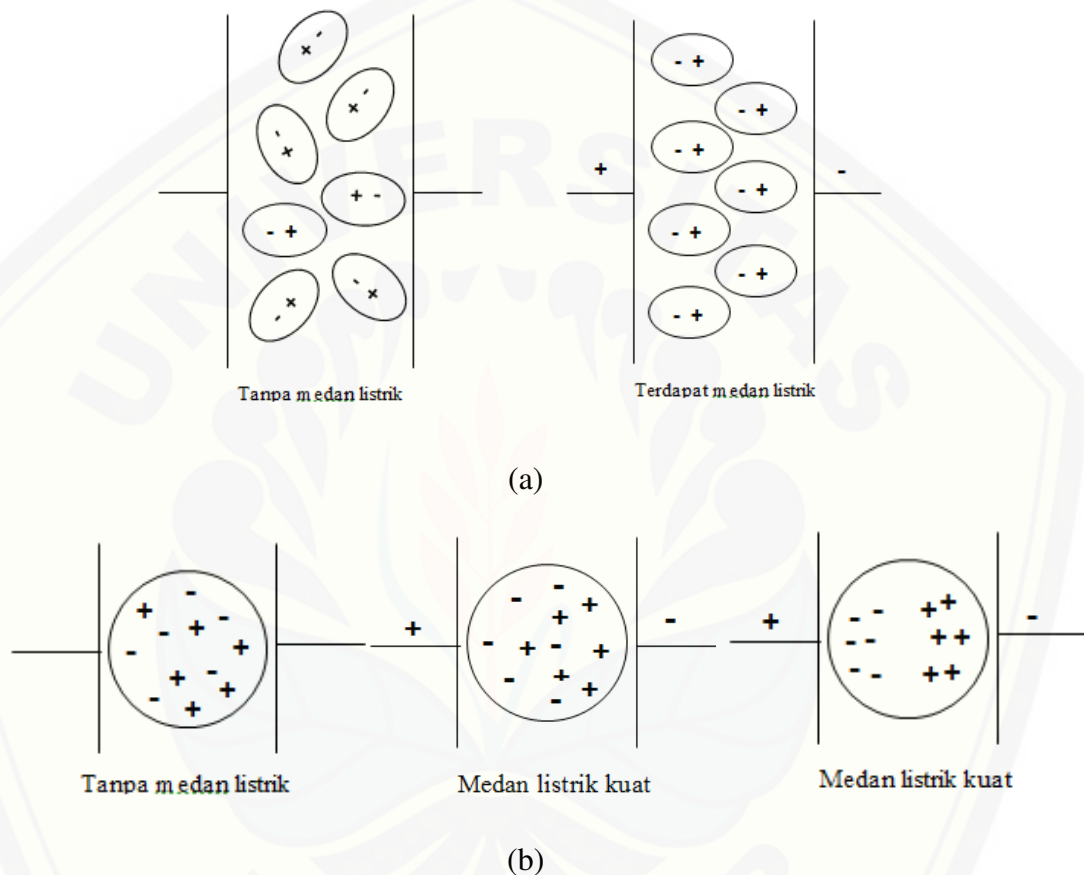
Adanya penambahan suatu bahan dielektrik menyebabkan adanya perubahan nilai kapasitansi bahan yang bergantung dengan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) yang nilainya berbeda untuk suatu bahan tertentu. Menurut Tobing (1996), perubahan nilai kapasitansi disebabkan oleh adanya perubahan potensial listrik pada kedua plat kapasitor, seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Potensial listrik diantara plat kapasitor ketika (a) tidak disisipi dan (b) disisipi suatu bahan dielektrik (Sumber: Halliday et al., 1916)

Gambar 2.10 (a) menunjukkan nilai potensial listrik ketika diantara plat kapasitor tidak disisipi bahan dielektrik, sedangkan (b) merupakan nilai potensial listrik ketika diantara plat tersebut disisipi suatu bahan dielektrik. Perbedaan potensial listrik diantara kedua buah plat menjadi rendah akibat adanya penambahan bahan dielektrik. Penurunan nilai potensial listrik menyebabkan adanya peningkatan nilai kapasitansi kapasitor, sesuai dengan persamaan kapasitansi  $C_0 = q/V$ .

