



**HUBUNGAN INDEKS BIAS DAN KONSTANTA DIELEKTRIK DENGAN
VARIASI SUHU PADA MINYAK KEDELAI**

SKRIPSI

Oleh
Fatma Nuril Masitah
NIM 101810201016

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2015



**HUBUNGAN INDEKS BIAS DAN KONSTANTA DIELEKTRIK DENGAN
VARIASI SUHU PADA MINYAK KEDELAI**

SKRIPSI

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

Oleh

**Fatma Nuril Masitah
NIM 101810201016**

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk:

1. Ayahanda Mammun dan ibunda An'imatul Faizah yang selalu mendoakan, memberikan kasih sayang, dan mendukung. Kakak saya Nabila Nurul Hawa dan adik saya Ahmad Faiz Wafiyudin yang selalu ada dan memberikan keceriaan dalam waktu – waktu tersulit;
2. Para pendidik yang sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi telah mendidik saya dengan penuh amanah dan keikhlasan;
3. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Negeri akhirat itu, Kami jadikan untuk orang-orang yang tidak ingin ketinggian (menyombongkan diri) dan berbuat kerusakan di (muka) bumi. Dan kesudahan (yang baik) itu adalah bagi orang-orang yang bertakwa

(QS. Al-Qashash: 83)^{*}

Tidak perlu menjelaskan tentang dirimu kepada siapapun karena yang membencimu tidak percaya itu dan yang menyukaimu tidak membutuhkan itu

(Ali bin Abi Thalib)

^{*})Al-Qur'an Digital Versi 2.1. 2004. [www. Alquran-digital.com](http://www.Alquran-digital.com).

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatma Nuril Masitah

NIM : 101810201016

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “Hubungan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik dengan Variasi Suhu pada Minyak Kedelai” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta 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 adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2015

Yang menyatakan,

Fatma Nuril Masitah

NIM 101810201016

SKRIPSI

**HUBUNGAN INDEKS BIAS DAN KONSTANTA DIELEKTRIK DENGAN
VARIASI SUHU PADA MINYAK KEDELAI**

Oleh

Fatma Nuril Masitah
NIM 101810201016

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota :Supriyadi, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Hubungan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik dengan Variasi Suhu pada Minyak Kedelai” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua

Sekretaris

Ir. Misto, M.Si.
NIP 195911211991031002

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

Anggota I

Anggota II

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

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

Mengesahkan
Dekan,

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

RINGKASAN

Hubungan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik dengan Variasi Suhu pada Minyak Kedelai; Fatma Nuril Masitah, 101810201016; 2010: 50 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Kedelai (*Glycine max L*) merupakan sumber protein dan dapat menghasilkan minyak bermutu tinggi. Minyak kedelai (*soyabean oil*) mempunyai kadar asam lemak jenuh sekitar 15% dan mengandung asam linoleat untuk mencegah hiperkolesterol mencapai 64%. Minyak kedelai yang sudah dimurnikan dapat digunakan untuk pembuatan minyak salad, minyak goreng, serta untuk segala keperluan pangan. Minyak kedelai memiliki sifat optik dan sifat listrik yang saling berhubungan. Salah satu sifat optik yaitu indeks bias dan sifat listriknya yaitu konstanta dielektrik. Indeks bias minyak kedelai dapat dianalisa melalui metode difraksi Fraunhofer celah ganda dan konstanta dielektriknya dapat dianalisa menggunakan kapasitansimeter. Kedua alat tersebut memiliki cara penggunaan yang sederhana dan telah diaplikasikan secara luas dalam penelitian – penelitian pada minyak sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara perubahan suhu dengan indeks bias dan konstanta dielektrik serta untuk menginvestigasi hubungan indeks bias dengan konstanta dielektrik minyak kedelai.

Penelitian dilakukan dengan tahapan awal yaitu menganalisa nilai indeks bias minyak kedelai melalui simpangan pola difraksi yang dihasilkan oleh difraksi Fraunhofer celah ganda. Wadah sampel yang digunakan dalam analisa indeks bias berdimensi $(25 \times 3 \times 7)$ pada suhu bervariasi mulai dari suhu 30°C hingga 60°C dengan interval 5. Selanjutnya dianalisa nilai konstanta dielektriknya menggunakan kapasitansimeter pada wadah berdimensi $(8,5 \times 2,9 \times 7,5)$. Tahapan selanjutnya setelah didapatkan nilai indeks bias dan nilai konstanta dielektrik, yaitu diinvestigasi hubungan antara nilai indeks bias dengan konstanta dielektrik minyak kedelai.

Hasil yang didapatkan yaitu nilai indeks bias mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu minyak kedelai. Namun perubahan suhu dengan nilai konstanta dielektrik pada minyak kedelai adalah nilai konstanta dielektrik mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan suhu minyak kedelai. Perubahan suhu minyak kedelai mempengaruhi nilai indeks biasnya. Karena semakin tinggi suhu minyak kedelai, maka kecepatan cahaya dalam medium bertambah dan simpangan pola difraksinya semakin besar. Indeks bias merupakan perbandingan kecepatan cahaya dalam vakum dan dalam medium, sehingga indeks bias medium berbanding terbalik dengan kecepatan cahaya dalam medium. Hubungan indeks bias dengan konstanta dielektrik menghasilkan fungsi $\varepsilon(n) = -10,7933n + 27,3675$ untuk minyak kedelai merek A dan fungsi $\varepsilon(n) = -12,4743n + 28,1362$ untuk minyak kedelai merek B. Melalui uji statistik regresi dengan hasil t hitung yang lebih besar dari t tabel, serta analisa koefisien korelasi menghasilkan nilai 0,9468 dan 0,9884, membuktikan bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara indeks bias dengan konstanta dielektrik minyak kedelai.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi berjudul “Hubungan Indeks Bias dan Konstanta Dielektrik dengan Variasi Suhu pada Minyak Kedelai” dapat diselesaikan. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Skripsi ini tidak bisa terselesaikan tanpa bantuan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada:

1. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nasihat dengan penuh kesabaran kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
2. Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Endhah Purwandari S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan saran-saran demi sempurnanya skripsi ini.
3. Ibu An’imatul Faizah dan Bapak Mamnun tercinta yang telah mencurahkan air mata di setiap doa dan tetesan keringat di setiap kerja demi kelangsungan kuliah penulis, serta kakakku Nabila, adik Wafi, dan seluruh keluarga yang telah memberikan kasih sayang dan motivasi yang besar kepada penulis untuk bisa menyelesaikan kuliah.
4. Ibu Malihah selaku pengasuh PP Islam Darussalam serta pengganti orang tua selama di Jember yang selalu memberikan doa, bimbingan, dan nasihat-nasihat kepada penulis.
5. Teman-teman angkatan 2010 Jurusan Fisika yang telah membantu penelitian penulis dan memberikan semangat untuk berjuang bersama-sama selama kuliah di Jember.

6. Teman-teman PP Islam Darussalam yang dengan sabar mendengarkan keluh kesah dan memberikan bantuan serta motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan lebih baik atas bantuan yang telah diberikan. Sebagai manusia biasa tentunya tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga karya kecil ini bisa memberikan manfaat bagi pembaca dan perkembangan pendidikan di masa yang akan datang.

