



**PENENTUAN INDEKS BIAS DAN KONSTANTA DIELEKTRIK  
MINYAK CENGKEH (*CLOVE OIL*)**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Dany Dwi Budiarti  
101810201001**

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



**PENENTUAN INDEKS BIAS DAN KONSTANTA DIELEKTRIK  
MINYAK CENGKEH (*CLOVE OIL*)**

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

Oleh:

**Dany Dwi Budiarti**  
**101810201001**

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

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur, cinta, dan terima kasih untuk:

1. Keluarga tercinta, ayahanda Sudarto dan ibunda Kartini yang senantiasa memberi dukungan, pengorbanan, cinta kasih, dan pelajaran hidup kepada anak – anaknya. Kakak tersayang Dany Ika Nurhayati dan Imam Wahyudi yang selalu memberi motivasi dan siap mendengarkan keluh kesah adiknya selama ini. Adik tersayang Dany Tri Wulandari dan keponakan kecilku Kirana Bintang Adzkiya yang selalu menghiburku dengan candaannya, saling berbagi, dan membuat saya bersyukur menjadi bagian dari keluarga ini;
2. Para pendidik sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
3. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran (Al-Qamar 49)\*)

Dan bahwa manusia akan memperoleh apa yang telah diusahakannya, dan  
sesungguhnya usahanya itu kelak akan diperlihatkan (kepadanya)  
(An-Najm 39-40)\*)

---

<sup>\*)</sup>Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Alhidayah Al-Qur'an Tafsir Per Kata Tajwid Kode Angka*. Banten: PT Kalim

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Dany Dwi Budiarti

NIM : 101810201001

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik Minyak Cengkeh (*Clove Oil*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institut manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 22 Juni 2015

Yang menyatakan,

Dany Dwi Budiarti

NIM. 101810201001

**SKRIPSI**

**PENENTUAN INDEKS BIAS DAN KONSTANTA DIELEKTRIK MINYAK  
CENGKEH (*CLOVE OIL*)**

oleh  
**Dany Dwi Budiarti**  
**NIM 101810201001**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Misto, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Puguh Hiskiawan, S.Si.,M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penentuan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik Minyak Cengkeh (*Clove Oil*)” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Ir. Misto, M.Si  
NIP 195911211991031002

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

Anggota I

Anggota II

Nurul Priyantari, S.Si.,M.Si.  
NIP 197003271997022001

Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc.,Ph.D.  
NIP 196203111987021001

Mengesahkan  
Dekan,

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

## RINGKASAN

### **Penentuan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik Minyak Cengkeh (*Clove Oil*);**

Dany Dwi Budiarti, 101810201001; 2015; 45 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) adalah salah satu tanaman yang menghasilkan minyak atsiri yaitu minyak cengkeh (*clove oil*) (Bhuiyan *et al.*, 2010). Minyak atsiri cengkeh dapat diperoleh dari batang (6%), bunga (16-17%), dan daun (2-3%) tanaman cengkeh. Minyak cengkeh yang baru disuling hampir tidak berwarna sampai berwarna kekuning-kuningan hingga coklat, bersifat membiaskan cahaya, berbau khas cengkeh, dan rasanya sangat pedas (Haris, 1989). Penggunaan minyak cengkeh cukup luas dalam industri makanan, farmasi, antara lain sebagai analgesik, anti inflamasi, anti bakteri, anti-virus, anti fungisida (Thomson, 2004). Saat ini minyak cengkeh sudah banyak digunakan dalam masyarakat, khususnya dalam bidang industri dan kesehatan namun kualitas dari minyak tersebut tidak semuanya baik, dalam penelitian ini akan dicari nilai indeks bias dan konstanta dielektrik yang berfungsi untuk mengetahui kualitas dari minyak tersebut dilihat dari sifat fisiknya.

Indeks bias merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan kemurnian suatu bahan. Pengukuran indeks bias sudah banyak dilakukan dalam penelitian, seperti yang dilakukan oleh Alfianida (2014) yang menggunakan parameter indeks bias untuk menentukan kemurnian minyak wijen menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah ganda. Metode difraksi sudah banyak digunakan karena metode ini cukup teliti dalam mencari nilai indeks bias, sehingga menjadi alasan peneliti untuk menggunakan metode difraksi. Penelitian ini akan menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal dengan penyinaran laser HeNe untuk menentukan indeks bias minyak cengkeh, hal ini dilihat dari sifat fisiknya minyak

tersebut mampu dilewati oleh sinar laser. Ide dasar pengukuran konstanta dielektrik dikarenakan terlihat beberapa minyak yang berwarna coklat, kondisi ini disebabkan oleh ion-ion logam yang bereaksi dengan senyawa eugenol (Brahmana, 1991), hal tersebut memungkinkan terdapat pengaruh dalam bahan ketika terkena medan listrik.

Penelitian indeks bias yang telah dilakukan terdiri atas pengambilan data pola difraksi dari lima merk cengkeh yang berbeda, pola tersebut dihasilkan oleh hasil penyinaran laser HeNe dengan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal, selanjutnya pola tersebut menghasilkan simpangan yang akan dimasukkan kedalam sebuah persamaan untuk meentukan nilai indeks bias. Sedangkan untuk nilai konstanta dielektrik akan dicari nilai kapasitansi dengan menggunakan alat kapasitansi meter. Penelitian ini diulang sebanyak lima kali pada setiap merk dan dilakukan di Laboratorium Optoelektronika Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Berdasarkan hasil penelitian, dari kelima merk minyak diperoleh informasi bahwa minyak merk A memiliki nilai indeks bias terkecil yaitu 1,488 yang nilainya jauh dari standar SNI, hal ini memungkinkan minyak tersebut terdapat campuran bahan lain didalamnya. Sedangkan minyak cengkeh yang nilai indeks biasnya mendekati SNI yaitu merk D sebesar 1,488 dan merk E sebesar 1,533. Sesuai dengan persamaan permeabilitas bahan menunjukkan apabila semakin besar nilai indeks bias, maka nilai konstanta dielektrik juga semakin besar. Hal ini dibuktikan bahwa minyak merk D dan merk E juga memiliki nilai konstanta dielektrik yang besar, untuk merk D sebesar 33,995 dan merk E sebesar 47,167. Kesesuaian hubungan keduanya dihitung dengan uji-t, karena didapatkan  $t$  hitung sebesar 5,196 dan  $t$  tabel sebesar 2,353 dengan signifikansi 0,05 maka nilai  $t$  hitung lebih besar daripada  $t$  tabel, sehingga mengakibatkan  $H_1$  diterima (Spiegel, 1998). Berdasarkan koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,900 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara indeks bias dan konstanta dielektrik, karena jika nilai  $R$  berkisar dari 0,8 hingga 1 dapat dikategorikan memiliki korelasi yang sangat kuat (Sah, 2009).

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik Minyak Cengkeh (*Clove Oil*)” . Skripsi ini disusun sebagai 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, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang bersedia meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
2. Nurul Priyantari S.Si., M.Si selaku Dosen Penguji Utama dan Drs. Yudha Cahyo Argo Hariyadi, Ph.D, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini;
3. ayahanda Sudarto, ibunda Kartini, kakak tersayang Dany Ika Nurhayati dan Imam Wahyudi, adikku Dany Tri Wulandari, keponakanku Kirana Bintang Adzkiya yang senantiasa memberi doa, dukungan, dan motivasi;
4. teman-teman seperjuangan angkatan 2010, kakak dan adik tingkat Jurusan Fisika Universitas Jember atas kerja sama, bantuan, dan perhatian;
5. teman-teman dibidang optoelektronika Aisyah, Fatma, Ulin, Faiq, Veni yang telah bersedia membantu dalam penelitian;
6. sahabat-sahabat tercinta Devi, Arini, Winda, Anies, Ulya, Arifa, Ika Febry, Ade, Diendy, Junod, Dani, dan Yuda yang senantiasa memberi nasihat dan dukungan;
7. teman-teman Chemy Kost Lintang, Ayuth, Winda, Mitha, Windy, Bunga, Eka, Uswah, dan Nanik terima kasih atas dukungan, canda tawa, serta persaudaraan yang hangat selama ini;

8. Mochammad Haritsah yang selalu siap mendengarkan cerita, memberikan motivasi, dan menjadi teman berbagi ilmu dalam penyelesaian skripsi;
9. semua pihak yang telah berkontribusi, namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
HALAMAN RINGKASAN .....	vii
HALAMAN PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Minyak Cengkeh (<i>Clove Oil</i>)</b> .....	5
2.2.1 Sifat- Sifat Minyak Cengkeh .....	6
2.2.2 Manfaat Minyak Cengkeh .....	7
<b>2.2 Indeks Bias</b> .....	9
<b>2.3 Laser He-Ne</b> .....	10

<b>2.4 Difraksi</b> .....	11
<b>2.5 Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal</b> .....	14
<b>2.6 Konstanta Dielektrik</b> .....	16
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	19
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	19
<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	19
3.2.1 Alat .....	19
3.2.2 Bahan .....	21
<b>3.3 Prosedur Penelitian</b> .....	22
3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan .....	23
3.3.2 Penyusunan Alat dan Bahan Penelitian .....	23
3.3.3 Kalibrasi Alat .....	25
3.3.4 Proses Penelitian dan Pengolahan Data .....	25
<b>3.4 Analisis Data</b> .....	26
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	29
<b>4.1 Hasil</b> .....	29
4.1.1 .Hasil pengukuran nilai indeks bias lima merk minyak cengkeh .....	31
4.1.2.Hasil pengukuran nilai konstanta dielektrik lima merk minyak cengkeh.....	32
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	34
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	40
<b>4.1 Kesimpulan</b> .....	40
<b>4.2 Saran</b> .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	42
<b>LAMPIRAN</b> .....	46

**DAFTAR TABEL**

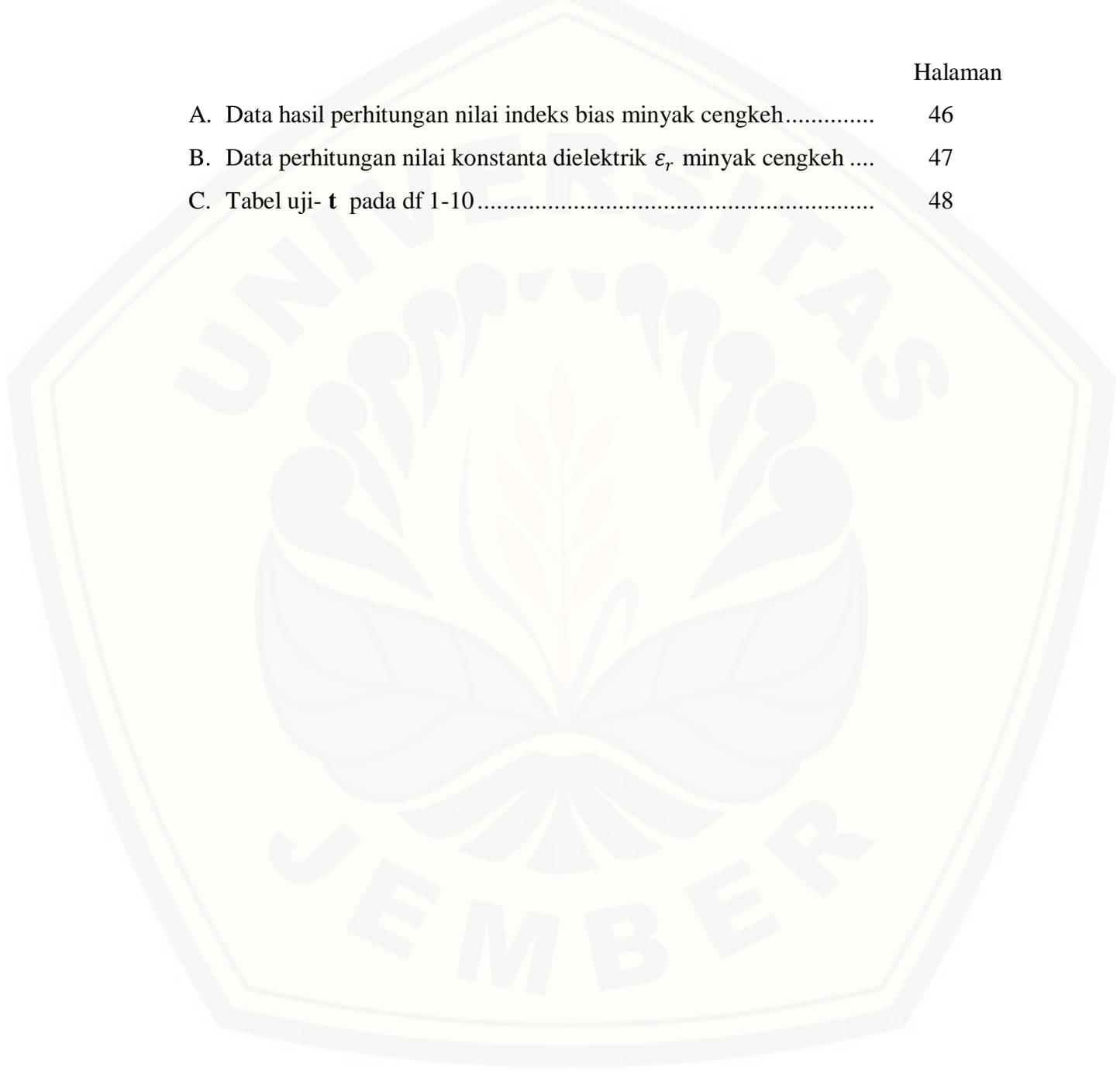
	Halaman
2.1 Kandungan eugenol minyak cengkeh.....	6
2.2 Standar Nasional Indonesia minyak cengkeh .....	7
2.3 Kandungan nutrisi pada cengkeh per 100 gr .....	8
2.4 Konstanta dielektrik bahan( $\epsilon_r$ ).....	18
3.1 Kriteria interpretasi kekuatan dua hubungan antara dua variabel...	29
4.1 Nilai indeks bias untuk minyak cengkeh.....	31
4.2 Nilai konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) pada minyak cengkeh.....	32
4.3 Hubungan nilai indeks bias dan konstanta dielektrik.....	33