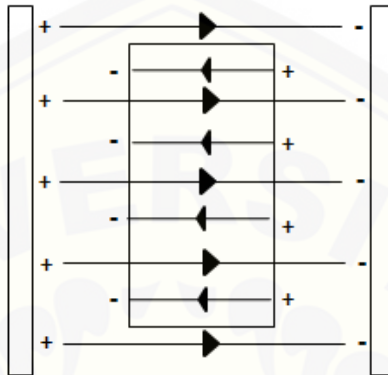
Peningkatan nilai kapasitansi disebabkan karena adanya medan listrik yang mempengaruhi polarisasi pada bahan dielektrik. Polarisasi pada bahan dielektrik sebagai berikut:



Gambar 2.11 Polarisasi bahan dielektrik untuk (a) molekul polar, dan (b) molekul non-polar yang diakibatkan oleh adanya medan listrik luar (Sumber: Beiser, 1962)

Ketika suatu medan listrik luar dikenakan pada suatu bahan dielektrik maka muatan positif dan muatan negatif dalam atom bahan dielektrik akan mengalami pengutuban. Pengutuban muatan-muatan dalam atom untuk molekul polar terlihat dalam gambar 2.11 (a), sedangkan (b) untuk molekul non-polar. Muatan positif akan berkumpul menuju arah yang sesuai dengan arah medan listrik, sedangkan muatan negatif menuju arah yang berlawanan. Selanjutnya, muatan induksi yang

dimiliki oleh bahan dielektrik tersebut membentuk pula suatu medan dalam yang arahnya berlawanan dengan medan luar. Proses yang terjadi akibat adanya muatan induksi tersebut digambarkan dalam gambar berikut:



Gambar 2.12 Permukaan induksi muatan pada bahan dielektrik  
(Sumber: Tobing, 1996)

Proses pada gambar 2.12 tersebut berakibat pada berkurangnya intensitas medan kapasitor serta penurunan selisih potensial pelat kapasitor. Pada proses ini nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dari bahan berpengaruh terhadap nilai kapasitansi dari kapasitor, sehingga medan di dalam dielektrik serta potensial dari pelat kapasitor akan direduksi oleh faktor  $1/\kappa$ , sehingga kapasitansinya akan bertambah dengan faktor  $\kappa$  menjadi:

$$C = \kappa C_0 \quad (2.37)$$

dengan,  $C_0$  merupakan kapasitansi kapasitor tanpa bahan dielektrik dan  $C$  merupakan kapasitansi kapasitor dengan bahan dielektrik (Tobing, 1996).

Dalam Halliday dan Resnick (1997), disebutkan beberapa nilai konstanta dielektrik untuk beberapa bahan dielektrik yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) untuk beberapa bahan dielektrik

Bahan	Konstanta Dielektrik	Kekuatan Dielektrik (kV/mm)
Vakum	1,00000	$\infty$
Udara	1,00054	0,8
Air	78	-
Kertas	3,5	14
Mika merahdelima (Ruby mika)	5,4	160
Porselen	6,5	4
Kwarsa yang dilebur	3,8	8
Gelas pirex	4,5	13
Bakelit	4,8	12
Polietilen	2,3	50
Amber	2,7	90
Teflon	2,1	60
Neopren	6,9	12
Minyak transformator	4,5	12
Titanium dioksida (TiO <sub>2</sub> )	100	6
Polistiren	2,6	25

Sumber: Halliday dan Resnick (1997).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan studi pustaka yang dilakukan pada bulan Februari hingga April 2015. Observasi dilakukan pada bulan April hingga Mei 2015. Adapun penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga September 2015 bertempat di Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat Penelitian

##### A. Reflektansi

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian untuk penentuan nilai reflektansi (R) bahan sebagai berikut:

- a) Meja penelitian (OS-9103)
- b) Sumber laser berwarna ungu dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) 405 nm
- c) Bangku laser
- d) Angular translator (OS-9106A)
- e) Polarizer sebagai analisir
- f) Photometer analog
- g) Wadah berbentuk balok dengan dimensi  $(38 \times 25,5 \times 8,5) \text{ mm}^3$
- h) Adaptor



## B. Konstanta Dielektrik

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian untuk penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) bahan sebagai berikut:

- a) Meja kayu
- b) PCB dengan lapisan tembaga
- c) Caput buaya
- d) Kabel
- e) Kapasitansimeter
- f) Wadah berbentuk balok dengan dimensi  $(38 \times 25,5 \times 8,5) \text{ mm}^3$