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
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Minyak	5
2.2 Minyak Nabati	5
2.3 Minyak Kedelai	6
2.4 Indeks Bias	8
2.5 Difraksi	9
2.5.1 Difraksi Fraunhofer Celah Ganda	11

2.6 Pengukuran indeks bias pada minyak kedelai.....	14
2.7 Konstanta dielektrik.....	17
2.8 Pengukuran konstanta dielektrik pada minyak kedelai.....	20
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan.....	22
3.3 Rancangan Penelitian.....	22
3.3.1 Proses Persiapan	23
3.3.2 Penyusunan Alat Penelitian.....	23
3.3.3 Kalibrasi	25
3.3.4 Perlakuan Bahan.....	25
3.3.5 Proses Pengambilan Data	26
3.3.5 Proses Analisa Data.....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Hasil	30
4.2 Pembahasan	36
BAB 5. PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi khusus minyak kedelai.....	7
2.2 Beberapa sifat fisik minyak kedelai.....	7
2.3 Nilai Konstanta Dielektrik Bahan.....	17
3.1 Kriteria interpretasi kekuatan hubungan antara dua variabel.....	29
4.1 Data perhitungan indeks bias (n) minyak kedelai merek A dan merek B.....	30
4.2 Data perhitungan konstanta dielektrik (ϵ_r) minyak kedelai merek A dan merek B.....	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Difraksi Fraunhofer celah ganda.....	11
2.2 Pola Intensitas Difraksi Fraunhofer Celah ganda.....	13
2.3 Pola difraksi celah ganda	14
2.4 Difraksi berkas sinar laser.....	15
2.5 Kapasitor plat sejajar.....	19
3.1 Diagram alir rancangan penelitian	22
3.2 Skema susunan peralatan difraksi Fraunhofer	23
3.3 Skema susunan peralatan kapasitansimeter	24
4.1 Grafik pengaruh perubahan suhu terhadap nilai indeks bias minyak kedelai....	31
4.2 Grafik pengaruh perubahan suhu terhadap nilai konstanta dielektrik minyak kedelai	33
4.3 Grafik hubungan nilai indeks bias dan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A Data hasil percobaan dan perhitungan indeks bias minyak kedelai merek A.....	46
B Data hasil percobaan dan perhitungan indeks bias minyak kedelai merek B.....	46
C Data hasil percobaan dan perhitungan konstanta dielektrik minyak kedelai merek A.....	46
D Data hasil percobaan dan perhitungan konstanta dielektrik minyak kedelai merek B.....	47
E Tabel Uji t pada df 1-20.....	47
F Dokumentasi kegiatan penelitian.....	47



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Minyak dapat digunakan untuk menurunkan kolesterol, namun pemanasan minyak yg berlebih dapat menyebabkan kerusakan struktur kimia dari lemak tak jenuh pada minyak yang mengakibatkan penurunan kualitas minyak (Widyastuti *et al*, 2009). Kedelai (*Glycine max L*) merupakan sumber protein dan dapat menghasilkan minyak bermutu tinggi. Minyak kedelai (*soyabean oil*) merupakan salah satu jenis minyak nabati bebas kolesterol yang mempunyai kadar asam lemak jenuh sekitar 15%. Minyak kedelai memiliki kelebihan khusus dibandingkan minyak nabati lain. Kandungan asam linoleat minyak kedelai mencapai 64%, paling tinggi diantara minyak sumber asam lemak tak jenuh lainnya seperti minyak jagung, minyak biji kapas, dan minyak kacang tanah. Asam lemak ini merupakan asam lemak tak jenuh ganda yang paling efektif mencegah hiperkolesterol (Haris, 1989). Minyak kedelai juga dapat digunakan sebagai pengganti lemak dan minyak yang memiliki kadar asam lemak jenuh yang tinggi seperti mentega dan lemak babi. Asam lemak dalam minyak kedelai sebagian besar terdiri dari asam lemak esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Nilai gizi asam lemak esensial dalam minyak dapat mencegah timbulnya *atherosclerosis* atau penyumbatan pembuluh darah (Ketaren, 1996). Selain itu, minyak kedelai yang sudah dimurnikan dapat digunakan untuk pembuatan minyak salad, minyak goreng, serta untuk segala keperluan pangan.

Sifat fisik asam lemak berbeda menurut panjang rantainya, non saturasi, dan substituen lainnya serta berubah terhadap suhu. Minyak kedelai memiliki beberapa

sifat fisik antara lain rapat jenis, kapasitas panas, indeks bias, tegangan permukaan, viskositas, dan konstanta dielektrik. Rapat jenis merupakan perbandingan antara massa benda dengan volume benda. Indeks bias merupakan perbandingan antara kelajuan cahaya di udara dengan kelajuan cahaya dalam minyak kedelai. Sedangkan konstanta dielektrik merupakan suatu bilangan konstanta yang bergantung pada nilai kapasitas kapasitor yang terbentuk dari dua plat sejajar dengan dipisahkan oleh udara dan nilai kapasitas kapasitor yang terbentuk dari dua plat sejajar dengan dipisahkan oleh medium dielektrik (Kamajaya, 1984).

Menurut Wesolowski (1993), rapat jenis minyak kedelai pada suhu 19,9 °C adalah antara 0,9202 g/mL sampai 0,9165 g/mL. Sedangkan menurut Alvarado (1995), rapat jenis berkurang sebesar 0,000643 g/mL°C pada suhu antara 20 °C sampai 70 °C. Rapat jenis berubah secara linier terhadap suhu. Pada suhu 20 °C sampai 70 °C tegangan permukaan minyak kedelai berkurang sebesar 0,077 dyne/cm°C. Tegangan permukaan berkurang secara linier terhadap suhu. Berdasarkan penelitian pada 77 minyak kedelai dengan posisi geografis berbeda yang telah dilakukan oleh Sietz (1965), menunjukkan bahwa nilai indeks bias antara 1,4747 sampai 1,4752 pada suhu 20 °C. Sifat fisik pada minyak kedelai yang dapat dengan mudah diamati antara lain sifat optik dengan menentukan nilai indeks bias dan sifat listrik dengan menentukan nilai konstanta dielektrik.

Penentuan nilai indeks bias dapat dilakukan dengan menggunakan pengamatan perubahan sudut polarisasi, menggunakan difraksi, dan menggunakan interferometer. Penelitian tentang penentuan nilai indeks bias dengan mengamati perubahan sudut polarisasi pada minyak goreng pernah dilakukan oleh Istianah (2008). Selain dengan pengamatan perubahan sudut polarisasi, pengukuran indeks bias juga dapat dilakukan dengan menggunakan interferometer Michelson seperti yang dilakukan oleh Mursida (2014) pada minyak zaitun. Sedangkan penentuan nilai konstanta dielektrik yang dilakukan dengan kapasitansi meter pernah dilakukan oleh Rajab (2013).

Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin mengetahui hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik pada minyak kedelai dengan perubahan suhu. Pengukuran indeks bias dilakukan dengan menggunakan difraksi Fraunhofer karena lebih sederhana dan memiliki tingkat keakuratan yang lebih baik. Sedangkan penentuan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai dilakukan dengan kapasitansi meter yang dapat digunakan dengan mudah serta efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas, ada beberapa hal yang menjadi rumusan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh perubahan suhu terhadap indeks bias minyak kedelai?
2. Bagaimana pengaruh perubahan suhu terhadap konstanta dielektrik minyak kedelai?
3. Bagaimana hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik pada minyak kedelai?

1.3 Batasan Masalah

Untuk mengantisipasi munculnya beberapa interpretasi yang luas dari beberapa penggunaan istilah maupun objek penelitian, penulis melakukan pembatasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada minyak kedelai dengan 2 merek berbeda.
2. Suhu pemanasan yang digunakan adalah 30°C , 35°C , 40°C , 45°C , 50°C , 55°C , dan 60°C .
3. Pengukuran indeks bias minyak kedelai dilakukan dengan menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah ganda.
4. Penentuan nilai konstanta dielektrik dilakukan dengan menggunakan kapasitansimeter.