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Tanaman cengkeh .....	5
2.2 Eugenol.....	6
2.3 Minyak cengkeh.....	7
2.4 Pola difraksi Fraunhofer celah tunggal pada layar .....	15
2.5 Grafik pola difraksi Fraunhofer pada celah tunggal .....	15
2.6 Kapasitor keping sejajar .....	16
3.1 Laser He-Ne, celah tunggal, dan holder.....	19
3.2 Jangka sorong .....	19
3.3 Layar pengamatan dan kertas <i>milimeter block</i> .....	20
3.4 Wadah transparan <i>deckglassér</i> .....	20
3.5 Wadah persegi panjang .....	20
3.6 Kapasitansi meter.....	21
3.7 Minyak cengkeh.....	21
3.8 Aquades.....	21
3.9 Tahapan penelitian .....	22
3.10 Rancangan alat penelitian difraksi Fraunhofer .....	23
3.11 Rancangan alat penelitian dengan kapasitansi meter.....	24
4.1 Pola difraksi yang terbentuk pada suhu 25°C .....	30
4.2 Grafik indeks bias minyak cengkeh dengan lima merk berbeda .....	31
4.3 Grafik konstanta dielektrik minyak cengkeh dengan lima merk berbeda	33
4.4 Grafik hubungan nilai indeks bias dan konstanta dielektrik dengan lima merk yang berbeda .....	34

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Data hasil perhitungan nilai indeks bias minyak cengkeh.....	46
B. Data perhitungan nilai konstanta dielektrik $\epsilon_r$ minyak cengkeh ....	47
C. Tabel uji- <b>t</b> pada df 1-10 .....	48



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kaya akan sumber daya alam baik hayati maupun *non*-hayati. Sumber daya alam hayati terlihat dengan melimpahnya macam-macam jenis flora yang tersebar di berbagai wilayah tanah air. Sumber daya alam hayati ini dimanfaatkan sebagai bahan baku industri dan perdagangan yang menghasilkan devisa negara serta pendorong pertumbuhan ekonomi negara. Selain terkenal rempah-rempahnya, Indonesia juga terkenal dengan tanaman yang banyak mengandung minyak atsiri (Koensoemardiyah, 2010).

Minyak atsiri (*essential oil*) adalah komoditi ekstrak alami dari jenis tumbuhan yang berasal dari daun, bunga, kayu, biji-bijian bahkan putik bunga dengan proses penyulingan (Bhuiyan *et al.*, 2010). Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) merupakan tanaman rempah asli Maluku Utara yang banyak tumbuh subur di Indonesia yang dapat menghasilkan minyak cengkeh dari proses penyulingan dan tergolong salah satu jenis minyak atsiri (Busroni, 2010). Minyak cengkeh sangat berguna bagi industri makanan maupun obat-obatan, yaitu sebagai penghambat perkembang biakan bakteri dan jamur, selain itu dapat membantu dalam pengawetan makanan atau aditif sehingga menggantikan pengawet yang sintesis (Silviana, 2007). Menurut Guenther (1987) minyak cengkeh tersebut mudah menguap pada suhu kamar tanpa mengalami dekomposisi, memiliki rasa getir, berbau wangi cengkeh, dan berwarna kuning jernih hingga coklat tua. Sifat fisik jernih ini yang digunakan untuk mengamati nilai indeks bias.

Indeks bias adalah salah satu parameter fisika yang penting, hal ini digunakan sangat luas untuk mengidentifikasi cairan dan kemurniannya. Indeks bias minyak berhubungan erat dengan komponen-komponen mineral yang terkandung dalam

minyak cengkeh seperti mangan, vitamin K, vitamin A, serat pangan, zat besi, magnesium, dan kalsium. Perlakuan bahan sebelum penyulingan dan metode pengambilan minyak cengkeh juga mempengaruhi nilai indeks bias minyak (Guenther, 1987). Saat ini minyak cengkeh sudah banyak digunakan dalam masyarakat, khususnya dalam bidang industri dan kesehatan namun kualitas dari minyak tersebut tidak semuanya baik. Dalam penelitian indeks bias, nilai yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh adanya air dalam minyak. Semakin banyak kandungan air dalam minyak tersebut, maka nilai indeks biasnya semakin kecil karena sifat air mudah membiaskan cahaya yang datang. Nilai indeks bias yang telah diukur akan dibandingkan dengan nilai indeks bias yang sesuai dengan SNI. Sehingga, minyak cengkeh dengan indeks bias besar lebih baik dibanding minyak cengkeh dengan nilai indeks bias yang kecil (Armando, 2009).

Pengukuran indeks bias sudah banyak dilakukan dalam penelitian, seperti yang dilakukan oleh Sutiah (2008) yang menggunakan parameter indeks bias untuk menentukan kemurnian minyak goreng, Alfianida (2014) mengukur indeks bias minyak wijen (*sesame oil*). Namun terdapat beberapa metode yang digunakan dalam menentukan indeks bias diantaranya metode interferometri yang meliputi interferometer Rayleigh, Mach-Zender, Fabry-Perot, dan interferometer Michelson. Selain itu terdapat pula metode difraksi Fraunhofer dan metode alat refraktometer. Pengukuran menggunakan alat refraktometer Abbe telah dilakukan oleh Harnani (2010) dalam pengukuran indeks bias minyak cengkeh dari Maluku, Sulawesi, dan Jawa. Sedangkan pada penelitian ini akan digunakan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal dengan penyinaran laser HeNe untuk menentukan indeks bias minyak cengkeh, karena dilihat dari sifat fisiknya minyak tersebut mampu dilewati oleh sinar laser.

Sifat fisik yang tampak dari minyak daun cengkeh terkadang kotor dan berwarna hitam kecoklatan. Kondisi tersebut disebabkan karena adanya ion-ion logam yang bereaksi dengan senyawa minyak cengkeh yaitu eugenol (Brahmana, 1991). Hal ini memberikan ide dasar bagi peneliti untuk mengukur sifat listrik dari

minyak cengkeh. Pengukuran yang dilakukan ialah mencari nilai konstanta dielektrik menggunakan kapasitansi meter. Sifat dielektrik bahan menentukan kualitas bahan, karakteristik perilaku bahan bila terkena medan listrik atau elektromagnetik juga menentukan sifat yang terkandung dalam bahan apakah berfungsi sebagai konduktor atau isolator. Sifat dielektrik dalam suatu bahan pada umumnya dianggap konduktor lemah dibandingkan bahan logam. Bahan dielektrik umumnya memiliki konduktifitas rendah yang biasanya digunakan sebagai isolator. Karakteristik bahan dielektrik penting untuk dipelajari untuk perkembangan produk elektronik (Agrawal, 2005).

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam uraian latar belakang di atas memberikan dasar untuk merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai indeks bias minyak cengkeh dari hasil pengukuran menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal?
2. Berapa nilai konstanta dielektrik minyak cengkeh yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan alat kapasitansi meter?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi :

1. Bahan yang digunakan adalah 5 jenis merek minyak cengkeh yang telah beredar di pasaran.
2. Suhu pengamatan  $25^{\circ}\text{C}$  mengikuti suhu ruang laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern Fakultas MIPA Universitas Jember.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai indeks bias dari minyak cengkeh yang telah beredar di pasaran.

2. Dapat membandingkan nilai indeks bias hasil penelitian dengan indeks bias yang telah ditetapkan oleh SNI.
3. Mengetahui nilai konstanta dielektrik dari minyak cengkeh.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi yang cukup penting di bidang industri maupun konsumen untuk mengetahui nilai indeks bias yang berhubungan dengan kualitas dari minyak tersebut. Serta memberi tambahan referensi tentang sifat listrik ditinjau dari nilai konstanta dielektrik pada minyak yang dapat menentukan kualitas suatu produk, juga karakteristik perilaku bahan bila terkena medan listrik atau elektromagnetik.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Minyak Cengkeh (*Clove Oil*)

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum L.*) adalah salah satu tanaman yang menghasilkan minyak atsiri yaitu minyak cengkeh (*clove oil*) (Bhuiyan *et al.*, 2010). Menurut Tjiptosoepomo (2007) klasifikasi botani dari tanaman cengkeh adalah sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Myrtales</i>
Familia	: <i>Myrtaceae</i>
Genus	: <i>Syzygium</i>
Spesies	: <i>Syzygium aromaticum (L.)</i>



Gambar 2.1 Tanaman cengkeh (Sumber: Koensoemardiyah, 2010)

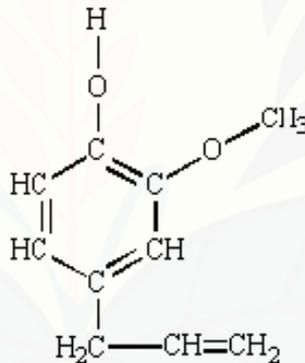
Minyak atsiri cengkeh dapat diperoleh dari batang (6%), bunga (16-17%), dan daun (2-3%) tanaman cengkeh. Kualitas minyak dievaluasi dari kandungan fenol terutama eugenol.

Tabel 2.1 Kandungan Eugenol Minyak Cengkeh

Asal Minyak	Kadar Eugenol
Bunga	90-95%
Gagang	83-95%
Daun	82-87%

(Sumber: Hidayati, 2003)

Eugenol adalah senyawa fenol yang merupakan komponen utama dari minyak cengkeh (70-90%) selain kariofilena (Ketaren, 1985).



Gambar 2.2 Eugenol (sumber : Pelczar MJ, 1998)

### 2.1.1 Sifat-Sifat Minyak Cengkeh

Minyak cengkeh yang baru disuling hampir tidak berwarna sampai berwarna kekuning-kuningan. Namun bila disimpan dalam waktu yang lama, secara berangsur-angsur warnanya akan berubah menjadi coklat kegelapan. Dilihat dari warna minyak yang gelap, kondisi tersebut disebabkan karena adanya ion-ion logam yang bereaksi dengan senyawa minyak cengkeh yaitu eugenol (Brahmana, 1991). Logam-logam

yang terdapat dalam minyak daun cengkeh antara lain Fe, Mg, Mn, Zn, dan Pb (Marwati *et al.*, 2005). Logam-logam tersebut berasal dari daun dan alat penyuling. Akumulasi logam dalam daun terjadi karena penyerapan logam dari tanah melalui akar dan penyerapan logam dari udara melalui stomata daun (Pahlesson, 1989). Sifat utama dari minyak cengkeh yaitu sangat membiaskan cahaya, berbau khas cengkeh, dan rasanya sangat pedas (Haris, 1989).



Gambar 2.3 Minyak Cengkeh (Sumber: Pemimpin redaksi, 2009)

Berikut adalah tabel karakteristik dari minyak cengkeh menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-2387-2006.