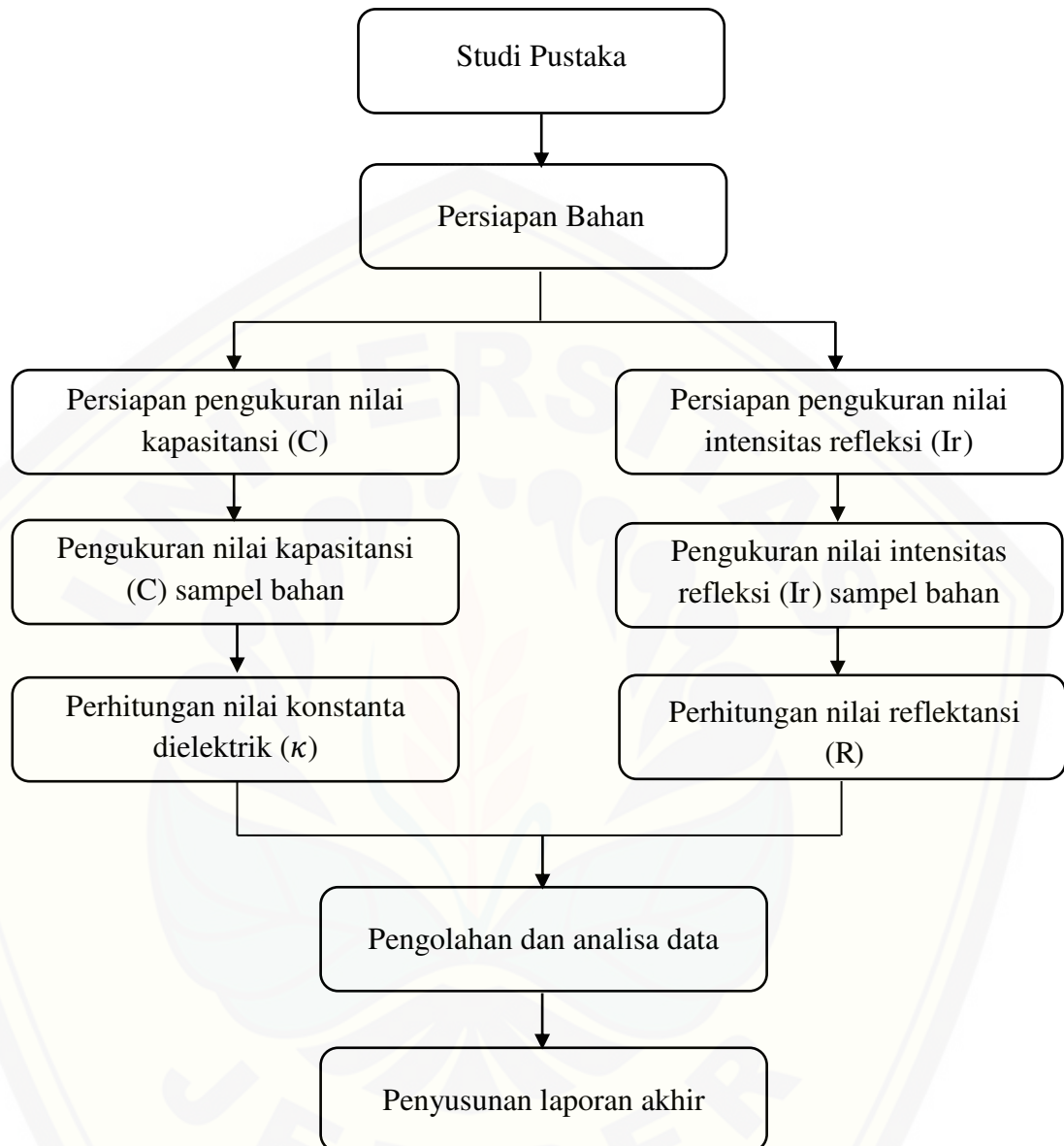
### 3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bedak wajah dengan tiga variasi SPF yang tertera dalam label produk mulai dari SPF 15, SPF 25 dan bedak wajah tanpa label nilai SPF (non-SPF).

## 3.3 Rancangan Penelitian

### 3.3.1 Diagram Alir Penelitian

Secara umum alur penelitian ini dapat digambarkan melalui diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.1.