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu terhadap indeks bias minyak kedelai.
2. Untuk mengetahui pengaruh perubahan suhu terhadap konstanta dielektrik minyak kedelai.
3. Untuk mengetahui hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik pada minyak kedelai.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu mengetahui hubungan indeks bias dan konstanta dielektrik pada minyak kedelai dengan suhu bervariasi sehingga diharapkan selanjutnya dapat memberikan informasi tentang perbedaan kualitas pada merek minyak kedelai.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak

Minyak merupakan salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid. Minyak adalah senyawa organik yang terdapat di alam yang tidak larut dalam air, namun larut dalam pelarut organik non polar misalnya dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$), kloroform ($CHCl_3$), benzena, dan hidrokarbon lainnya (Herlina *et al*, 2002). Minyak menjadi salah satu sumber zat gizi makro yang dibutuhkan oleh tubuh. Sebagian besar minyak terdiri dari senyawa trigliserida atau triasilgliserol. Senyawa ini merupakan ikatan ester antara asam lemak dan gliserol (Edwar *et al*, 2011). Berdasarkan sifat fisiknya, sumber minyak dibagi menjadi dua golongan, yaitu minyak hewani dan minyak nabati.

Minyak yang dapat dimakan (*edible fat*) merupakan minyak yang dihasilkan oleh alam yang dapat bersumber dari bahan nabati atau hewani. Dalam tanaman atau hewan, minyak tersebut berfungsi sebagai cadangan energi. Minyak hewani mengandung kolesterol, sedangkan minyak nabati mengandung fitosterol yang memiliki kadar asam lemak tidak jenuh lebih besar dari pada minyak hewani (Joko, Tanpa Tahun).

2.2 Minyak nabati

Minyak nabati adalah sejenis minyak yang berasal dari tumbuhan. Beberapa minyak nabati yang biasa digunakan adalah minyak kelapa sawit, minyak jagung, minyak zaitun, minyak kayu putih, minyak jarak dan minyak kedelai. Berdasarkan kegunaannya, minyak nabati terbagi menjadi dua golongan. Pertama, minyak nabati yang dapat digunakan dalam industri makanan (*edible oils*) dan dikenal dengan nama

minyak goreng yang meliputi minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, dan minyak kedelai. Kedua, minyak yang digunakan dalam industri non makanan (*non edible oils*) misalnya minyak kayu putih, minyak jarak (Ketaren, 1996).

Komponen utama penyusun minyak nabati adalah trigliserida asam lemak yang mencapai 95%-b. Komponen lainnya adalah asam lemak bebas (*free fatty acid*), monogliserida, digliserida, fosfolipid, vitamin, dan mineral.

2.3 Minyak kedelai

Minyak kedelai adalah salah satu minyak nabati yang dihasilkan dari biji kedelai. Kadar minyak kedelai relatif lebih rendah dibandingkan kadar minyak kacang-kacangan lainnya tetapi lebih tinggi dibandingkan kadar minyak sereal. Kadar protein kedelai yang tinggi menyebabkan minyak kedelai lebih banyak digunakan sebagai sumber protein. Asam lemak dalam minyak kedelai sebagian besar terdiri dari asam lemak esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Asam esensial dalam lemak dapat mencegah timbulnya *atherosclerosis* atau penyumbatan pembuluh darah (Ketaren, 1996).

Minyak kedelai yang murni dapat digunakan untuk pembuatan minyak salad dan minyak goreng. Hampir 90 persen dari produksi minyak kedelai digunakan dalam bidang pangan dengan kondisi yang telah dihidrogenasi. Apabila minyak kedelai akan digunakan dalam bidang non pangan, maka tidak perlu melakukan seluruh tahap pemurnian. Misalkan untuk pembuatan sabun, hanya perlu proses pemucatan dan deodorisasi agar warna dan bau minyak kedelai tidak mempengaruhi terhadap warna dan bau sabun yang dihasilkan.

Tabel 2.1 menunjukkan komposisi biji kedelai (minyak, protein, dan beberapa asam amino) yang tumbuh di US (Brumm *et al*, 2002). Selain bergantung pada perbedaan jenis, komposisi juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan atau keadaan geografis pada daerah pertumbuhan kedelai.

Tabel 2.1 komposisi khusus minyak kedelai

Komposisi khusus minyak kedelai	(massa (%) \pm standar deviasi)
Protein	40,69 \pm 0,51
Lysine	2,56 \pm 0,11
Methionine	0,57 \pm 0,03
Cysteine	0,72 \pm 0,06
Tryptophane	0,52 \pm 0,05
Threonine	1,54 \pm 0,07
Minyak	21,38 \pm 0,64
Abu	4,56 \pm 0,34
Karbohidrat	29,4 \pm 3,29

Sumber: Brumm *et al*, 2002

Sifat fisik asam lemak berbeda menurut panjang rantainya, non saturasi, dan substituen lainnya serta berubah terhadap suhu. Minyak kedelai memiliki beberapa sifat fisik antara lain rapat jenis, kapasitas panas, indeks bias, tegangan permukaan, viskositas, dan konstanta dielektrik. Tabel 2.2 menunjukkan nilai beberapa sifat fisik minyak kedelai.

Tabel 2.2 Beberapa sifat fisik minyak kedelai

Sifat Fisik Minyak Kedelai	Nilai Sifat Fisik
Massa jenis 20°C	0,9165 sampai 0,9261 g/ ml
Kapasitas panas spesifik 20°C	0,448 cal/ g°C
Titik leleh	0,6°C
Titik beku	9°C
Titik cair	-12 sampai -16°C
Panas pembakaran	9450-9388 cal/ g

Sifat Fisik Minyak Kedelai	Nilai Sifat Fisik
Tegangan permukaan 30°C	27,6 dyne/ cm
Viskositas 20°C	58,5-62,2 cP
Indeks bias 20°C	1,4733-1,4760
Panas penguapan	44,200 cal/ mol
Resistivitas listrik	
Kering	23,7 Tohm.cm
Basah	7,25 Tohm.cm
Smoke point	~245°C
Flash point	~324°C
Fire point	~360°C

Sumber: Hammond *et al*, 2014

2.4 Indeks bias

Indeks bias suatu minyak merupakan perbandingan antara cepat rambat cahaya di dalam ruang udara dan cepat rambat cahaya di dalam minyak. Pengujian indeks bias minyak digunakan untuk mengetahui kemurnian minyak. Semakin panjang rantai karbon dan semakin banyak ikatan rangkap maka akan terjadi penyimpangan berkas sinar yang menyebabkan nilai indeks bias semakin bertambah besar (Ketaren, 1996).

Dalam bidang kimia, pengukuran indeks bias dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi suatu larutan dan mengetahui komposisi-komposisi bahan penyusun suatu larutan (Subedi et al, 2006). Penelitian tentang pengukuran indeks bias untuk menentukan kemurnian dan kadaluarsa oli pernah dilakukan oleh Yunus (2009). Sedangkan penelitian tentang indeks bias untuk menentukan kemurnian minyak pernah dilakukan oleh Sutiah (2008).