Tabel 2.2 Standar Nasional Indonesia Minyak Cengkeh

Karakteristik	Standar Nasional Indonesia
Warna	Kuning- coklat tua
Kejernihan (%T)	-
Berat Jenis, 25°C	1,025-1,049
Indeks Bias, 25°C	1,528-1,535
Putaran Optik	-
Kelarutan Dalam Alkohohl 90%	Larut jernih 1:2
Kadar Eugenol, % GC	Minimum 78
Kadar Besi, ppm	Maksimum 25

(Sumber: SNI 06-2387-2006)

### 2.1.2 Manfaat Minyak Cengkeh

Eugenol adalah zat aktif yang terdapat dalam minyak cengkeh, maka dari itu penggunaan minyak cengkeh cukup luas dalam industri makanan, farmasi, antara lain sebagai analgesik, anti inflamasi, anti bakteri, anti virus, anti fungisida (Thomson, 2004). Selain itu dapat menghilangkan rasa mual dan muntah (Gunawan dan Mulyani, 2004). Cengkeh juga sumber mangan yang sangat baik. Mangan merupakan mineral penting bagi tubuh karena mengaktifkan beberapa enzim, terutama anginase yang membantu dalam pembentukan urea. Mangan juga membentuk peptida enzim yang bertanggung jawab untuk hidrolisis protein dalam usus. Mineral ini membantu metabolisme lipid (menyinkirkan lemak) dan menjaga sistem saraf stabil dengan mengurangi iritabilitasnya (Karmakar, 2012).

Tabel 2.3 Kandungan Nutrisi Pada Cengkeh per 100gr

<b>Nutrisi</b>	<b>Nilai Kandungan Nutrisi</b>
Energi	47 Kcal
Karbohidrat	10,51 gr
Protein	3,27 gr
Total lemak	0,15 gr
Kolesterol	0 mg
Serat pangan	5,4 gr
<b>Vitamin</b>	
Folat	68 mcg
Niasin	1,046 mg
Panhotenic acid	0,338 mg
Piridoksin	0,116 mg
Riboflavin	0,066 mg
Thiamin	0,072 mg
Vitamin A	13 IU
Vitamin C	11,7 mg

Vitamin E	0,19 m
Vitamin K	14,8 mcg
<b>Elektrolit</b>	
Sodium	94 mg
Kalium	370 mg
<b>Mineral</b>	
Kalsium	44 mg
Tembaga	0,231 mg
Besi	1,28 mg
Magnesium	60 mg
Mangan	0,256 mg
Fosfor	90 mg
Selenium	0 mg
Zink	0,2 mcg
<b>Phytonutrient</b>	
Karoten-β	8 mcg
Cryptoxanthin-β	0 mcg
Lutein-zeaxanthin	464 mcg

(Sumber: USDA Nutrient Data Base)

## 2.2 Indeks Bias

Indeks bias dari satu zat ialah perbandingan dari sinus sudut jatuh dan sinus sudut sinar pantul dari cahaya yang melalui suatu zat. Pembiasan ini disebabkan adanya interaksi antara gaya elektrostatik daya elektromagnetik dari atom-atom didalam molekul cairan ( Ketaren, 2008).

$$n = \frac{c}{v} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$n$  = indeks bias

$v$  = kelajuan cahaya dalam medium (m/s)

$c$  = kelajuan cahaya (m/s)

(Tipler, 1991).

Pengujian indeks bias dapat digunakan untuk menentukan kemurnian minyak (Ketaren, 2008). Selain itu, juga berfungsi untuk mengetahui sifat dari kemurnian cairan, konsentrasi larutan, dan perbandingan komponen dalam dua atau kadar (presentase) yang diekstraksikan dalam pelarutnya (Siagian, 2004). Indeks bias minyak cengkeh dapat dijadikan pedoman untuk mengetahui kemurnian suatu zat. Semakin kecil angka yang diperoleh, maka kadar eugenol pada minyak cengkeh tersebut jumlahnya juga semakin kecil (Moen'im, 1997).

### 2.3 Laser He-Ne

Laser merupakan singkatan dari "*light amplification by stimulated emission of radiation*", yaitu penguatan yang terjadi karena adanya emisi radiasi yang terus menerus (Burnie, 2000). Laser merupakan sebuah medium aktif, contohnya adalah pencampuran dari Helium dan gas Neon dalam sebuah laser He-Ne yang disimpan dalam sebuah ruang silinder yang dipantulkan oleh dua cermin pada ujung tabungnya (Sharma, 2006). Salah satu sifat dari laser adalah cahayanya bersifat koheren dengan semua cahaya sefase dengan yang lain. Selain itu, berkas dari sinar laser memiliki intensitas yang jauh lebih besar dari cahaya sumber lainnya (Beiser, 1987).

Beberapa karakteristik dalam sinar laser diantaranya adalah kemonokromatisan, hal ini berkaitan dengan kemampuan sumber cahaya menghasilkan cahaya dengan panjang gelombang yang sempit (Arkundato dan Rahman, 2007). Dalam hal ini laser dapat dikatakan hampir monokromatis (Sears dan Zemansky, 1987). Selanjutnya koherensi, yaitu gelombang tersebut selalu sama baik fase maupun arah penjarannya. Koheren juga diperlukan untuk menentukan kualitas suatu interferensi. Untuk menghasilkan frinji-frinji interferensi, sangat diperlukan syarat-syarat agar gelombang-gelombang yang berinterferensi tersebut tetap koheren

selama periode waktu tertentu, karena frinji akan berubah apabila salah satu gelombang berubah fase (Laud, 1988). Karakteristik berikutnya adalah kesearahan yaitu keluaran berkas laser yang berbentuk lurus runcing seperti ujung pensil yang dihasilkan oleh gelombang yang hampir ideal. Selanjutnya ialah kecerahan, laser memiliki tingkat kecerahan sangat tinggi jika dibanding dengan cahaya biasa (Arkundato dan Rahman, 2007).

#### **2.4 Difraksi**

Difraksi merupakan peristiwa pelenturan cahaya karena adanya penghalang. Difraksi juga dapat dijelaskan sebagai pembelokan cahaya bila mengenai suatu penghalang misalnya tepi celah, kawat, atau benda-benda yang bertepi tajam. Francesco M. Grimaldi (1618-1663) adalah orang pertama yang menemukan gejala difraksi, namun gejala ini juga diketahui oleh Christian Huygens (1620-1695) dan Newton (1642-1727). Huygens percaya adanya teori gelombang namun tidak percaya pada difraksi. Huygens menyatakan bahwa cahaya berjalan lurus, kemudian Fresnel (1778-1821) secara tepat menggunakan teori Huygens yang disebut dengan prinsip Huygens-Fresnel untuk menerangkan gejala difraksi (Sarojo, 2011).

Prinsip Huygens berguna ketika gelombang menumbuk penghalang dan muka gelombang terganggu sebagian. Prinsip Huygens meramalkan bahwa gelombang akan menekuk pada bagian belakang sebuah penghalang. Penekukkan gelombang di belakang penghalang disebut daerah bayangan yang dikenal sebagai difraksi. Karena difraksi terjadi untuk gelombang, tidak untuk partikel dan dapat berfungsi sebagai cara untuk membedakan sifat cahaya (Giancoli, 1998).

Pada gejala difraksi, cahaya dilewatkan pada satu celah. Lebar celah ini dibuat lebih kecil dari panjang gelombang. Difraksi juga dapat teramati bila sinar melalui celah yang ordenya berukuran sama dengan panjang gelombangnya. Gelombang yang keluar dari celah bukan gelombang lurus melainkan gelombang lingkaran yang menyebar ke semua arah, maka gelombang yang datang akan dibelokkan oleh celah. Menurut Sarojo (2011) cahaya tidak dapat didifraksi atau dibelokkan oleh celah lebar.

Apabila ukuran celah lebih besar dari panjang gelombang sinar, maka peristiwa difraksi tidak akan terjadi, karena sinar yang lewat seakan-akan tidak melihat bayangan dari celah tersebut.

Pada proses difraksi dihasilkan suatu pola yang dapat diamati pada layar. Dari setiap celah dipancarkan gelombang cahaya yang berfase ke segala arah. Bila menggunakan cahaya monokromatik, maka pada layar terlihat pola garis-garis terang dan gelap, sedangkan bila menggunakan cahaya polikromatik diperoleh garis-garis berwarna yang merupakan spektrum (Boedijono, 1986).

Interferensi konstruktif terjadi di titik-titik dimana selisih lintasan adalah kelipatan bilangan bulat dari panjang gelombang ( $m\lambda$ ), sehingga gelombang cahaya resultannya memiliki intensitas maksimum. Interferensi destruktif terjadi di titik-titik dimana selisih lintasan adalah kelipatan setengah bilangan bulat dari panjang gelombang ( $m + \frac{1}{2}\lambda$ ), sehingga gelombang resultan memiliki intensitas minimum. Jika jarak antara sumber-sumber tersebut adalah  $d$ , maka syarat untuk interferensi konstruktif di P adalah:

$$d \sin \theta = m\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots) \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) dan (2.3) adalah persamaan yang dihasilkan dari pola gelap dan terang, kemudian syarat untuk interferensi destruktif adalah:

$$d \sin \theta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2 \dots) \quad (2.3)$$

Nilai  $m$  menyatakan bilangan orde (Young *et al.*, 2003)

Dari pola difraksi yang dihasilkan, terdapat titik terang pusat dan titik terang pertama yang terdapat dalam dua medium yang berbeda, seperti persamaan pola yang dihasilkan pada medium udara:

$$d \sin \alpha_1 = \lambda_1 \quad (2.4)$$

$d$  merupakan jarak antar sumber (mm) yang mana dikalikan dengan sudut difraksi ( $\lambda$ ) dalam medium udara, sedangkan persamaan 2.5 adalah persamaan yang dihasilkan oleh pola difraksi pada medium air:

$$d \sin \alpha_2 = \lambda_2 \quad (2.5)$$

Selanjutnya dari geometri sistem percobaan didapatkan persamaan pada dua medium yang berbeda, jika menggunakan pendekatan sudut kecil pada  $\sin \theta \approx tg \theta$ , maka dihasilkan persamaan dalam medium udara seperti berikut:

$$\tan \alpha_1 = \frac{x_1}{L} \quad (2.6)$$

Sedangkan dalam medium air didapat persamaan 2.7:

$$\tan \alpha_2 = \frac{x_2}{L} \quad (2.7)$$

Kemudian, panjang gelombang pada medium udara sesuai persamaan 2.4 menjadi:

$$\lambda_1 = \frac{d x_1}{l} \quad (2.8)$$

Sedangkan panjang gelombang dalam air yang sesuai persamaan 2.6 menjadi:

$$\lambda_2 = \frac{d x_2}{l} \quad (2.9)$$

Keterangan:

$d$  = jarak antar sumber atau celah (mm)

$\alpha$  = sudut difraksi ( $^{\circ}$ )

$\lambda$  = panjang gelombang sumber cahaya monokromatik (nm)

$x_1$  = simpangan dari terang pusat ke terang pertama di udara (mm)

$x_2$  = simpangan dari terang pusat ke terang pertama di air (mm)

$l$  = jarak celah tunggal ke layar (cm)

Karena  $v = f\lambda$  dan  $n = \frac{c}{v_w}$ , yaitu  $c$  mewakili kecepatan sinar dalam udara dan  $v_w$  merupakan kecepatan sinar dalam medium air, dihasilkan persamaan indeks bias air relatif terhadap udara:

$$n = \frac{v_p}{v_w} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{x_1}{x_2} \quad (2.10)$$

Keterangan:

$v$  = frekuensi gelombang atau sinar

$v_p$  =  $v \lambda_1$  = kecepatan sinar dalam udara (m/s)

$v_w$  =  $v \lambda_2$  = kecepatan sinar dalam air (m/s)

(Wojewoda, Tanpa Tahun)

Kisi difraksi yang digunakan sebagai sensor memiliki kelebihan, yaitu operasi yang mudah, dapat diaplikasikan secara luas, dan biayanya yang murah (Wang, 2010). Menurut Muchiar (2008) kelebihan lain dari metode ini adalah menggunakan pengukuran tidak langsung. Salah satu cara pengukuran tidak langsung adalah dengan memanfaatkan berkas cahaya, khususnya fenomena difraksi dan interferensi cahaya. Maka, dengan memanfaatkan pengukuran tidak langsung ini, minyak yang digunakan sebagai bahan tidak akan mengalami perubahan komponen di dalamnya akibat adanya sentuhan dengan bahan ataupun alat ukur lainnya.