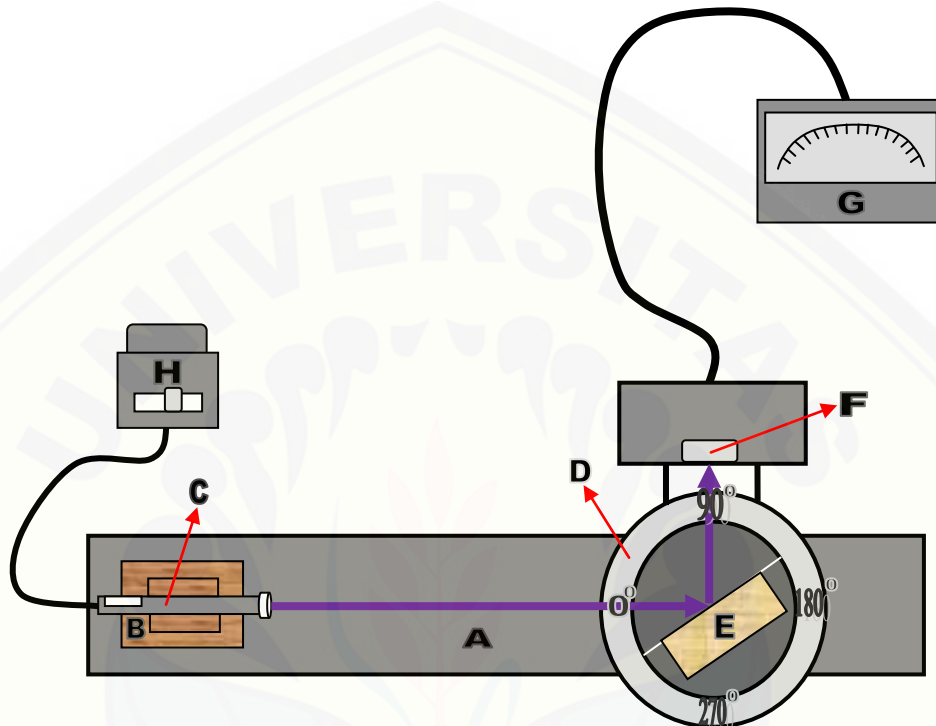


Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

## 3.3.2 Susunan Alat

## A. Penentuan Nilai Reflektansi

## a. Skema peralatan penelitian untuk penentuan nilai reflektansi (R)

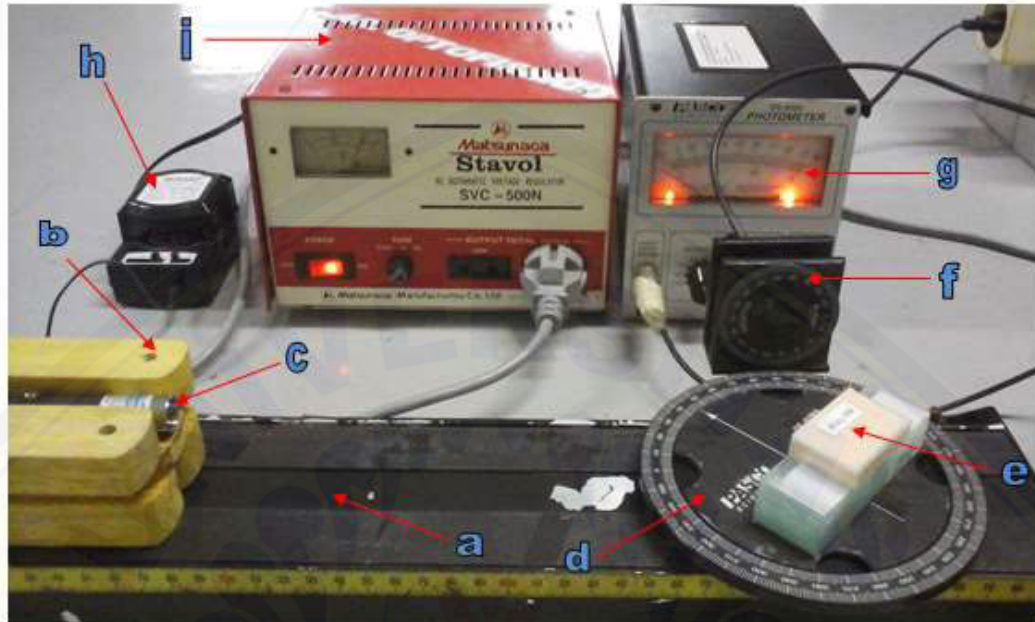


Gambar 3.2 Skema peralatan penelitian untuk penentuan nilai reflektansi (R)