Cahaya yang merambat dalam ruang hampa udara memiliki kelajuan c . Sedangkan cahaya yang merambat melalui medium tertentu memiliki kelajuan v dan

memiliki nilai lebih kecil daripada kelajuan yang merambat dalam ruang hampa udara. Perbedaan nilai kelajuan suatu bahan ditentukan oleh indeks bias yang merupakan perbandingan antara kelajuan cahaya di ruang hampa udara dan kelajuan cahaya yang melewati medium tertentu:

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

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (2.2)$$

dengan

n = indeks bias

c = kelajuan cahaya di ruang hampa (m/s)

v = kelajuan cahaya dalam medium (m/s)

ϵ = permitivitas bahan (F/m)

μ = permeabilitas bahan (H/m) (Tipler, 1991).

Nilai indeks bias udara pada suhu 0°C dan pada tekanan 760 mmHg yaitu sebesar 1,000292 ($n=1,000292$). Pada jenis kaca maupun plastik yang berbeda, indeks bias yang dimiliki juga berbeda. Kaca optik yang paling sering digunakan memiliki indeks bias antara 1,52 – 1,72 (Jenkins *et al*, 2001). Sedangkan nilai indeks bias aquades adalah 1,3165 (Fasilitifa, 2013)

Indeks bias pada minyak merupakan suatu parameter karakter fisis atau sifat optik yang berhubungan dengan parameter lain, yaitu temperatur minyak. Penentuan nilai indeks bias pada minyak dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain difraksi, interferometer, dan *portable brix meter*.

2.5 Difraksi

Difraksi merupakan peristiwa pelenturan cahaya ke belakang penghalang, seperti sisi dari celah. Difraksi pertama kali diperkenalkan oleh Fransesco Grimaldi

(1618-1663). Sebelumnya Newton dan Huygens juga telah mengenal fenomena ini namun Newton tidak menerima teori gelombang cahaya, sedangkan Huygens tidak mempercayai difraksi walaupun ia yakin dengan kebenaran teori gelombang cahaya (Halliday, 1976). Difraksi cahaya terjadi apabila cahaya merambat mengenai suatu objek penghalang atau melalui suatu celah yang sangat sempit.

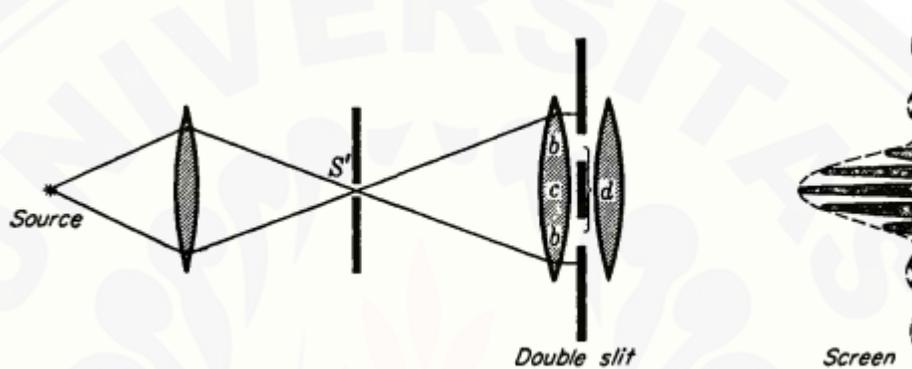
Menurut Tjia (1994), apabila ditinjau secara makroskopis, difraksi merupakan gejala penyebaran arah dari seberkas gelombang yang sedang merambat mengenai suatu objek penghalang atau melalui suatu celah yang sempit. Fenomena difraksi dapat membedakan antara gelombang dan partikel. Suatu partikel yang bergerak bebas melalui celah tidak akan mengalami perubahan arah. Selain itu, apabila ditinjau secara mikroskopis, gelombang elektromagnetik yang mengenai layar akan menggetarkan elektron luar dari atom-atom layar tersebut.

Difraksi cahaya terjadi akibat adanya interferensi yang terjadi diantara setiap permukaan gelombang pada gelombang cahaya itu sendiri. Hal ini dapat dijelaskan berdasarkan prinsip Huygens yang menyatakan bahwa setiap titik pada muka gelombang berlaku sebagai sumber sekunder pada saat gelombang merambat ke arah rambat berikutnya.

Pada difraksi Fresnel, sumber cahaya dan layar penangkap pola difraksi diletakkan dengan jarak terbatas dari lubang difraksi. Sehingga muka gelombang yang melalui lubang difraksi dan yang keluar menuju salah satu titik di layar penangkap pola difraksi bukan muka gelombang datar yang sinar-sinarnya tidak sejajar. Hal ini memerlukan penyederhanaan dengan meletakkan sumber cahaya dan layar penangkap pola difraksi jauh dari lubang difraksi. Keadaan batas tersebut adalah difraksi Fraunhofer. Sehingga muka gelombang yang melewati lubang difraksi dan yang keluar menuju salah satu titik di layar penangkap pola merupakan muka gelombang datar yang sinar-sinarnya sejajar. Oleh karena itu, difraksi Fraunhofer dapat menjadi keadaan batas yang penting dan mudah digunakan.

2.5.1 Difraksi Fraunhofer Celah Ganda

Gambar 2.1 merupakan difraksi Fraunhofer celah ganda yang memiliki lebar b dan diantara celahnya dipisahkan dengan jarak d .



Gambar 2.1 difraksi Fraunhofer Celah Ganda (Sumber: Jenkins, 2001)

Dua persamaan celah dengan lebar b dipisahkan oleh suatu ruang dengan lebar c sehingga superposisi dari persamaan $s = \frac{d}{2} - \frac{b}{2}$ dan $s = \frac{d}{2} + \frac{b}{2}$ menjadi

$$y = \frac{2a}{xk \sin \theta} \left\{ \sin \left[\frac{1}{2} k(d+b) \sin \theta \right] - \sin \left[\frac{1}{2} k(d-b) \sin \theta \right] \right\} [\sin(\omega t - kx)] \quad (2.3)$$

$$y = \frac{2ba \sin \beta}{x \beta} \cos \gamma \sin(\omega t - kx) \quad (2.4)$$

dengan

$$\beta = \frac{1}{2} kb \sin \theta = \frac{\pi}{\lambda} b \sin \theta \quad (2.5)$$

$$\gamma = \frac{1}{2}k(b+c)\sin\theta = \frac{\pi}{\lambda}d\sin\theta \quad (2.6)$$

$$A_0 = \frac{ba}{x} \quad (2.7)$$

(Pedrotti, 1993).

Intensitas difraksi celah banyak didapat melalui N buah sumber identik yang jaraknya d dengan intensitas masing-masing sumber sebesar

$$I_s = I_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} \quad (2.8)$$

kemudian menggunakan dalam bentuk pola distribusi intensitas interferensi N sumber yaitu

$$I = I_s \frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta} \quad (2.9)$$

sehingga intensitas difraksi untuk N celah adalah

$$I = I_0 \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} \frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta} \quad (2.10)$$

untuk celah ganda, N sama dengan 2

$$\frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta} = 4 \cos^2 \beta \quad (2.11)$$

Maka distribusi intensitas difraksi untuk celah ganda adalah:

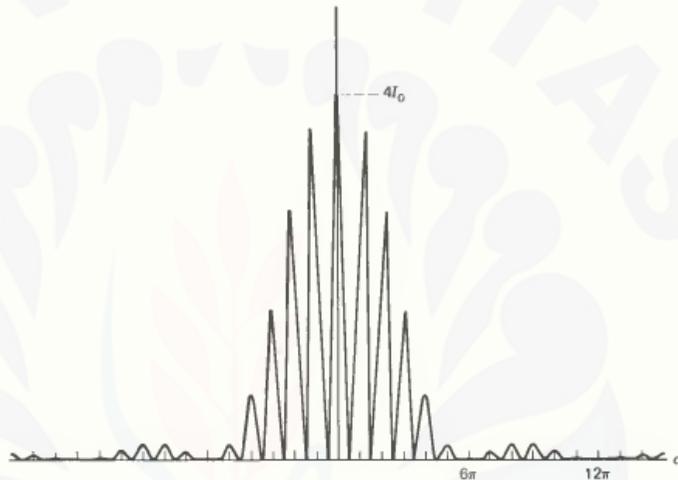
$$I \cong A^2 = 4A_0 \frac{2\sin^2 \beta}{\beta^2} \cos^2 \gamma \quad (2.12)$$

Nilai dari menunjukkan adanya dua sinar dengan intensitas yang sama dan beda fasa sehingga

$$\gamma = \frac{\delta}{2} \quad (2.13)$$

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta = 2\gamma \quad (2.14)$$

Intensitas akan bernilai nol ketika salah satu fungsi sinusoidal tersebut bernilai nol. Faktor pertama terjadi saat $\alpha = \pi, 2\pi, 3\pi, \dots$, dan faktor kedua terjadi saat $\alpha = 2\pi, 4\pi, 6\pi, \dots$ (Pedrotti, 1993).



Gambar 2.2 Pola Intensitas Difraksi Fraunhofer Celah ganda (Sumber: Tipler, 1991)

Interferensi maksimal terjadi pada saat beda fasa $\alpha = 0, \pm 2\pi, \pm 4\pi, \dots$, dengan $\alpha = 2\pi m$, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$. Simbol (m) menunjukkan orde pada peristiwa interferensi maksimal, sehingga

$$m\lambda = b \sin \theta \quad (2.15)$$

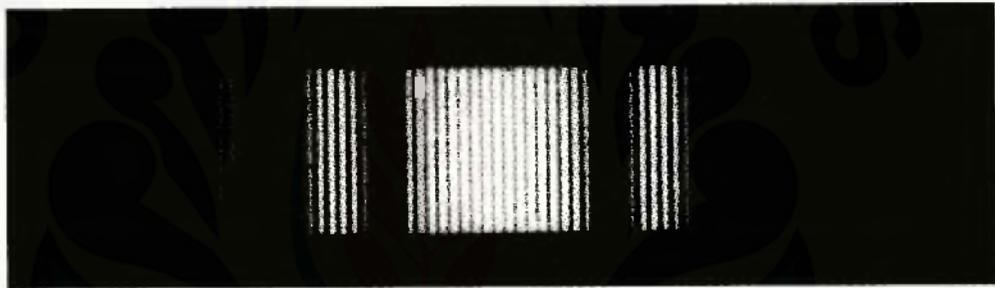
Keterangan:

- m : orde interferensi maksimal
- λ : panjang gelombang sumber cahaya monokromatik (nm)
- θ : besar sudut akibat difraksi ($^\circ$)
- b : lebar celah (mm)

(Pedrotti, 1993).

2.6 Pengukuran indeks bias pada minyak

Indeks bias pada minyak dan lemak digunakan pada pengenalan unsur kimia, penilaian mutu minyak, untuk pengujian kemurnian minyak, dan dapat menentukan terjadinya hidrogenasi katalis. Indeks bias akan meningkat pada minyak atau lemak dengan naiknya derajat ketidakjenuhan dari asam lemak. Nilai indeks bias suatu bahan dipengaruhi oleh temperatur. Apabila temperatur minyak dinaikkan, maka nilai indeks bias akan berkurang yang berarti derajat ketidakjenuhan dari asam lemak pada minyak juga akan berkurang atau kerusakan sebagian asam lemak esensial, diantaranya oleat, linoleat, dan linolenat (Ketaren, 1996).

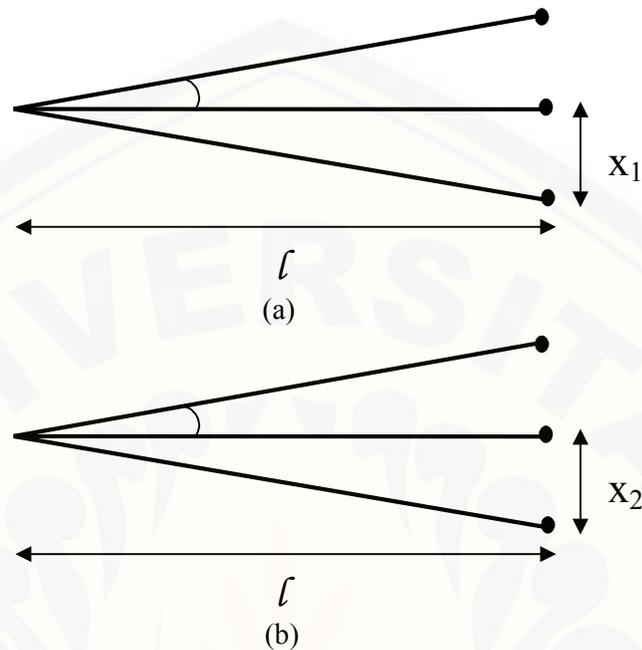


Gambar 2.3 Pola difraksi celah ganda (Sumber: Pedrotti, 1993)

Gambar 2.3 di atas menunjukkan pola difraksi celah ganda dengan lebar celah sama. Pada orde 1 ($m=1$) dan pada cahaya monokromatik dengan panjang gelombang λ yang membentuk sudut α , frinji yang terbentuk dari terang pusat ke terang pertama medium udara dan medium air persamaannya adalah

$$b \sin \alpha = \lambda \quad (2.16)$$

(Jenkins *et al*, 2001).



Gambar 2.4 Difraksi berkas sinar laser; (a) Berkas laser yang melewati udara; (b) Berkas laser yang melewati air (Sumber: Wojewoda dan Ogolnoksztalcacych, 2012)

Syarat persamaan berkas laser pada medium udara adalah

$$d \sin \alpha_1 = \lambda_1 \quad (2.17)$$

Syarat persamaan berkas laser pada medium air adalah

$$d \sin \alpha_2 = \lambda_2 \quad (2.18)$$

Adanya hubungan antara sumbu simpangan dan sumbu utama pada gambar 2.1 menyebabkan terbentuknya sudut sehingga didapat persamaan

$$\sin \alpha = \frac{x}{l} \quad (2.19)$$

Dari geometri sistem percobaan dengan menggunakan pendekatan sudut kecil, pada $\sin \alpha \approx \tan \alpha$ maka didapatkan persamaan pada medium udara

$$\tan \alpha_1 = \frac{x_1}{l} \quad (2.20)$$

Sedangkan pada medium air didapat persamaan

$$\tan \alpha_2 = \frac{x_2}{l} \quad (2.21)$$

Kemudian panjang gelombang pada medium udara adalah

$$\lambda_1 = d \frac{x_1}{l} \quad (2.22)$$

Sedangkan panjang gelombang pada medium air adalah

$$\lambda_2 = d \frac{x_2}{l} \quad (2.23)$$

Indeks bias air relatif terhadap udara

$$n = \frac{v_p}{v_w} \quad (2.24)$$

- Keterangan:
- = panjang gelombang sumber pada medium udara (nm)
 - = panjang gelombang sumber pada medium air (nm)
 - = nilai sudut akibat difraksi pada medium udara ($^{\circ}$)
 - = nilai sudut akibat difraksi pada medium air ($^{\circ}$)
 - = besar simpangan pada medium udara (cm)
 - = besar simpangan pada medium air (cm)
 - l = jarak dari celah ganda ke layar (cm)
 - = = kecepatan sinar dalam udara (m/s)
 - = = kecepatan sinar dalam air (m/s)
 - = frekuensi gelombang