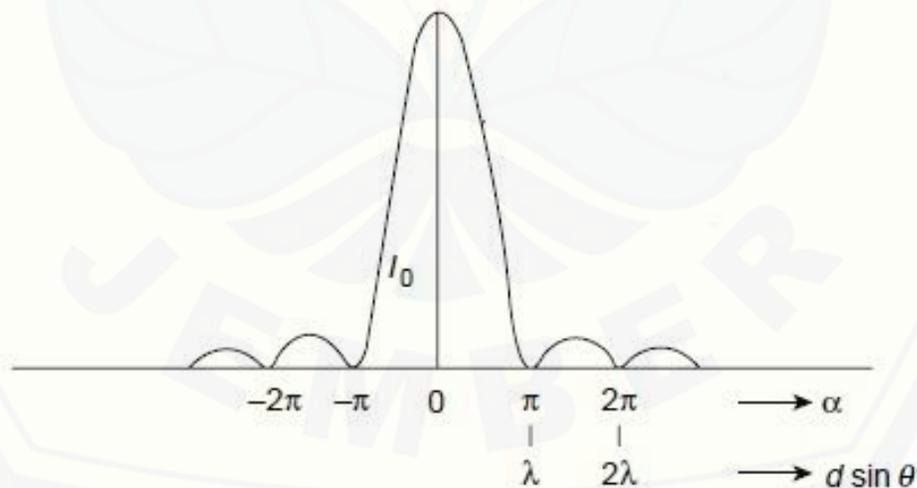
## 2.5 Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal

Difraksi Fraunhofer terjadi ketika sumber cahaya dan layar jauh dari celah difraksi, sehingga gelombang datang yang melewati celah merupakan sinar dalam

arah sejajar (Serway dan Vuille, 2012). Dalam difraksi celah tunggal, cahaya jatuh pada layar yang dianggap sangat jauh, sehingga berkas untuk bintang sebenarnya paralel. Pertama perhitungkan berkas-berkas yang lewat langsung. Berkas-berkas ini akan berfase sama, sehingga akan ada titik terang pada layar. Selain itu ada berkas-berkas yang bergerak dengan sudut  $\theta$  sedemikian sehingga berkas dari bagian atas celah menempuh tepat satu panjang gelombang lebih jauh dari berkas yang datang dari bagian bawah. Berkas yang tepat lewat di tengah celah akan menempuh setengah panjang gelombang lebih jauh dari berkas bawah. Kedua berkas ini berlawanan fase satu sama lain dan akan berinterferensi destruktif. Dengan cara yang sama, berkas yang sedikit di atas berkas paling bawah akan meniadakan berkas yang berjarak sedikit di atas yang tengah, hal ini menimbulkan pola gelap terang pada layar pengamatan seperti pada Gambar 2.3 (Giancoli, 1998).



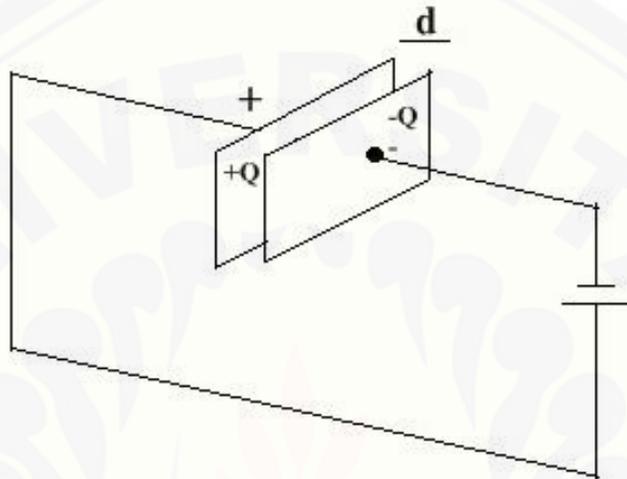
Gambar 2.4 Pola difraksi Fraunhofer celah tunggal pada layar (Sumber: Al-Jarb, Tanpa Tahun)



Gambar 2.5 Grafik pola difraksi pada celah tunggal (Sumber: Pain, 2005)

## 2.6 Konstanta Dielektrik

Kapasitor merupakan dua keping konduktor yang dipisahkan oleh suatu insulator (udara, hampa udara atau suatu material tertentu). Berikut skematis kapasitor keping sejajar:



Gambar 2.6 Kapasitor keping sejajar (Sumber: Subekti, 2003)

Misalkan tegangan DC dikenakan pada kedua keping seperti ditunjukkan pada Gambar 2.6 karena kedua keping tersebut dipisahkan oleh suatu insulator, pada dasarnya tidak ada elektron yang dapat menyebrang celah di antara dua keping. Pada saat baterai belum terhubung, kedua keping akan bersifat netral (belum termuati). Namun ketika baterai terhubung, arus akan mengalir melalui kapasitor walaupun sebenarnya tidak ada elektron yang mengalir melalui celah kedua keping tersebut. Keping sebelah kanan akan melebihi elektron yang terukur dengan muatan  $-Q$  dan pada keping sebelah kiri termuati sebesar  $+Q$ . Besar muatan  $-Q$  karena proporsional dengan  $V$  (Subekti, 2003). Konstanta proporsionalitas tersebut dinyatakan sebagai kapasitansi atau  $C_0$  dengan persamaan:

$$Q = C_0 V \quad (2.11)$$

$$C_0 = \frac{Q}{V} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (2.12)$$

Dengan satuan kapasitansi adalah farad (F). Nilai  $A$  adalah luas penampang dari keping tersebut,  $d$  merupakan jarak pemisah antar dua keping, dan  $\epsilon_0$  adalah konstanta permitivitas bahan. Persamaan (2.11) adalah nilai kapasitansi sebelum menggunakan dielektrik, namun dengan kehadiran dielektrik persamaan tersebut menjadi:

$$C' = \frac{Q}{V} = \epsilon \frac{A}{d} \quad (2.13)$$

Muatan  $Q$  keduanya adalah sama. Bila ruang diantara pelat-pelat diisi sepenuhnya oleh dielektrik, maka rasio  $C_0$  dan  $C'$  disebut konstanta dielektrik. Konstanta dielektrik  $\epsilon_r$  adalah sebuah bilangan murni pada sembarang material murni tertentu.

$$\epsilon_r = C'/C_0 \quad (2.14)$$

Dalam persamaan mencari nilai indeks bias dan konstanta dielektrik, terdapat hubungan diantara keduanya. Dilihat dari persamaan 2.1 dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$n = \frac{c}{v} = \sqrt{\frac{\mu\epsilon}{\mu_0\epsilon_0}} \quad (2.15)$$

$$n = \sqrt{\mu_r\epsilon_r} \quad (2.16)$$

Keterangan:

$Q$  = muatan listrik (Coulomb)

$C_0$  = kapasitansi tanpa dielektrik (Farad)

$C'$  = kapasitansi dengan dielektrik (Farad)

$V$  = beda potensial (Volt)

$A$  = luas penampang ( $m^2$ )

$d$  = jarak pemisah antar dua keping (m)

$\epsilon_0$  = konstanta permitivitas bahan

$\epsilon_r$  = konstanta dielektrik

$\mu_r$  = permeabilitas bahan

(Halliday, 1994)

Berikut tabel nilai konstanta dielektrik  $\epsilon_r$  pada beberapa bahan.

Tabel 2.4 Konstanta Dielektrik Bahan  $\epsilon_r$

Bahan	Konstanta Dielektrik ( $\epsilon_r$ )
Air murni	78.5
Air penyaringan	81
Aluminium oksida	8.8
Bakelit	4.67
Barium titanate ( $\text{BaTiO}_3$ )	1100-10000
Etil alkhohol	24.5
Karet	2.4
Mika	5.4
Parafin	2.25
Porselin	5.87
PVC	3.52
Silika	3.78
Titanium dioksida ( $\text{TiO}_2$ )	100
Udara (1atm)	1.00059
Udara vakum	1

(Sumber: Sarwate, 1993)

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember pada bulan November 2014 sampai selesai.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :

#### 3.2.1 Alat

1. Satu set alat difraksi Fraunhofer celah tunggal



Gambar 3.1 Laser HeNe, celah tunggal, dan holder

2. Jangka sorong



Gambar 3.2 Jangka sorong

### 3. Layar dan kertas *milimeter block*



3.3 Layar pengamatan dan kertas *milimeter block*

### 4. Wadah transparan berbentuk persegi (*deckglassér*)

Dimensi = 1,8 cm × 1,8 cm × 1,8 cm

Ketebalan = 0,7 mm



Gambar 3.4 Wadah transparan *deckglassér*

### 5. Wadah transparan berbentuk persegi panjang

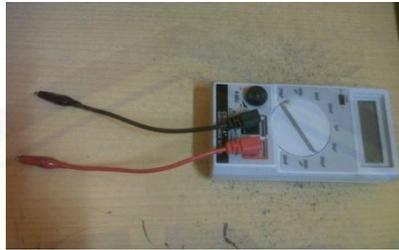
Dimensi = 3,5cm × 2 cm × 3 cm

Ketebalan = 1 mm



Gambar 3.5 Wadah transparan persegi panjang

## 6. Kapasitansi meter



Gambar 3.6 Kapasitansi meter

## 7. Tembaga

### 3.2.2 Bahan

#### 1. Minyak cengkeh

5 merk minyak cengkeh yang berbeda dengan penggunaan masing-masing 5ml.



Gambar 3.7 Minyak cengkeh

#### 2. Aquades

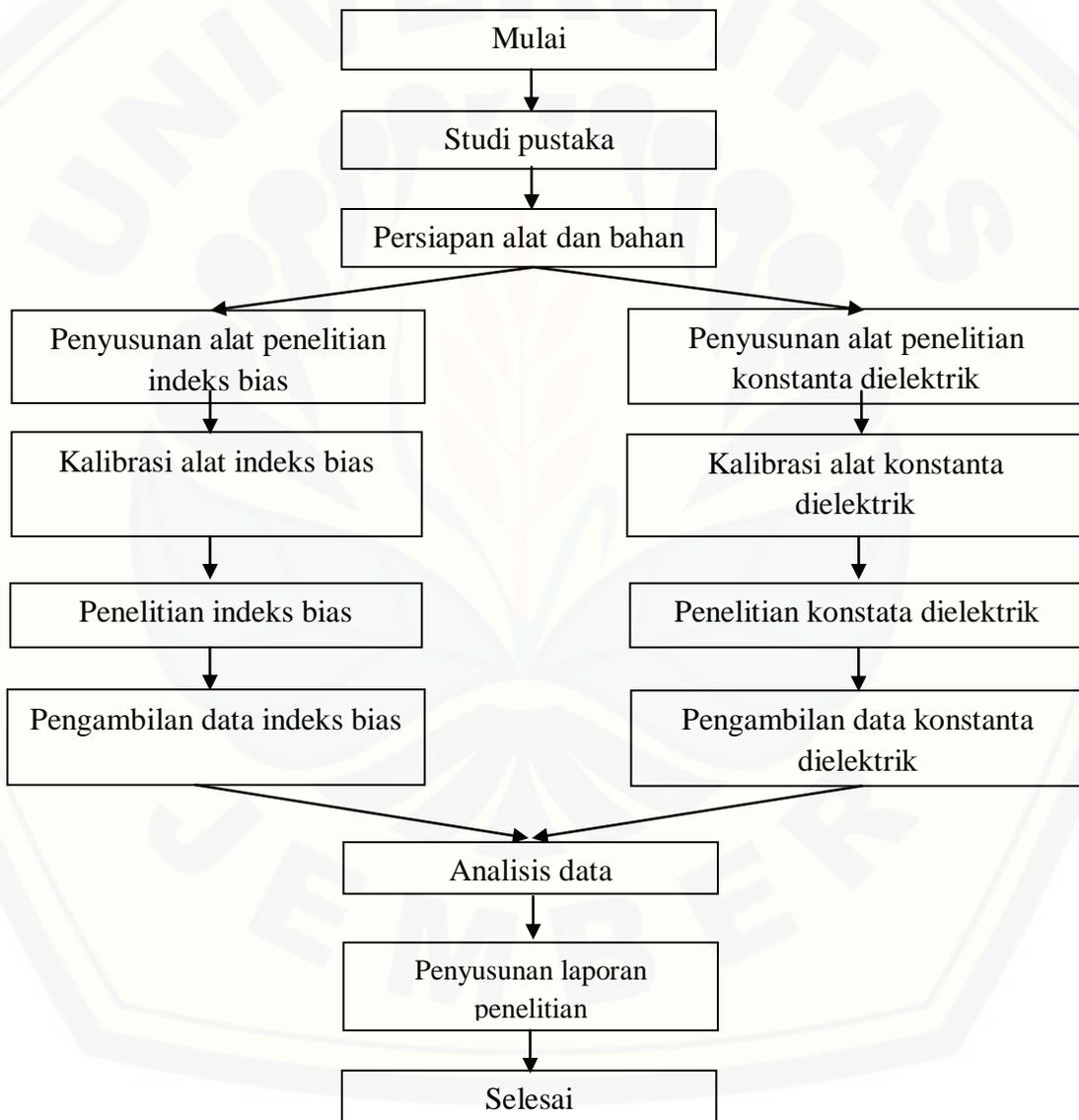
Aquades yang digunakan yaitu 5ml, untuk kalibrasi alat difraksi Fraunhofer.