## Keterangan:

- A : Meja penelitian
- B : Bangku laser
- C : Laser ungu
- D : Angular translator
- E : Sampel bahan penelitian
- F : Analyzer
- G : Photometer
- H : Adaptor

## b. Gambar peralatan penelitian



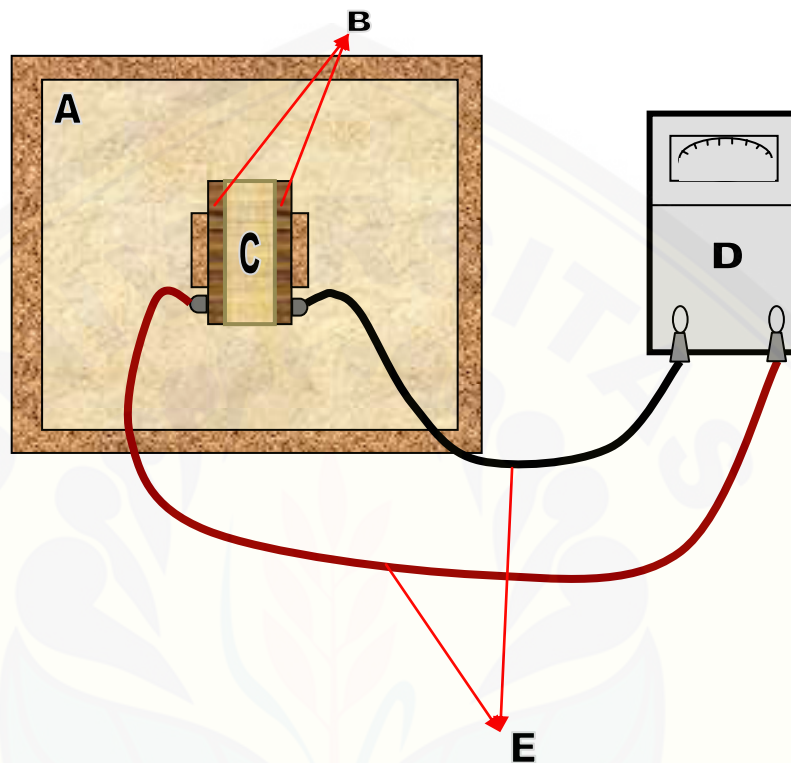
Gambar 3.3 Susunan peralatan penelitian untuk penentuan nilai reflektansi (R)

Adapun keterangan dari masing-masing bagian pada gambar susunan peralatan penelitian penentuan nilai reflektansi (R) di atas adalah sebagai berikut:

- Meja penelitian berfungsi sebagai tempat menyusun peralatan penelitian
- Bangku laser berfungsi sebagai tempat peletakan laser ungu
- Sumber laser ungu berfungsi sebagai sumber cahaya monokromatik
- Angular translator berfungsi sebagai skala perubahan sudut datang
- Sampel bahan penelitian sebagai bahan yang diukur nilai refleksinya
- Polarizer sebagai analisir berfungsi menghasilkan cahaya yang terpolarisasi
- Photometer analog berfungsi untuk mengetahui besarnya nilai intensitas refleksi ( $I_r$ )
- Adaptor berfungsi sebagai sumber tegangan DC pada laser
- Stavol berfungsi sebagai penstabil tegangan.