Sehingga nilai indeks bias air relatif terhadap udara adalah

$$n = \frac{v_p}{v_w} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{x_1}{x_2} \quad (2.25)$$

(Wojewoda dan Ogolnoksztalcacych, 2012)

2.7 Konstanta dielektrik

Suatu material semikonduktor seperti kaca, kertas, dan kayu disebut dielektrik. Dielektrik merupakan suatu bahan yang memiliki daya hantar arus yang sangat kecil atau hampir tidak ada. Bahan dielektrik dapat berwujud padat, cair, dan gas dengan nilai konstanta dielektrik yang berbeda pada setiap bahan, seperti dalam tabel 2.3. Berbeda dengan konduktor, bahan dielektrik tidak memiliki elektron-elektron konduksi yang bebas bergerak di seluruh bahan yang disebabkan pengaruh medan listrik. Medan listrik tidak akan menghasilkan pergerakan muatan dalam bahan dielektrik sehingga menyebabkan bahan dielektrik menjadi bahan isolator yang baik (Tipler, 1991).

Tabel 2.3 Nilai Konstanta Dielektrik Bahan

Bahan	Konstanta dielektrik	Kekuatan dielektrik (kV/mm)
Vakum	1,00000	∞
Udara	1,00054	0,8
Air	78	-
Kertas	3,5	14
Mika merah delima	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

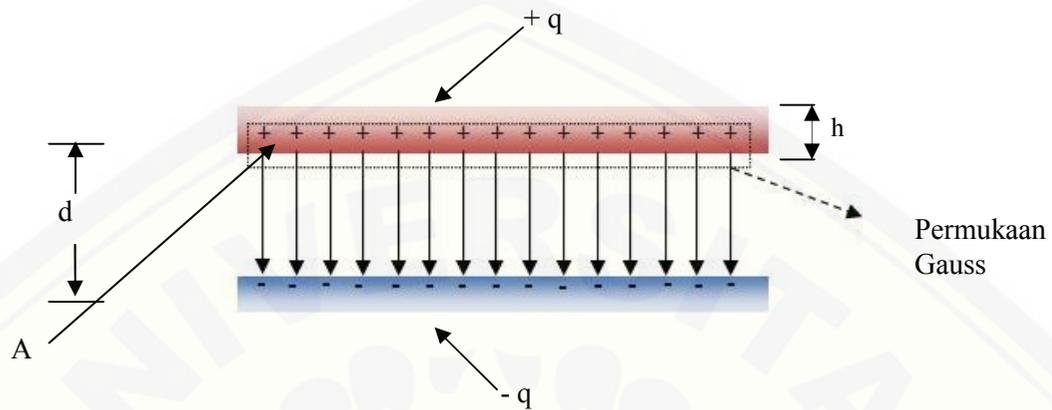
Bahan	Konstanta Dielektrik	Kekuatan Dielektrik (kV/mm)
Neopren	6,9	12
Minyak transformator	4,5	12
Titanium dioksida	100	6
Polistiren	2,6	25

Sumber : Halliday, 1988

Ketika ruang di antara dua konduktor pada suatu kapasitor diisi dengan dielektrik, kapasitansi naik sebanding dengan faktor k yang merupakan karakteristik dielektrik dan disebut konstanta dielektrik. Nilai kapasitansi yang semakin tinggi disebabkan melemahnya medan listrik di antara keping kapasitor akibat adanya dielektrik. Apabila molekul-molekul dalam dielektrik bersifat polar, maka dielektrik tersebut memiliki momen dipol permanen. Kapasitansi (C) dari kapasitor merupakan perbandingan besar muatan terhadap besar potensial di antara kedua konduktor:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad (2.26)$$

Secara normal, momen dipol tersebar secara acak. Momen dipol dapat menerima suatu gaya torka yang memaksa momen dipol menyearahkan diri dengan arah medan listrik ketika di antara keping-keping kapasitor dipengaruhi oleh medan listrik. Kemampuan momen dipol untuk menyearahkan diri dengan medan listrik bergantung pada kuat medan dan temperatur. Pada temperatur tinggi, gerak termal molekul-molekul yang bersifat acak cenderung menghambat proses penyearahan (Tipler, 1991).



Gambar 2.5 kapasitor plat sejajar (Sumber: Tipler, 1991)

Gambar di atas menunjukkan sebuah kapasitor plat sejajar (*parallel-plate capacitor*) dengan penghantar-penghantar (plat-plat) yang luasnya A dan yang berjarak d terhadap satu sama lain. Apabila kedua plat dihubungkan ke terminal sebuah baterai, maka muatan $+q$ akan muncul pada salah satu plat dan muatan $-q$ akan muncul pada plat yang lain. Sedangkan apabila d lebih kecil daripada dimensi-dimensi plat, maka medan listrik E di antara plat-plat tersebut akan seragam, yang berarti garis-garis gaya akan sejajar dan berjarak sama dengan yang lain. Permukaan Gauss dengan tinggi h dan memiliki luas A merupakan bentuk dan ukuran plat-plat kapasitor tersebut. Fluks dari E untuk bagian atas permukaan Gauss adalah nol sehingga E terletak di dalam dinding tersebut. Dengan demikian yang ada hanya permukaan Gauss yang terletak di antara plat-plat tersebut, dengan E konstan dan fluks Φ adalah EA .

$$\varepsilon_0 \phi_E = \varepsilon_0 EA = q \quad (2.27)$$

Kerja yang diperlukan untuk memindahkan suatu muatan uji q_0 dari salah satu plat ke plat yang lain dapat dinyatakan dengan q_0V atau dengan hasil perkalian gaya q_0E dan jarak d (q_0Ed). Sehingga:

$$V = Ed \quad (2.28)$$

dengan V adalah perbedaan potensial di antara plat-plat tersebut. Apabila persamaan (2.27) dan persamaan (2.29) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.26), maka menjadi

$$C = \frac{q}{V} = \frac{\epsilon_0 EA}{Ed} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (2.29)$$

2.8 Pengukuran konstanta dielektrik pada minyak

Sifat listrik minyak kedelai dapat digunakan untuk menilai kualitas dan kemurnian minyak kedelai secara cepat dan non destruktif. Sifat dielektrik bahan dipengaruhi frekuensi, suhu, densitas, komposisi, dan struktur materi. Penentuan sifat dielektrik didapat dari pengukuran kapasitansinya. Persamaan yang menghubungkan antara kapasitansi dan konstanta dielektrik dapat dilihat pada persamaan 2.28. Selanjutnya nilai kapasitansi yang didapat digunakan untuk menentukan nilai konstanta dielektrik pada minyak kedelai, yaitu dengan persamaan

$$\epsilon_r = \frac{C.d}{\epsilon_0 A} \quad (2.30)$$

Kapasitansi kapasitor plat sejajar bergantung pada luas plat dan jarak antara kedua plat (Sutrisno, 1984).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember. Penelitian dilakukan mulai bulan Februari 2015 sampai dengan Maret 2015.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian adalah;