Gambar 3.8 Aquades

### 3.3 Prosedur Penelitian

Berdasarkan studi pustaka penelitian akan dilakukan melalui 6 proses kegiatan yang meliputi proses persiapan, proses penyusunan alat dan bahan, kalibrasi alat penelitian, proses penelitian, proses pengambilan data, proses analisa data, dan bagian akhir pembuatan kesimpulan untuk penyusunan laporan data penelitian yang telah dilakukan. Tahapan penelitian dapat dinyatakan dengan diagram alir penelitian pada Gambar 3.1.



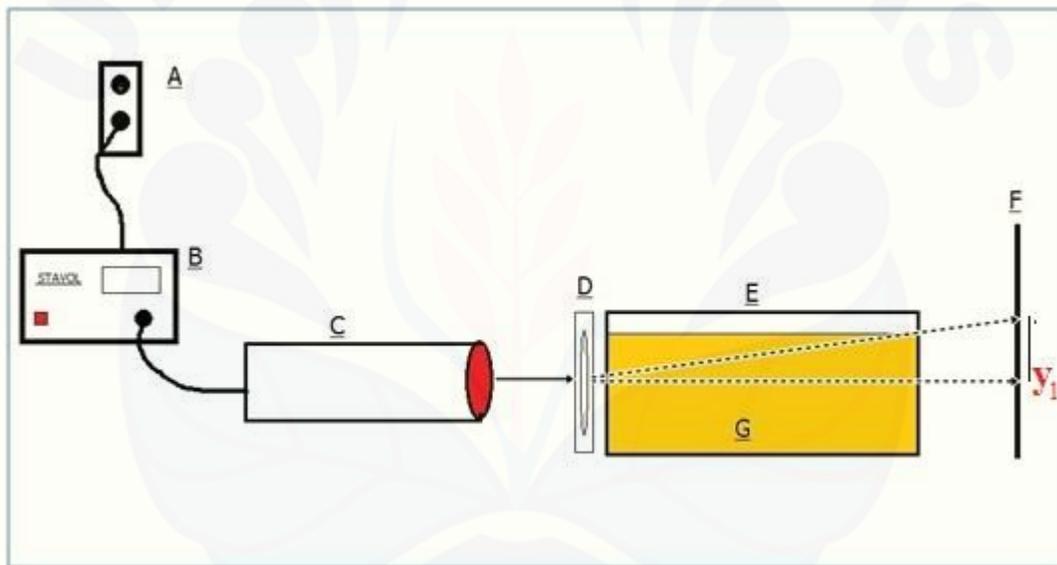
Gambar 3.9 Tahapan penelitian

### 3.3.1 Persiapan Alat dan Bahan

Pada proses persiapan alat dan bahan, dilakukan pemasangan alat baik pada metode difraksi Fraunhofer celah tunggal dan penentuan konstanta dielektrik di laboratorium Fisika Modern dan Optoelektronika. Selain itu disiapkan pula bahan yang akan digunakan yaitu minyak cengkeh.

### 3.3.2 Penyusunan alat penelitian

Berikut adalah gambar rancangan alat dan bahan penelitian difraksi Fraunhofer dan penentuan konstanta dielektrik yang ditunjukkan oleh Gambar 3.10 dan Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Rancangan alat penelitian difraksi Fraunhofer

Adapun keterangan dari setiap bagian rancangan alat penelitian penentuan indeks bias minyak cengkeh dengan difraksi Fraunhofer pada Gambar 3.10, yaitu:

- A. PLN sebagai sumber listrik
- B. *Stavol* berfungsi sebagai penstabil tegangan
- C. Sumber laser HeNe dengan  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$  dengan daya  $0,95 \text{ mW}$ , sebagai sumber cahaya yang akan melewati celah tunggal

- D. Celah tunggal berfungsi sebagai mendifraksikan sinar laser yang diletakkan pada *holder*
- E. Wadah untuk medium aquades dan minyak cengkeh
- F. Layar digunakan untuk mengamati pola hasil difraksi dengan menggunakan kertas *milimeter block*
- G. Bahan yang akan diukur indeks biasanya



Gambar 3.11 Rancangan alat penelitian dengan kapasitansi meter

Adapun keterangan dari setiap bagian rancangan alat penelitian penentuan konstanta dielektrik minyak cengkeh menggunakan kapasitansi meter pada Gambar 3.11, yaitu:

- A. Wadah yang berisi minyak cengkeh
- B. Tembaga sebagai kapasitor
- C. Kapasitansi meter sebagai alat pengukur nilai kapasitansi minyak cengkeh
- D. Kabel penghubung

### 3.3.3 Kalibrasi Alat

Sebelum pengambilan data dilakukan langkah kalibrasi. Hal ini penting dilakukan untuk mengetahui kualitas alat yang digunakan. Kalibrasi dilakukan dengan mencari nilai indeks bias dari aquades ( $H_2O$ ) dengan susunan rangkaian alat sesuai Gambar 3.10. Nilai dari hasil kalibrasi aquades dibandingkan dengan nilai dari referensi yang telah ada yaitu 1,33. Selanjutnya melakukan kalibrasi alat kapasitansi meter. Rancangan alat disusun sesuai Gambar 3.11, namun wadah tersebut tidak terisi bahan apapun dibiarkan kosong. Dalam hal ini yang dicari nilai konstanta dielektriknya adalah udara sebagai nilai  $C_0$ . Kemudian wadah tersebut diisi minyak dan dicari nilai konstanta dielektriknya sebagai nilai  $C'$ . Kemudian hasil kedua nilai tersebut dihitung menggunakan persamaan 2.11 dan 2.12 kemudian hasilnya dibandingkan dengan referensi konstanta dielektrik udara yaitu sebesar 1,00054.

### 3.3.4 Proses Penelitian dan Pengambilan Data

Bahan yang digunakan adalah 5 merk minyak yang berbeda dengan masing-masing diambil 5ml. Masing-masing minyak cengkeh akan diuji nilai indeks bias dengan perlakuan suhu yang sama sesuai suhu ruangan Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern Fakultas MIPA Universitas Jember. Volume setiap minyak cengkeh diatur dengan volume yang sama.

Pengukuran indeks bias setiap minyak cengkeh dilakukan lima kali pengulangan, maka data yang akan diperoleh adalah 25 data indeks bias. Sedangkan untuk pengukuran konstanta dielektrik menggunakan alat kapasitansi meter dilakukan lima kali pengulangan untuk masing-masing merk minyak cengkeh dengan suhu yang sama sesuai suhu ruangan, maka data yang akan diperoleh adalah 25 data nilai konstanta dielektrik.

Langkah selanjutnya adalah meletakkan wadah yang telah diisi minyak cengkeh di depan celah tunggal seperti pada Gambar 3.10. Celah tunggal diletakkan pada holder dan diposisikan didepan laser. Kemudian laser dihidupkan dengan

menekan tombol *on* kemudian diukur jarak antara celah tunggal dan layar sebagai nilai  $L$ . Sumber cahaya laser HeNe yang melewati celah dan minyak cengkeh akan menimbulkan pola gelap terang pada layar, pola tersebut disimbolkan sebagai  $Y$  (cm). Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai indeks minyak dengan menggunakan persamaan:

$$Y = \frac{Y_1 + Y_2}{2} \quad (3.1)$$

Nilai  $Y$  yang diperoleh adalah nilai  $Y'_{air}$  dan  $Y'_{udara}$ , kemudian nilai tersebut disubstitusikan ke persamaan berikut:

$$\frac{n_{minyak}}{n_{air}} = \frac{Y_{minyak}}{Y_{air}} \quad (3.2)$$

Dengan nilai  $n_{air}$  yang telah diketahui yaitu 1,33, maka diperoleh nilai indeks bias minyak. Untuk memperoleh nilai konstanta dielektrik dicari nilai konstanta dielektriknya adalah udara sebagai nilai  $C_0$ . Kemudian wadah tersebut diisi minyak dan dicari nilai konstanta dielektriknya sebagai nilai  $C'$ . Kemudian hasil kedua nilai tersebut dihitung menggunakan persamaan 2.11 dan 2.12 kemudian hasilnya dibandingkan dengan referensinya udara yaitu sebesar 1,00054.

### 3.4 Analisis Data

Pada penelitian dilakukan pengulangan sebanyak lima kali setiap pengambilan data untuk satu merek minyak cengkeh, sehingga diperoleh nilai  $\bar{n}$  dengan rumus:

$$\bar{n} = \frac{\sum n_i}{N} \quad (3.3)$$

Karena penelitian ini dilakukan berulang maka digunakan standar deviasi untuk mencari ralat nilai indeks bias, yaitu menggunakan rumus:

$$\Delta n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2}{N(N-1)}} \quad (3.4)$$

Nilai akhir indeks bias yang akan diperoleh yaitu:

$$n = (\bar{n} \pm \Delta n) \quad (3.5)$$

Kualitas suatu pengukuran dapat menggunakan ralat sebagai berikut:

$$I = \frac{\Delta n}{n} \times 100\% \quad (3.6)$$

$$K = 100\% - I \quad (3.7)$$

Keterangan:

$\bar{n}$  = hasil ukur indeks bias rata-rata

$n_i$  = pengukuran indeks bias ke-i

$\Delta n$  = standar deviasi pengukuran indeks bias

$N$  = jumlah pengukuran

$I$  = ketidakpastian relatif

$n$  = hasil perhitungan indeks bias

$K$  = keseksamaan

Selanjutnya ralat yang digunakan untuk pengukuran konstanta dielektrik pada minyak cengkeh adalah:

$$\bar{\varepsilon}_r = \frac{\sum \varepsilon_r}{N} \quad (3.8)$$

Karena penelitian ini dilakukan berulang maka digunakan standar deviasi untuk mencari ralat nilai konstanta dielektrik, yaitu menggunakan rumus:

$$\Delta \varepsilon_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\varepsilon_{r_i} - \bar{\varepsilon}_r)^2}{N(N-1)}} \quad (3.9)$$

Kualitas suatu pengukuran dapat menggunakan ralat sebagai berikut:

$$I = \frac{\Delta \varepsilon_r}{|\bar{\varepsilon}_r|} \times 100\% \quad (3.10)$$

$$K = 100\% - I \quad (3.11)$$

Nilai akhir konstanta dielektrik yang akan diperoleh yaitu:

$$\varepsilon_r = (\bar{\varepsilon}_r \pm \Delta\varepsilon_r) \quad (3.12)$$

Hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik akan diidentifikasi melalui uji statistik regresi untuk membuktikan adanya hubungan antar keduanya, serta dilakukan penghitungan koefisien korelasi untuk menginterpretasikan kekuatan hubungan pada indeks bias dengan konstanta dielektrik seperti berikut:

$$t = \sqrt{R^2} \times \sqrt{\frac{df}{1 - R^2}} \quad (3.13)$$

$$t = \frac{R}{\sqrt{\frac{1 - R^2}{df}}} \quad (3.14)$$

Dengan  $df = n - 2$ . Uji statistik regresi memberikan hasil yaitu  $t$  hitung, yang kemudian akan dibandingkan dengan  $t$  tabel yang bergantung pada derajat kebebasan dan signifikansi perhitungan. Selanjutnya akan digunakan hipotesa  $H_0$  dan  $H_1$  yang telah dibuat, yaitu:

$H_0$  : tidak terdapat hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik larutan sukrosa

$H_1$  : terdapat hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik larutan sukrosa

$H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, apabila  $t$  hitung lebih besar dari  $t$  tabel, sehingga terdapat hubungan antara variabel indeks bias dan konstanta dielektrik, dan berlaku sebaliknya.