## B. Penentuan Nilai Konstanta Dielektrik

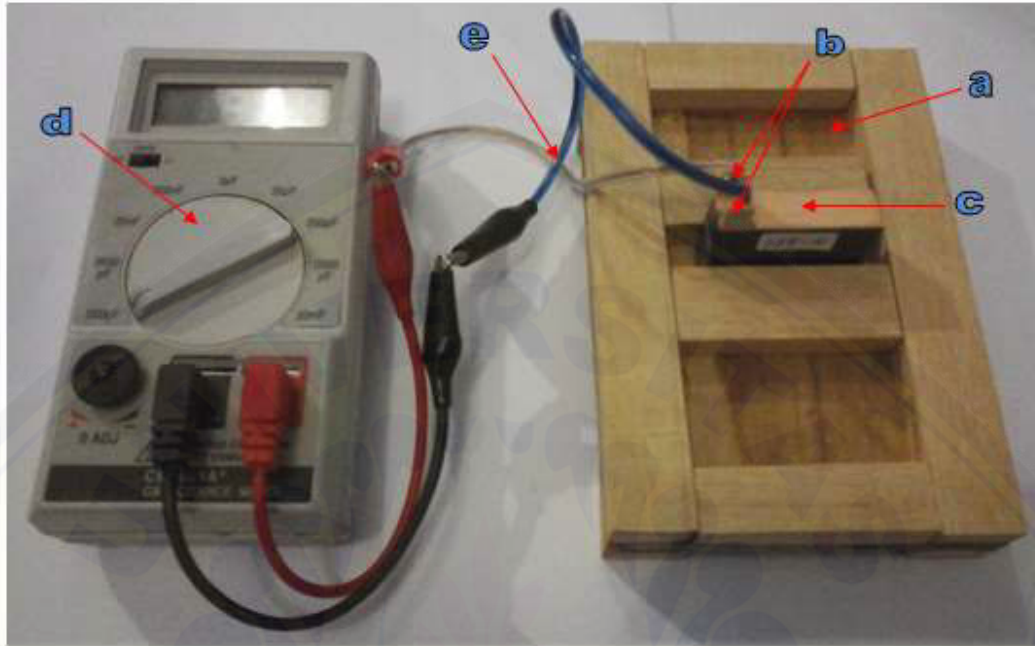
## a. Skema peralatan penelitian

Gambar 3.4 Skema peralatan penelitian untuk penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ )

## Keterangan:

- A : Meja kayu
- B : Plat tembaga
- C : Sampel bahan penelitian
- D : Kapasitansimeter
- E : Kabel + capcit buaya

## b. Gambar peralatan penelitian

Gambar 3.5 Susunan peralatan penelitian untuk penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ )

Adapun keterangan dari masing-masing bagian pada gambar susunan peralatan penelitian penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) di atas adalah sebagai berikut:

- Meja kayu berfungsi sebagai tempat untuk menyusun peralatan penelitian
- Plat tembaga berfungsi sebagai alat penyusun sebuah plat sejajar
- Sampel bahan penelitian sebagai bahan yang diukur nilai kapasitansinya
- Kapasitansimeter berfungsi sebagai alat pengukur nilai kapasitansi (C)
- Kabel berfungsi sebagai probe positif dan negatif yang menghubungkan plat sejajar dengan kapasitansimeter



### 3.3.3 Perlakuan Bahan

Penelitian ini menggunakan sampel bahan penelitian berupa tiga jenis bedak wajah berdasarkan tingkatan nilai SPF (Sun Protection Factor) yang tertera pada label produk, serta memiliki warna yang seragam yaitu Golden Beige. Pemilihan warna yang seragam bertujuan agar membuat sampel bahan memiliki karakteristik yang homogen. Sedangkan untuk sampel bahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sampel bedak wajah mulai dari bedak wajah yang tidak memiliki nilai SPF (non-SPF) pada label produk sampai dengan bedak wajah yang memiliki nilai SPF. Dua sampel bahan penelitian diambil dari bedak wajah yang pada label produknya memiliki nilai SPF untuk tingkatan nilai SPF (Sun Protection Factor) mulai dari SPF 15, dan SPF 25. Pemilihan dua nilai SPF diatas sebagai sampel bahan penelitian dikarenakan nilai SPF tersebut merupakan tingkatan nilai SPF produk bedak wajah yang banyak beredar dan dipakai oleh pengguna bedak wajah. Sedangkan satu sampel bahan lainnya merupakan jenis bedak wajah yang pada label tidak tertera nilai SPF (non-SPF). Satu sampel bahan bedak wajah non-SPF tersebut dipilih sebagai pembanding efektivitas antara bedak yang memiliki nilai SPF dengan bedak non-SPF dalam melakukan perlindungan terhadap radiasi sinar-UV.