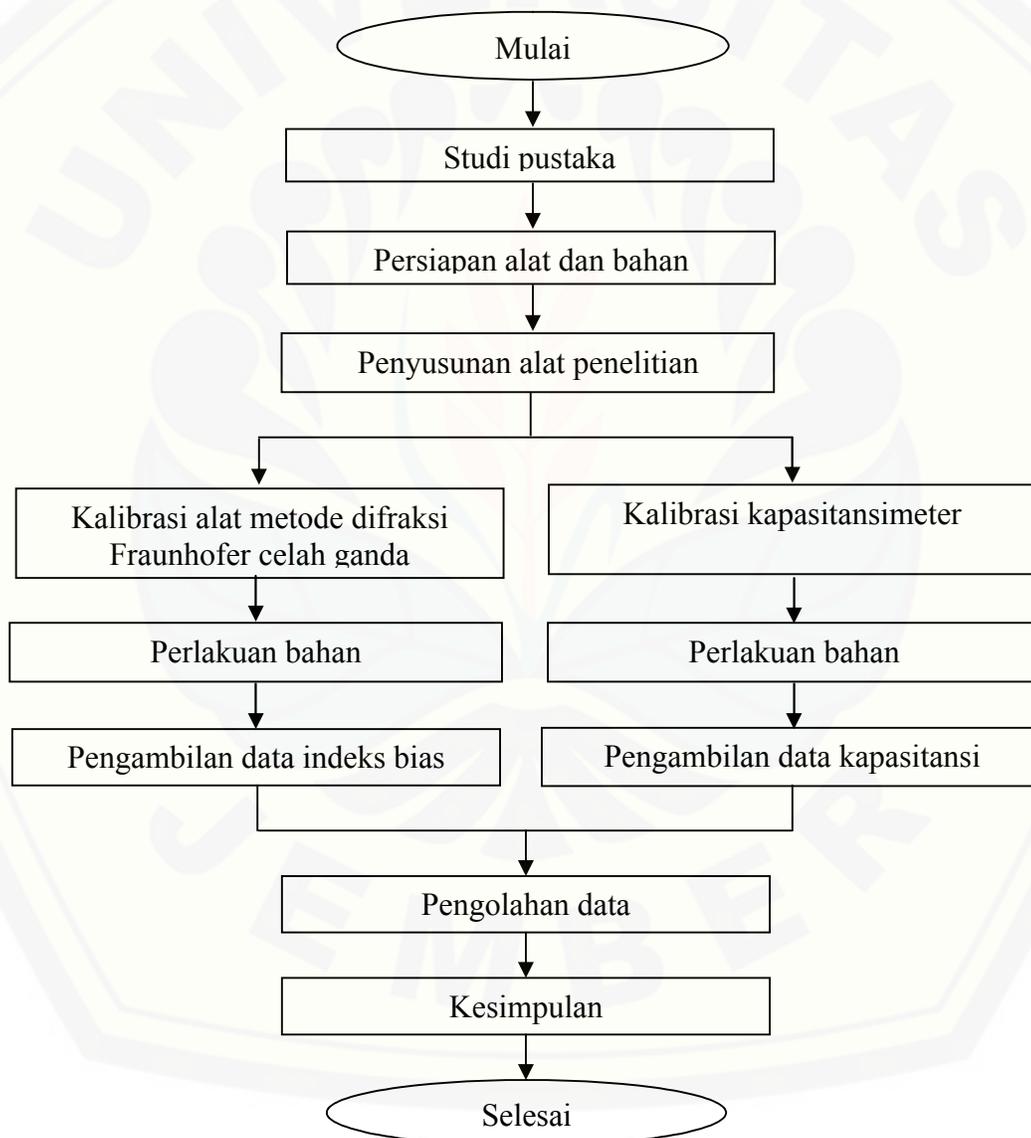
1. Laser HeNe dengan panjang gelombang (λ) 632,8 nm sebagai sumber cahaya;
2. Celah ganda pada holder sebagai pendifraksi sinar laser, dengan lebar celah (b) 0,04 mm dan jarak antar celah (d) 0,25 mm;
3. Wadah transparan dengan dimensi 25cm x 3cm x 7cm dan tebal kaca preparat 0,15 mm sebagai tempat sampel untuk pengukuran indeks bias.
4. Wadah transparan dengan dimensi 8,5cm x 2,9cm x 7,5cm sebagai tempat sampel untuk pengukuran konstanta dielektrik;
5. Layar pengamatan menggunakan kertas *millimeter block* untuk mengamati pola difraksi yang terbentuk;
6. Bangku laser untuk tempat laser HeNe;
7. Stovol untuk mengkondisikan tegangan alat difraksi Fraunhofer;
8. Kapasitansimeter untuk menentukan nilai kapasitansi minyak kedelai;
9. Termometer untuk mengukur suhu minyak kedelai;
10. Elemen pemanas untuk meningkatkan suhu minyak kedelai;
11. Trafo 36 volt untuk menurunkan tegangan ke pemanas;
12. Jangka Sorong untuk mengukur besar simpangan pada layar.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah 2 merek minyak kedelai dan aquades untuk kalibrasi alat.

3.3 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian akan dilakukan beberapa tahapan. Rancangan proses penelitian dapat dinyatakan dengan diagram alir penelitian pada Gambar 3.1.



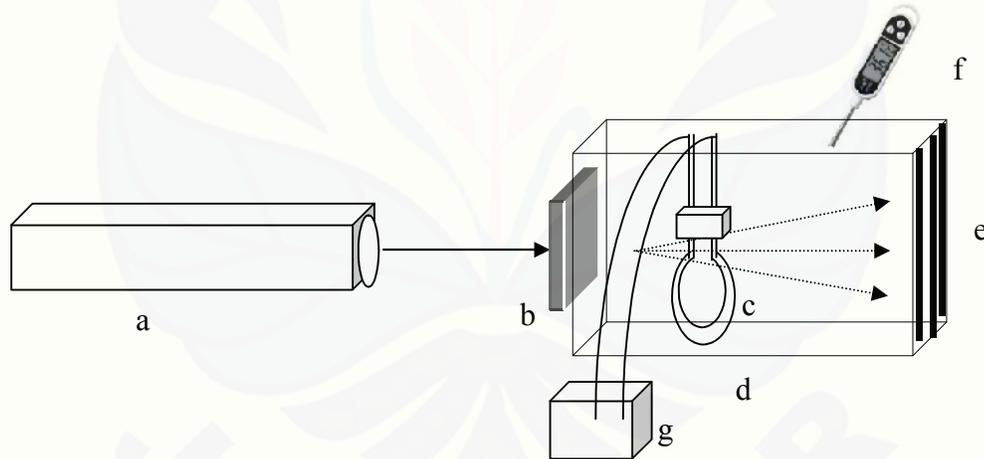
Gambar 3.1 Diagram alir rancangan penelitian

3.3.1 Proses Persiapan

Penelitian tentang minyak kedelai dengan perubahan suhu antara 20 °C sampai 70°C pernah dilakukan oleh Alvarado (1995). Sehingga setiap minyak kedelai yang akan diteliti diberi 7 perlakuan temperatur yaitu dari suhu 30°C sampai suhu 60 °C. Untuk pengukuran indeks bias setiap temperatur dilakukan tiga kali pengulangan, sehingga data yang diperoleh : $3 \times 7 = 21$ data nilai indeks bias. Sedangkan untuk pengukuran menggunakan kapasitansi meter dilakukan tiga kali pengulangan untuk setiap temperatur. Jadi data yang diperoleh : $3 \times 7 = 21$ nilai konstanta dielektrik.