Koefisien korelasi merupakan kekuatan hubungan linier serta arah hubungan dua variabel acak, yang memiliki besar nilai antara -1 sampai dengan +1. Saat koefisien korelasi bernilai positif, maka kedua variabel memiliki hubungan yang searah. Nilai koefisien korelasi diperoleh melalui pengakaran nilai koefisien determinasi. Tabel 3.1 dibawah, menunjukkan rentang nilai interpretasi kekuatan hubungan antara dua variabel acak

Tabel 3.1 Kriteria interpretasi kekuatan hubungan antara dua variabel

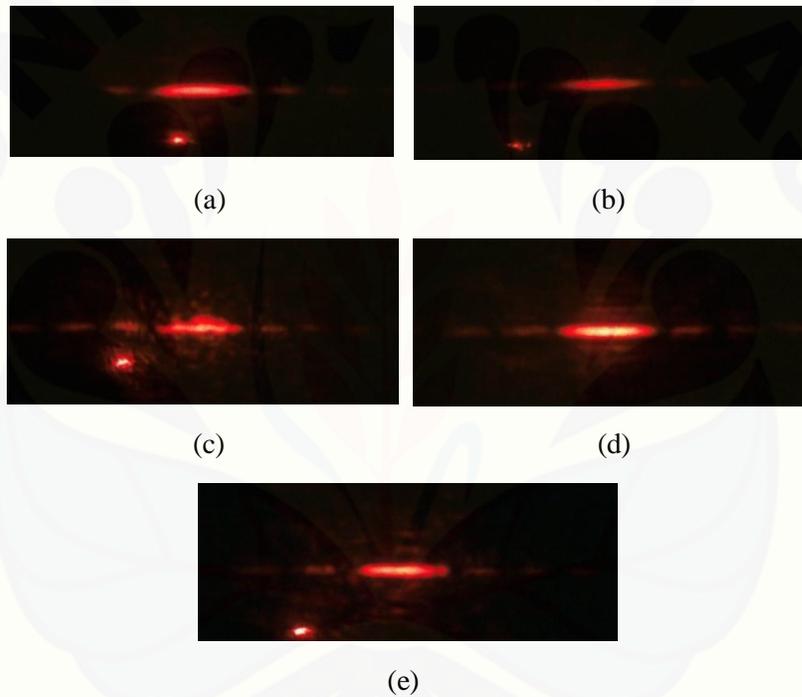
Koefisien Korelasi (r)	Interpretasi
0,00	Tidak terdapat korelasi antara dua variabel
$0,00 < n \leq 0,25$	Korelasi sangat lemah
$0,25 < n \leq 0,50$	Korelasi cukup
$0,50 < n \leq 0,75$	Korelasi kuat
$0,75 < n \leq 0,99$	Korelasi sangat kuat
1,00	Korelasi sangat sempurna

Sumber: Jonathan, 2006

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai indeks bias dan nilai konstanta dielektrik terhadap lima macam merk minyak cengkeh. Pengambilan data setiap merk dilakukan sebanyak lima kali dengan suhu tetap yaitu ( $25^{\circ}\text{C}$ ). Berikut adalah pola difraksi yang dihasilkan dari kelima merk minyak cengkeh.



(a) Minyak Merk A; (b) Minyak Merk B; (c) Minyak Merk C; (d) Minyak Merk D; (e) Minyak Merk E.

Gambar 4.1 Pola difraksi yang terbentuk pada suhu  $25^{\circ}\text{C}$

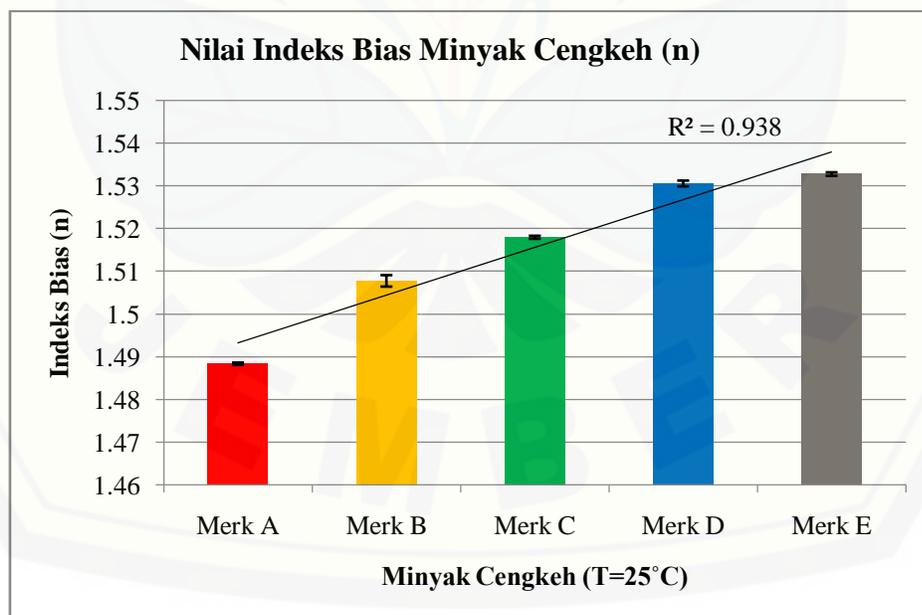
#### 4.1.1 Hasil pengukuran nilai indeks bias lima merk minyak cengkeh

Hasil dari lima kali pengukuran terhadap lima merk minyak cengkeh disajikan dalam Tabel 4.1. Tabel tersebut memperlihatkan nilai indeks bias dari kelima minyak cengkeh yang nilainya beragam.

Tabel 4.1 Nilai Indeks Bias Untuk Minyak Cengkeh

Minyak Cengkeh	T (°C)	$\bar{n}$
Merk A	25°	1,4884 ±0,0003
Merk B	25°	1,5078 ±0,0013
Merk C	25°	1,5180 ±0,0004
Merk D	25°	1,5306 ±0,0007
Merk E	25°	1,5328 ±0,0004

Dari tabel nilai indeks bias diatas, untuk setiap merk minyak cengkeh yang berbeda digambarkan dalam bentuk grafik yang disajikan pada Gambar 4.1. Grafik tersebut menampilkan urutan merk minyak yang memiliki nilai indeks bias terkecil hingga terbesar.



Gambar 4.2 Grafik indeks bias (n) minyak cengkeh dengan lima merk berbeda

Uji nilai error yang menggunakan standar deviasi ditampilkan pada Tabel 4.1 untuk menunjukkan signifikansi dari pengulangan yang dilakukan. Hasil ini ditujukan bahwa nilai indeks bias minyak cengkeh pada kelima merk yaitu kecil dan tidak lebih dari 1.

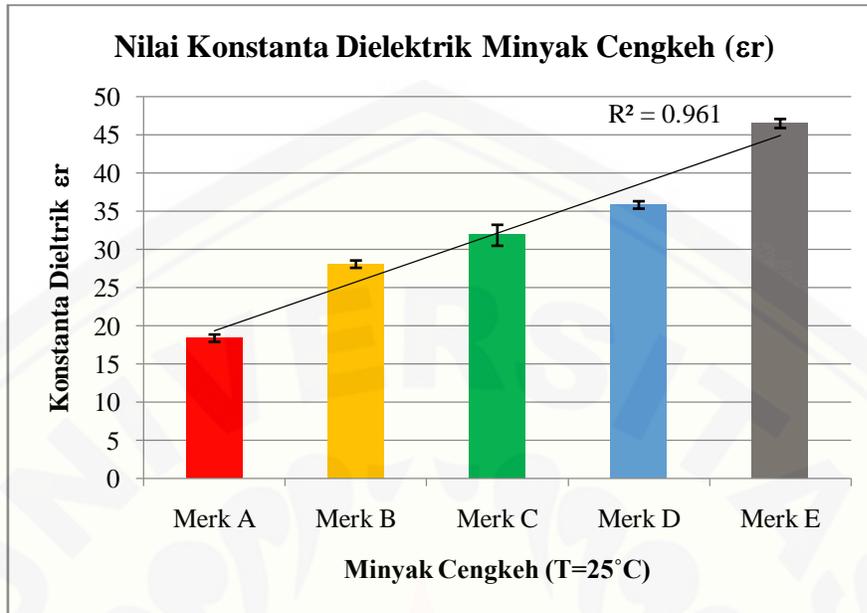
#### 4.1.2 Hasil pengukuran nilai konstanta dielektrik lima merk minyak cengkeh

Selanjutnya dilakukan pengukuran untuk mencari nilai konstanta dielektrik pada lima merk minyak cengkeh. Pada proses pengambilan data, diperoleh data awal berupa nilai kapasitansi minyak cengkeh dengan lima kali pengulangan menggunakan kapasitansi meter pada suhu yang sama ( $25^{\circ}\text{C}$ ). Nilai kapasitansi setiap merk minyak dapat dilihat pada lampiran B. Berdasarkan nilai kapasitansi tersebut didapatkan nilai konstanta dielektrik minyak cengkeh pada masing-masing merk minyak cengkeh yang ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai Konstanta Dielektrik ( $\epsilon_r$ ) pada Minyak Cengkeh

<b>Minyak Cengkeh</b>	<b>T (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>	<b><math>\bar{\epsilon}_r</math></b>
Merk A	$25^{\circ}$	$20,5328 \pm 0,2165$
Merk B	$25^{\circ}$	$28,3777 \pm 0,2761$
Merk C	$25^{\circ}$	$29,4431 \pm 0,2652$
Merk D	$25^{\circ}$	$33,9952 \pm 0,2026$
Merk E	$25^{\circ}$	$47,1671 \pm 0,1326$

Grafik nilai konstanta dielektrik pada kelima merk minyak cengkeh yang berbeda yang ditunjukkan oleh Gambar 4.3. Grafik tersebut menunjukkan bahwa nilai konstanta dielektrik tiap bahan berbeda.



Gambar 4.3 Grafik konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) minyak cengkeh dengan lima merk yang berbeda

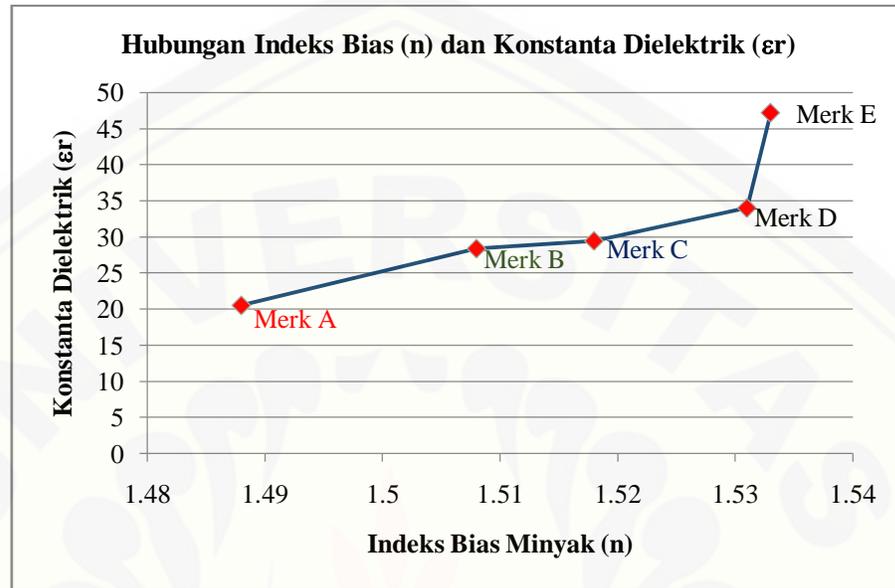
Grafik diatas juga menunjukkan nilai error yang ditampilkan pada Tabel 4.2. Nilai error tersebut kecil karena kurang dari 1. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran yang dilakukan memiliki kesalahan yang kecil.

Kedua hasil di atas dapat diolah menjadi tabel dan grafik hubungan nilai indeks bias dan nilai konstanta dielektrik pada kelima merk minyak cengkeh yang berbeda yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.

Tabel 4.3 Hubungan antara Nilai Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik

Minyak Cengkeh	T (°C)	$\bar{n}$	$\bar{\epsilon}_r$
Merk A	25°	1,4884 ±0,0003	20,5328 ±0,2165
Merk B	25°	1,5078 ±0,0013	28,3777 ±0,2761
Merk C	25°	1,5180 ±0,0004	29,4431 ±0,2652
Merk D	25°	1,5306 ±0,0007	33,9952 ±0,2026
Merk E	25°	1,5328 ±0,0004	47,1671 ±0,1326

Dari tabel diatas didapatkan grafik hasil hubungan antara nilai indeks bias dan nilai konstanta dielektrik.



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara nilai indeks bias dan konstanta dielektrik minyak cengkeh dengan lima merk yang berbeda.

## 4.2 Pembahasan

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang dilakukan, terlihat bahwa minyak cengkeh yang terdiri dari lima merk berbeda menghasilkan nilai indeks bias dan konstanta dielektrik yang berbeda. Nilai tersebut diperoleh dari nilai rata-rata lima kali pengukuran pada tiap merk.