Keseluruhan sampel bahan dimasukkan dalam wadah bahan yang dibuat seragam dengan dimensi yang sama. Dimensi dari wadah bahan adalah  $(38 \times 25,5 \times 8,5) \text{ mm}^3$ . Wadah bahan yang digunakan dalam penelitian menggunakan bahan deckglass tipis yang memiliki ketebalan 1 mm. Massa bahan yang dimasukkan kedalam wadah bahan adalah 7 gram untuk masing-masing sampel bahan. Masing-masing sampel bahan yang telah dimasukkan dalam wadah bahan menghasilkan sampel bahan penelitian. Penggunaan dimensi wadah serta massa bahan yang sama bertujuan agar sampel bahan penelitian yang dihasilkan memiliki karakteristik yang homogen.

### 3.3.4 Pengambilan Data

#### A. Penentuan Nilai Reflektansi

Penentuan nilai reflektansi ( $R$ ) untuk setiap sampel bahan penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ) dari cahaya datang yang memiliki nilai intensitas tertentu. Pengukuran nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ) dalam penelitian ini menggunakan prinsip hukum pemantulan Fresnel. Intensitas refleksi ( $I_r$ ) dari setiap sampel bahan penelitian diukur menggunakan photometer analog. Hasil nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ) yang terukur kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan nilai reflektansi ( $R$ ) dari bahan dengan menggunakan persamaan (2.22). Reflektansi ( $R$ ) bahan merupakan perbandingan intensitas cahaya pantul terhadap intensitas dari cahaya datang.

Sebelum melakukan pengukuran nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ), maka dalam penelitian ini dilakukan pengukuran nilai intensitas cahaya datang yang tidak terhalangi oleh sampel bahan penelitian. Cahaya datang langsung diarahkan menuju analiser, dengan tujuan agar nilai intensitasnya dapat langsung terukur oleh photometer analog sebagai intensitas awal ( $I_0$ ) dari cahaya datang. Selain itu dilakukan pula kalibrasi alat penelitian dengan melakukan penentuan nilai indeks bias bahan yang telah diketahui nilainya secara teori, yaitu kaca. Nilai indeks bias ( $n$ ) kaca secara teori adalah 1,540. Ketika nilai deskripsi yang dihasilkan kecil maka alat tersebut layak untuk digunakan (Taylor, 1997). Sandart batas nilai deskripsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5%. Selisih antara nilai indeks bias ( $n$ ) hasil pengukuran dengan nilai indeks bias ( $n$ ) secara teori dijadikan sebagai faktor koreksi nilai pengukuran. Selanjutnya, faktor koreksi yang didapatkan diterapkan untuk hasil nilai indeks bias ( $n$ ) pada setiap sampel bahan penelitian.

Pengukuran nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ) dari sampel bahan penelitian dapat dilakukan dengan meletakkan sampel bahan pada sebuah transaltor angular. Nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ) untuk setiap sampel bahan penelitian langsung dapat terukur pada alat pengukuran intensitas cahaya yaitu photometer analog. Nilai

intensitas refleksi ( $I_r$ ) yang diukur untuk setiap sampel bahan penelitian merupakan intensitas refleksi ( $I_r$ ) untuk setiap sudut datang cahaya yaitu sudut  $15^0$  sampai dengan  $90^0$  dengan kelipatan  $1^0$ . Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan pengulangan sebanyak tiga kali untuk setiap data yang diambil. Selanjutnya, dilakukan pula penentuan nilai sudut Brewster ( $\theta_B$ ) dari data yang diperoleh untuk setiap sampel bahan penelitian.

#### B. Penentuan Nilai Konstanta Dielektrik

Penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dilakukan dengan mengukur nilai kapasitansi ( $C$ ) dari sampel bahan penelitian. Nilai kapasitansi ( $C$ ) setiap sampel bahan penelitian diukur menggunakan alat pengukur kapasitansi ( $C$ ) menggunakan prinsip kapasitor plat sejajar yang dilengkapi dengan kapasitansimeter. Hasil nilai kapasitansi ( $C$ ) yang terukur kemudian digunakan untuk melakukan perhitungan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan menggunakan persamaan (2.37).