Perolehan data awal dilakukan pada minyak merk A yang menghasilkan pola difraksi. Pengambilan pola difraksi dari udara dilakukan terlebih dahulu sebelum pengambilan pola difraksi minyak. Gambar pola difraksi pada medium udara dan minyak cengkeh merk A berbeda, pada udara diperoleh jarak pola yang lebih lebar dibandingkan minyak cengkeh, hal tersebut terjadi karena ada perbedaan kerapatan optik antara kedua medium. Minyak cengkeh memiliki kerapatan optik yang lebih tinggi dibandingkan dengan udara, sehingga sinar yang melewati minyak memiliki

cepat rambat yang lebih kecil. Pengaruh ini menyebabkan jarak pola difraksi yang terbentuk pada medium minyak lebih kecil dibandingkan pada medium udara. Data pengukuran pola difraksi yang diperoleh pada lampiran A digunakan untuk menentukan nilai indeks bias. Nilai indeks bias yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.1, pada tabel tersebut didapat nilai indeks bias minyak cengkeh merk A sebesar 1,4882 pada suhu 25°C dengan nilai error yang didapat sebesar 0,0003, maka dapat diidentifikasi bahwa kesalahan dalam pengukuran kecil karena kurang dari 1. Sifat fisik dari minyak merk A memiliki bentuk yang cair, berwarna coklat kehitaman, dan berbau khas cengkeh. Namun, apabila diidentifikasi dari nilai SNI yaitu 1,528-1,535, minyak merk A tidak memenuhi syarat sebagai minyak yang sesuai SNI, karena nilainya jauh dari standar yang sudah ditentukan. Menurut Moen'im (1997), apabila nilai indeks bias semakin kecil, maka kadar eugenol pada minyak cengkeh tersebut jumlahnya semakin kecil dan kadar air yang terdapat didalam minyak juga besar. Maka, didapatkan informasi bahwa minyak merk A tidak murni karena dimungkinkan terdapat campuran bahan lain didalamnya walaupun dikemas tertera informasi komposisi minyak yang hanya terbuat dari 100% cengkeh. Informasi lain yang didapat yaitu nilai konstanta dielektrik, dari penelitian diperoleh data nilai kapasitansi pada alat kapasitansi meter pada suhu 25°C (lihat Lampiran B). Nilai konstanta dielektrik minyak A yaitu 20,5328 dengan nilai error sebesar 0,2165 dan keseksamaan 99,95%, maka keseksamaan pengukuran cukup baik karena nilai error yang didapat cukup kecil. Dilihat dari warna minyak yang gelap, kondisi tersebut disebabkan karena adanya ion-ion logam yang bereaksi dengan senyawa minyak cengkeh yaitu eugenol (Brahmana, 1991). Logam-logam yang terdapat dalam minyak daun cengkeh antara lain Fe, Mg, Mn, Zn, dan Pb (Marwati *et al.*, 2005). Logam-logam tersebut berasal dari daun dan alat penyuling. Akumulasi logam dalam daun terjadi karena penyerapan logam dari tanah melalui akar dan penyerapan logam dari udara melalui stomata daun (Pahlesson, 1989).

Pengukuran pada minyak cengkeh merk B menghasilkan pola difraksi yang dapat dilihat pada Gambar 4.1b. Lebar pola difraksi digunakan untuk mencari nilai indeks bias minyak cengkeh merk B (Tabel 4.1). Hasil yang diperoleh menunjukkan besarnya indeks bias minyak pada suhu 25°C sebesar 1,5078. Nilai error minyak cengkeh merk B yang didapatkan yaitu 0,0013, hal ini menunjukkan pengukuran yang dilakukan sudah cukup baik karena nilai error kurang dari 1, selain itu diperoleh nilai keseksamaan dalam pengukuran yaitu sebesar 99,96%. Dilihat dari beberapa sifat fisik yang tampak, minyak cengkeh merk B memiliki bentuk cair dan berwarna coklat muda, dan beraroma khas cengkeh. Warna coklat yang dihasilkan adalah pengaruh mineral logam yang terkandung didalamnya yang sudah bereaksi dengan eugenol. Meskipun dari sifat fisiknya memenuhi dengan standar minyak cengkeh pada umumnya, namun nilai indeks biasnya jauh dari nilai SNI. Informasi lain yang didapat yaitu didapatkan nilai kapasitansi pada minyak (Lampiran B), dari nilai kapasitansi tersebut didapatkan pula nilai konstanta dielektrik ( $\epsilon_r$ ) yaitu 28,3777 dengan nilai error sebesar 0,2761 dengan keseksamaan 99,13%. Nilai  $\epsilon_r$  minyak merk B lebih besar dari minyak merk A, hal ini dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada merk B cukup banyak.

Pola difraksi minyak cengkeh merk C dapat dilihat pada Gambar 4.1c. Pola tersebut menghasilkan jarak simpangan ( $y$ ) yang nantinya akan diolah dengan persamaan 3.2 dan menghasilkan nilai indeks bias. Nilai indeks bias ( $n$ ) merk C sebesar 1,5180 dengan nilai error sebesar 0,0004 dan nilai keseksamaan 99,98%. Dilihat dari nilai error dan keseksamaan, pengukuran ini tergolong cukup baik. Meskipun pengukuran cukup baik, nilai indeks bias yang dihasilkan jauh dari standar SNI yang telah ditetapkan. Informasi lain yang diperoleh yaitu sifat fisik yang tampak pada minyak cengkeh merk B berbentuk cair, warna kuning, namun aroma minyak tidak berbau cengkeh, hal ini dikarenakan terdapat beberapa bahan campuran yang terdapat didalam minyak tersebut yaitu gliserin, alkohol, creosote, dan air. Air dan bahan campuran lain yang terkandung dalam minyak dapat mempengaruhi nilai

indeks bias yang dihasilkan, selain itu warna kuning pada minyak juga dapat dipengaruhi oleh kandungan mineral logam Fe yang terdapat dalam minyak hasil penyulingan (Wittmann, 1979). Mineral-mineral tersebut juga dapat mempengaruhi nilai konstanta dielektrik minyak, untuk minyak merk C menghasilkan nilai  $\epsilon_r$  sebesar 29,4431 pada suhu 25°C dengan nilai error 0,2652 dan nilai keeksamaan (K) 99,19% yang menunjukkan bahwa pengukuran  $\epsilon_r$  sudah cukup baik.

Hasil pengukuran minyak cengkeh merk D dapat dilihat pada lampiran A, sedangkan pola difraksi dapat dilihat pada Gambar 4.1d. Nilai simpangan ( $y$ ) dari pola difraksi menghasilkan nilai indeks bias sebesar 1,5306 dengan nilai error sebesar 0,0007 dan nilai keeksamaan (K) 99,93%. Dilihat dari sifat fisiknya, minyak cengkeh merk D memiliki bentuk cair, bening kekuningan, dan beraroma khas cengkeh. Kemungkinan minyak ini sudah melalui tahap pengkelatan untuk menghilangkan warna hitam setelah penyulingan atau proses penyulingannya melalui alat yang berbahan stainless steel. Proses penyulingan sangat mempengaruhi kualitas dari minyak (Sastrohamidjojo, 2004). Adapun tiga sistem penyulingan untuk minyak atsiri yaitu, penyulingan dengan air, penyulingan dengan air dan uap, dan penyulingan dengan uap (Sumitra, 2013). Dapat dikatakan bahwa minyak cengkeh tersebut merupakan minyak cengkeh murni dengan dilihat dari nilai indeks bias yang sesuai dengan SNI yaitu sekitar 1,528-1,535. Mineral yang terkandung dalam minyak juga menghasilkan nilai  $\epsilon_r$  cukup besar yaitu 33,9952 dengan nilai keeksamaan 96,46% dan nilai error sebesar 0,2026.

Minyak cengkeh merk E menghasilkan gambar pola difraksi dapat dilihat pada Gambar 4.1e. Data (lihat Tabel 4.1) nilai indeks bias yang didapat yaitu 1,5328 dengan nilai error sebesar 0,0004 dan keeksamaan pengukuran 99,97% yang menunjukkan pengukuran minyak cengkeh sudah cukup baik. Melihat sifat-sifat fisika pada minyak cengkeh merk E, terlihat bahwa minyak ini merupakan minyak cengkeh murni yang mempunyai sifat fisika diantaranya bentuk cair, warna kuning pekat, dan beraroma sangat pedas khas cengkeh juga memiliki nilai indeks bias

mendekati standart SNI. Minyak cengkeh merk E memiliki nilai konstanta dielektrik sebesar 47,1671 dengan nilai error sebesar 0,1326 dan keseksamaan pengukuran sebesar 99,74%.

Dari lima data minyak cengkeh merk A, B, C, D, dan E dapat dilihat bahwa minyak cengkeh merk E adalah minyak yang paling baik. Hal ini dikategorikan dari sisi rentang nilai indeks bias yang telah mendekati standart SNI, selanjutnya minyak merk D juga baik karena nilai indeks biasnya mendekati standart SNI yaitu 1,5306. Minyak yang tergolong tidak murni adalah minyak cengkeh merk A, merk B, dan merk C dengan nilai indeks bias yang cukup jauh dari standart SNI. Pengukuran nilai konstanta dielektrik dari lima data minyak cengkeh merk A, B, C, D, dan E memperlihatkan bahwa minyak cengkeh merk E adalah minyak yang memiliki nilai konstanta dielektrik paling tinggi yaitu 47,1671, berikutnya minyak merk D yaitu 33,9952, minyak merk C 29,4431, minyak merk B 28,3777, sedangkan minyak yang nilai konstanta dielektriknya kecil adalah minyak cengkeh merk A dengan nilai  $\epsilon_r$  sebesar 20,5328. Ditunjukkan bahwa minyak merk A dapat menyimpan muatan listrik lebih kecil jika dibandingkan pada minyak cengkeh merk E. Selain itu menunjukkan bahwa permitivitas statis pada minyak cengkeh A lebih kecil dibandingkan minyak cengkeh merk E.

Pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai indeks bias maka semakin tinggi pula nilai konstanta dielektrik dilihat dari persamaan 2.16, walaupun pada gambar menunjukkan garis yang tidak linier sempurna. Hasil ini dapat menunjukkan hubungan antara nilai indeks bias dan konstanta dielektrik pada kelima merk minyak cengkeh yang telah diteliti. Minyak cengkeh merk E menunjukkan nilai yang tinggi dilihat dari nilai indeks bias dan konstanta dielektriknya.

Penggunaan regresi eksponensial untuk menampilkan hubungan antara indeks bias dengan konstanta dielektrik. Koefisien determinasi yang digunakan untuk mengetahui kesesuaian antara data hasil eksperimen dengan kurva pada percobaan ini memiliki nilai sebesar  $R^2 = 0,900$ . Nilai tersebut mendekati nilai 1. Apabila R yang

dihasilkan terletak pada rentang (0,8-1) maka dikategorikan sangat kuat korelasinya (Sah, 2009). Melihat ada atau tidaknya hubungan antara indeks bias digunakan uji statistik korelasi. Pengujian statistik korelasi yang digunakan mendapatkan  $t$  hitung sebesar 5,1961 dengan signifikansi sebesar 0,05 serta derajat kebebasan sejumlah 3, menunjukkan  $t$  Tabel dengan besar 2,3534. Signifikansi sebesar 0,05 menunjukkan bahwa tingkat kepercayaan atau kebenaran dalam riset sebesar 95%. Dilihat dari perhitungannya, hasil  $t$  hitung yang lebih besar dari  $t$  Tabel mengakibatkan  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima (Spiegel, 1998). Hal ini memberikan hipotesis bahwa terdapat hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik. Berdasarkan hasil koefisien korelasi yang didapatkan yaitu sebesar 0,8723, maka dapat diinterpretasikan bahwa antara variabel indeks bias dengan variabel konstanta dielektrik memiliki hubungan korelasi yang sangat kuat. Semakin tinggi nilai indeks bias minyak cengkeh, maka nilai konstanta dielektrik juga akan meningkat.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan menghasilkan data minyak cengkeh merk A, B, C, D, dan E memperlihatkan bahwa minyak cengkeh merk E adalah minyak yang paling baik yaitu  $1,5328 \pm 0,0004$ . Hal ini dikategorikan dari sisi rentang nilai indeks bias yang telah mendekati standart SNI, selanjutnya minyak merk D juga baik karena nilai indeks biasnya mendekati standart SNI yaitu  $1,5306 \pm 0,0007$ . Minyak yang tergolong tidak murni adalah minyak cengkeh merk A, merk B, dan merk C dengan nilai indeks bias yang cukup jauh dari standart SNI.

Pengukuran nilai konstanta dielektrik dari lima data minyak cengkeh merk A, B, C, D, dan E memperlihatkan bahwa minyak cengkeh merk E adalah minyak yang memiliki nilai konstanta dielektrik paling tinggi yaitu  $47,1671 \pm 0,1326$ , sedangkan minyak yang nilai konstanta dielektriknya kecil adalah minyak cengkeh merk A dengan nilai  $\epsilon_r$  sebesar  $20,5328 \pm 0,2165$ . Ditunjukkan bahwa minyak merk A dapat menyimpan muatan listrik lebih kecil jika dibandingkan pada minyak cengkeh merk E. Selain itu menunjukkan bahwa permitivitas statis pada minyak cengkeh A lebih kecil dibandingkan minyak cengkeh merk E.