Sebelum melakukan pengambilan data nilai kapasitansi ( $C$ ), maka perlu dilakukan kalibrasi alat pengukur kapasitansi ( $C$ ). Kalibrasi alat pengukur kapasitansi dapat dilakukan dengan jalan melakukan pengukuran nilai kapasitansi ( $C$ ) bahan yang sudah diketahui nilai konstanta dielektriknya dari referensi yang ada. Pengkalibrasian alat dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran nilai kapasitansi ( $C$ ) dari udara yang digunakan sebagai suatu data awal dalam menghitung nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dari bahan kalibrasi. Hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) udara yang besarnya 1,00054. Ketika nilai keduanya memiliki nilai deskripsi yang kecil maka alat pengukur kapasitansi ( $C$ ) tersebut layak digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap sampel bahan penelitian (Taylor, 1997). Standart batas nilai deskripsi yang sering digunakan dalam penelitian ini adalah 5%. Pengkalibrasian alat dengan penentuan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) udara akan menghasilkan nilai faktor koreksi yang merupakan selisih nilai antara hasil

pengukuran dalam penelitian dengan nilai secara teori. Nilai faktor koreksi tersebut selanjutnya diterapkan pada setiap nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) bahan penelitian.

Pengambilan data dilakukan dengan jalan meletakkan sampel bahan penelitian yang telah dimasukkan dalam wadah bahan pada alat pengukur kapasitansi (C). Sampel bahan penelitian tersebut diletakkan diantara dua buah plat tembaga. Hasil nilai kapasitansi (C) dari setiap sampel bahan penelitian akan langsung terlihat pada kapasitansimeter. Pengambilan data dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk setiap data yang diambil.

### 3.3.5 Analisis Data

#### A. Perhitungan Nilai Reflektansi

Data yang diperoleh dari pengukuran nilai reflektansi (R) berupa intensitas refleksi ( $I_r$ ) dari sampel bahan penelitian. Nilai intensitas refleksi ( $I_r$ ) tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai reflektansi (R) dengan menggunakan persamaan (2.22). Selanjutnya, dilakukan penghitungan rata-rata dari nilai reflektansi (R) yang dihasilkan dari data pengulangan sebanyak tiga kali pengulangan. Bevingto & Robinson (2003), dalam bukunya menyatakan bahwa rata-rata hasil penelitian dapat dicari dengan menjumlahkan nilai hasil pengukuran yang didapatkan dari pengulangan dibagi dengan jumlah pengulangan yang dilakukan. Persamaannya adalah:

$$\bar{R} = \frac{\sum_i^N R_i}{N} \quad (3.4)$$

sehingga,

$$\Delta R = \sqrt{\frac{\sum_i^N (R_i - \bar{R})^2}{N(N-1)}} \quad (3.5)$$

maka, persamaan reflektansi (R) adalah:

$$R = (\bar{R} \pm \Delta R) \quad (3.6)$$

#### B. Perhitungan Nilai Konstanta Dielektrik

Data yang diperoleh dari pengukuran nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) berupa kapasitansi (C) yang dihasilkan oleh sampel bahan. Nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) diolah dari nilai kapasitansi (C) yang didapatkan dengan menggunakan persamaan (2.37). Selanjutnya, dilakukan penghitungan rata-rata dari nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) yang dihasilkan dari data pengulangan sebanyak tiga kali pengulangan. Menurut Bevingto & Robinson (2003), rata-rata hasil penelitian dapat dicari dengan menjumlahkan nilai hasil pengukuran yang didapatkan dari pengulangan dibagi dengan jumlah pengulangan. Persamaannya sebagai berikut:

$$\bar{\kappa} = \frac{\sum_i^N \kappa_i}{N} \quad (3.1)$$

sehingga,

$$\Delta\kappa = \sqrt{\frac{\sum_i^N (\kappa_i - \bar{\kappa})^2}{N(N-1)}} \quad (3.2)$$

maka, persamaan konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) adalah:

$$\kappa = (\bar{\kappa} \pm \Delta\kappa) \quad (3.3)$$

#### C. Perhitungan Nilai Indeks Bias dari $\theta_B$

Nilai indeks bias (n) dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.27).

#### D. Uji Signifikansi Data Penelitian

Uji signifikansi data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji statistik one – way ANOVA. Pengujian signifikansi dilakukan terhadap:

- 1) Hubungan nilai indeks bias (n) dengan reflektansi (R) dari setiap tingkatan nilai SPF bahan untuk sudut  $15^0$ ,  $30^0$ ,  $45^0$ ,  $60^0$  dan  $75^0$
- 2) Hubungan nilai konstanta dielektrik ( $\kappa$ ) dengan indeks bias (n) dari setiap tingkatan nilai SPF