Hubungan antara indeks bias dengan konstanta dielektrik menunjukkan bahwa perubahan peningkatan yang kecil pada nilai indeks bias menyebabkan perubahan peningkatan nilai yang besar pada konstanta dielektrik sesuai persamaan 2.16 Berdasarkan uji statistik regresi didapatkan  $t$  hitung sebesar 5,1961 dengan signifikansi sebesar 0,05 serta derajat kebebasan sejumlah 3, dengan menunjukkan  $t$  tabel dengan besar 2,3534 maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, dengan koefisien korelasi sebesar 0,8723 menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara indeks bias dan konstanta dielektrik.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, telah diketahui nilai indeks bias dan konstanta dielektrik pada minyak cengkeh. Dalam penelitian perlu dikembangkan dalam pencarian nilai indeks bias dan konstanta dielektrik pada minyak yang memiliki konsentrasi campuran bahan yang berbeda agar lebih diketahui tingkat kemurnian dari minyak tersebut.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Agrawal, S., and Bhatnagar, D., 2005. *Dielectric Study Of Binary Mixtures Of Edible Unsaturated Oils*. Indian journal of pure Applied Physics Vol.**43**: 624-629.
- Al- Jarb, Areej. Tanpa Tahun. *Diffraction at a Single Slit and Double Slit Measurement of The Diameter of a Hair*.
- Alfianida, Nur Inna. 2014. *Penentuan Indeks Bias Minyak Wijen (Sesame Oil) Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Ganda*. Fakultas MIPA UNEJ: Jember.
- Alma, M. H. Ertas, M., Nitz. S., and Kollmanns Berger., H. 2007. *Chemical Composition and Content of Essential Oil From Bud of Cultivated Turkish Clove (Syzygium aromaticum L.)* Bioresources, **2** (2): 265-269.
- Arkundato, A. & Rahman, L. 2007. *Optika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Armando, R. 2009. *Memproduksi 15 Minyak Atsiri Berkualitas*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2006. *SNI 06-2387-2006 Tentang Minyak Bunga Cengkeh*.
- Beiser, A. 1987. *Konsep Fisika Modern*. Alih Bahasa oleh Houw Liong. 1999. Jakarta: Erlangga.
- Bhuiyan MNI, Begum J., Nandi N. C., Akter T. 2010. *Constituents Of The Essential Oil From Leaves and Buds of Clove (Syzygium caryophyllatum (L.) Alston)*. Afri J. Plant Sci. **4** (11): 451-454.
- Boedijono, D. S. 1986. *Materi Pokok Kapita Selekt Fisika Sekolah 2*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Brahmana HR. 1991. *Pengaruh Penambahan Minyak Kruing Dan Besi Oksida Terhadap Mutu Minyak Nilam (Patchouli Oil)*. Komunikasi Penelitian **3**(4):330-341.
- Burnie, D. 2000. *Cahaya*. Jakarta: Balai Pustaka.

- Busroni. 2010. *Sintesis 1-(3,4 Dimektosi Fenil)-2 Propanon Turunan ugenol Melalui Pembentukan Senyawa 1-(3,4 Dimektosi Fenil)-2 Propanil pada Suhu 250-300°C*. Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 1 (1): 35-45.
- Giancoli, Douglas C. 1998. *Fisika Jilid 2 Edisi Kelima*. Alih Bahasa oleh Yuhilza Hanum. 2001. Jakarta: Erlangga.
- Guenther, E. 1987. *Minyak Atsiri Jilid I*. Alih Bahasa oleh S. Ketaren. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Gunawan, D dan Mulyani, S. 2004. *Ilmu Obat Alam (Farmakognosi) Jilid I*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Gunawan, W. 2009. *Kualitas dan Nilai Minyak Atsiri, Implikasi pada Pengembangan Turunannya*. Seminar Nasional Kimia Bervisi SETS (Science, Environment, Technology, Society) Kontribusi Bagi Kemajuan Pendidikan dan Industri Semarang, 1-11.
- Halliday, David., Resnick, R., Kenneth, S. Krane. 1994. *Volume Two PHYSIC Fourth Edition*. Singapore: John Willey & Sons Pte Ltd.
- Haris, Ruslan. 1989. *Tanaman Minyak Atsiri*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya.
- Harnani, 2010. *Perbandingan Kadar Eugenol Minyak Astsiri Bunga Cengkeh (Syzigium aromaticum (L.) Meer & Perry) dari Maluku, Sumatera, Sulawesi, dan Jawa dengan Metode GC-MS*. Jurnal Indonesia PHARMACON, Vol. 11 (1):25-32.
- Hidayati, N. 2003. *Ekstraksi Eugenol dari Minyak Daun Cengkeh*. Jurnal Teknik Gelagar., 14 (2): 108-104.
- Jonathan, S. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Karmakar, S., Choudhury, M., Das, A. S., Maiti, A., Majumdar, S., Mitra, C. 2012. *Clove (Syzigium aromaticum Linn) Extract Risch Eugenoland Eugenol Derivatives Shows Bone-Preserving Efficacy*. Nat Prod Res, Vol. 26 (6): 500-509.
- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak, Lemak dan Pangan*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Koensoemardiyah. 2010. *A to Z Minyak Atsiri untuk Industri Makan, Kosmetik, dan Aromaterapi*. Yogyakarta: Andi Publisher.

- Laud, B. B. 1988. *Laser dan Optika Non Linier*. Alih Bahasa oleh Sutanto. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Marwati, T., M.S. Rusli, E. Noor dan E. Mulyono. 2005. *Peningkatan Mutu Minyak Daun Cengkeh Melalui Proses Pemurnian*. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian. 2 (2).
- Mateljan, George. 2012. *The World's Healthies Foods*. [25 Mei 2015]
- Moen'im, Achmad Marsuki. 1997. *Ekstraksi dan Karakteristik Minyak Daun Cengkeh (Eugenia caryophyllus)*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Muchiar. 2008. *Penelitian Pengukuran Diameter Kawat Halus dengan Memanfaatkan Fenomena Difraksi Optik*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II Banten.
- Pahlesson AB. 1989. *Toxicity of Heavy Metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to Vascular Plants. Water, Air, and Soil Pollutan* 2:3-4.
- Pain, HJ. 2005. *The Physics of Vibrations and Waves*. England: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium Southern Gate Chichester, West Sussex PO19 8SQ.
- Pelczar MJ, Chan ECS and Krieg NR. 1998. *Control Of Microorganisms, The Control Of Microorganisms By Physical Agents*. In: Microbiology. McGraw-Hill International, New York. pp. 469-509.
- Pemimpin Redaksi. "Potensi Sang Minyak Harum". Trubus Info Kit. Juni 2009. Halaman 4.
- Sah, A. N. 2009. *Data Analysis Using Microsoft Excel*. New Delhi: Anurag Jain for Excel Books.
- Sarojo, G. 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sarwate, V. V. 1993. *Electromagnetic Fields and Waves*. New Delhi: Willey Eastern Limited.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sears, Francis Weston., Zemansky, Mark W. 1987. *FISIKA untuk Universitas 3 Optika Fisika Modern*. Saduran bebas oleh: Ir. Nabris Katib dan Drs. Amir Achmad M.Sc. Jakarta: Binacipta.

- Serway, R. A & Vuille, C. 2012. *College Physics*. Ninth Edition. Boston: Charles Hartford.
- Sharma, K K. 2006. *OPTICS Principles and Applications*. USA: Elsevier.
- Siagian, H. 2004. Pemanfaatan Interferometer Michelson dalam Menentukan Karakteristik Parameter Fisis Zat Cair. *Jurnal Penelitian "SAINTIKA"*. Vol. 4 (2): 127-132.
- Silviana. 2007. *Proses Pengkelatan Minyak Cengkeh dengan Asam Sitrat*. Jurnal Metana Program Diploma Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- Spiegel, Murray. R. 1998. *Statistika*. Jakarta: Erlangga.
- Subekti, Agus. 2003. *Diktat Kuliah Elektronika Dasar*. Jember: Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Sumitra, O. 2013. Memproduksi Minyak Atsiri Biji Pala. Departemen Pendidikan Nasional (13 Juni 2015).
- Sutiah, 2008. *Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias*. Berkala fisika, Vol. 11 (2): 53-58.
- Thomson. 2004. *PDR For Hebal Medicine (clove)* 3<sup>rd</sup> ed. USA: PDR at Montvale, pp. 204-208.
- Tipler, P. A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2 Edisi Ketiga*. Alih Bahasa oleh Bambang Soegijono. 2001. Jakarta: Erlangga.
- Tjiptosoepomo, G. 2007. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- United States Departement Of Agricultural (USDA). National Agricultural Library.
- Wittmann, GTW. 1979. *Toxic Metals*. Metal Pollution in the Aquatic Environment. New York: Springer.
- Wojewoeda, G. F. (Tanpa Tahun). *Measuring Indeks of Refraction*. Terjemahan oleh Malgorzata Czart. Poland: Bydgoszcz.
- Young, Freedman, Sandin, dan Ford. 2003. *Sears dan Zemansky Fisika Universitas*. Edisi Kesepuluh. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Data hasil perhitungan nilai indeks bias minyak cengkeh

( $y_{\text{aquades}} = 1,265 \text{ cm}$ )

Merk Minyak	Suhu °C	Simpangan (y) cm					Indeks Bias					Standar Deviasi	Standar error	Keseksamaan (%)
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Merk A	25°C	1,415	1,415	1,416	1,415	1,416	1,488	1,488	1,489	1,488	1,489	0,0005	0,0003	99,97
Merk B	25°C	1,435	1,435	1,435	1,43	1,435	1,509	1,509	1,509	1,503	1,509	0,0027	0,0013	99,96
Merk C	25°C	1,443	1,444	1,444	1,445	1,444	1,517	1,518	1,518	1,519	1,518	0,0007	0,0004	99,98
Merk D	25°C	1,455	1,455	1,458	1,455	1,455	1,53	1,53	1,533	1,53	1,53	0,0013	0,0007	99,93
Merk E	25°C	1,458	1,458	1,457	1,458	1,459	1,532	1,533	1,532	1,533	1,534	0,0008	0,0004	99,97

**LAMPIRAN B. Data hasil perhitungan nilai konstanta dielektrik minyak cengkeh**

$d = 3 \times 10^{-2} \text{m} ; A = 7 \times 10^{-4} \text{m}$

Merk Minyak	Suhu °C	Kapasitansi C (pF)					Konstanta Dielektrik $\epsilon_r$					Standar Deviasi	Standar error	Keseksamaan (%)
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5			
Merk A	25°C	4,3	4,3	4,2	4,1	4,3	20,823	20,823	20,340	19,855	20,823	0,4330	0,2165	99,05
Merk B	25°C	6	5,9	5,8	5,9	5,7	29,056	28,571	28,087	28,571	27,603	0,5521	0,2761	99,13
Merk C	25°C	6,1	6,1	5,9	6,1	6,2	29,540	29,540	28,571	29,540	30,024	0,5305	0,2652	99,19
Merk D	25°C	6,9	7	7,1	7,1	7	33,414	33,898	34,383	34,383	33,898	0,4052	0,2026	99,46
Merk E	25°C	9,7	9,7	9,8	9,7	9,8	46,973	46,973	47,458	46,973	47,458	0,2652	0,1326	99,74

**LAMPIRAN C. Tabel Uji t pada df 1-10**

**Tabel Uji t pada df 1-10**

<b>Pr</b>	<b>0.25</b>	<b>0.10</b>	<b>0.05</b>	<b>0.025</b>	<b>0.01</b>	<b>0.005</b>	<b>0.001</b>
<b>df</b>	<b>0.50</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.050</b>	<b>0.02</b>	<b>0.010</b>	<b>0.002</b>
1	1.00000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82052	63.65674	318.30884
2	0.81650	1.88562	2.91999	4.30265	6.96456	9.92484	22.32712
3	0.76489	1.63774	2.35336	3.18245	4.54070	5.84091	10.21453
4	0.74070	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.60409	7.17318
5	0.72669	1.47588	2.01505	2.57058	3.36493	4.03214	5.89343
6	0.71756	1.43976	1.94318	2.44691	3.14267	3.70743	5.20763
7	0.71114	1.41492	1.89458	2.36462	2.99795	3.49948	4.78529
8	0.70639	1.39682	1.85955	2.30600	2.89646	3.35539	4.50079
9	0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29681
10	0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.16927	4.14370