3.3.2 Penyusunan Alat Penelitian

Peralatan penelitian akan disusun seperti pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 di bawah ini:

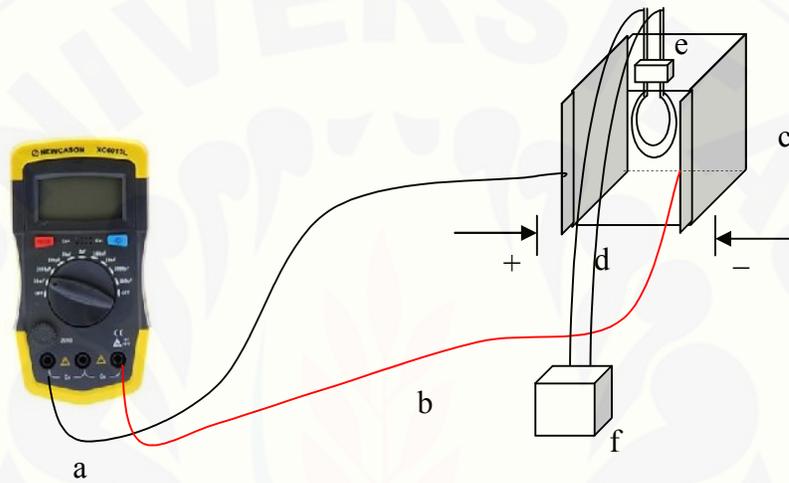


Gambar 3.2 Skema susunan peralatan difraksi Fraunhofer

Keterangan gambar 3.2 sebagai berikut:

- a : Laser HeNe merah ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$)
- b : Kisi celah ganda
- c : Elemen pemanas

- d : Wadah sampel untuk minyak kedelai
- e : Layar pengamatan
- f : Termometer digital
- g : Trafo 36 Volt



Gambar 3.3 Skema susunan peralatan kapasitansimeter

Keterangan gambar 3.3 sebagai berikut:

- a : kapasitansi meter
- b : kabel
- c : plat PCB (*Printed Circuit Board*)
- d : wadah minyak kedelai
- e : elemen pemanas
- f : trafo 36 volt

3.3.3 Kalibrasi

Peralatan yang akan digunakan harus dikalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi alat bertujuan untuk mendapatkan kelayakan fungsi alat yaitu dengan membandingkan nilai dari dua data yang didapatkan. Peralatan difraksi Fraunhofer celah ganda disusun seperti gambar 3.2. Kemudian difraksi Fraunhofer celah ganda dikalibrasi dengan menggunakan aquades untuk menentukan nilai indeks biasnya. Selanjutnya nilai indeks bias yang telah diperoleh dibandingkan dengan nilai indeks bias aquades pada referensi yaitu 1,3165.

Sedangkan kalibrasi pada alat kapasitansimeter dilakukan dengan menyusun alat seperti gambar 3.3. Kemudian wadah diisi dengan aquades yang akan ditentukan nilai kapasitansinya sebagai nilai kapasitansi air. Selanjutnya nilai konstanta dielektrik air (C) yang diperoleh dibandingkan dengan nilai standar konstanta dielektrik air, yaitu 78.

3.3.4 Perlakuan Bahan

Minyak kedelai yang akan diteliti dimasukkan ke dalam wadah transparan yang telah disiapkan. Kemudian minyak kedelai dipanaskan dengan menggunakan elemen pemanas (*heater*) yang siap digunakan. Pengamatan suhu dilakukan dengan menggunakan termometer digital. Suhu pada minyak kedelai akan naik secara perlahan. Selanjutnya minyak kedelai dengan suhu yang telah ditentukan dapat diteliti untuk mendapatkan nilai simpangannya.

Selanjutnya untuk menentukan nilai kapasitansi, minyak dimasukkan ke dalam wadah yang diletakkan di antara kedua plat. Kemudian minyak juga dipanaskan dengan menggunakan elemen pemanas. Minyak dengan suhu yang diinginkan dapat ditentukan nilai kapasitansinya.

3.3.5 Proses Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pertama kali pada pengukuran nilai indeks bias menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah ganda pada 2 merek minyak kedelai dengan masing-masing 7 variasi suhu. Selanjutnya dilakukan percobaan untuk mengetahui nilai konstanta dielektrik dengan menggunakan kapasitansi meter dan sampel yang digunakan sama dengan yang digunakan pada percobaan metode difraksi Fraunhofer celah ganda. Pada masing-masing percobaan dilakukan tiga kali pengulangan. Selanjutnya akan diperoleh 21 data indeks bias dan 21 data nilai konstanta dielektrik.

Pengambilan data menggunakan difraksi celah ganda dilakukan dengan mengukur simpangan pola difraksi berkas laser yang melewati medium udara dan medium minyak kedelai. Pengukuran simpangan dilakukan dengan memberi tanda pada ujung terang pusat dan terang pertama. Jarak antar ujung terang pusat maupun terang pertama dibagi dua menggunakan jangka sorong. Simpangan difraksi yang didapatkan merupakan jarak antara titik tengah terang pusat dan titik tengah terang pertama yang dicatat sebagai data penelitian. Sedangkan pada pengambilan data kedua, minyak kedelai dengan suhu yang diinginkan dapat ditentukan nilai kapasitansinya. Penelitian dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Selanjutnya nilai kapasitansi yang didapat dapat digunakan untuk menghitung nilai konstanta dielektrik minyak kedelai.

3.3.6 Proses Analisa Data

Setelah mendapatkan nilai indeks bias minyak kedelai dengan menggunakan persamaan sebelumnya, data digunakan untuk mencari *error* atau ketidakpastian dari pengamatan dan perhitungan indeks bias tersebut dengan menggunakan persamaan:

$$\bar{n} = \frac{\sum n_i}{N} \quad (3.1)$$

Selanjutnya menghitung nilai standart deviasi

$$\Delta n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (n_i - \bar{n})^2}{N(N-1)}} \quad (3.2)$$

Sehingga didapatkan nilai indeks bias

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

Keterangan:

- n : hasil ukur indeks bias rata-rata
- n : pengukuran indeks bias ke-i
- N : jumlah pengukuran
- n : hasil perhitungan indeks bias

Ralat yang digunakan untuk nilai konstanta dielektrik pada minyak kedelai adalah sebagai berikut:

$$\bar{\varepsilon}_r = \frac{\sum \varepsilon_{ri}}{N} \quad (3.4)$$

Selanjutnya menghitung nilai standart deviasi

$$\Delta \varepsilon_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\varepsilon_{ri} - \bar{\varepsilon}_r)^2}{N(N-1)}} \quad (3.5)$$

Sehingga didapatkan nilai konstanta dielektrik

$$\varepsilon_r = (\bar{\varepsilon}_r \pm \Delta \varepsilon_r) \quad (3.6)$$

Keterangan:

- ε : hasil ukur konstanta dielektrik rata-rata
- ε : pengukuran konstanta dielektrik ke-i
- N : jumlah pengukuran
- ε : hasil perhitungan konstanta dielektrik

Kemudian data nilai indeks bias dan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai digunakan untuk mendapatkan grafik hubungan antara perubahan suhu terhadap

indeks bias, perubahan suhu terhadap konstanta dielektrik, indeks bias terhadap nilai konstanta dielektrik minyak kedelai. Kesesuaian antara data yang didapat dengan kurva dapat diidentifikasi melalui nilai R^2 pada grafik. Apabila nilai yang didapat tersebut mendekati 1, maka data yang didapatkan sesuai dengan kurva.

Hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik dapat diketahui melalui uji statistik regresi. Sedangkan untuk menginterpretasikan kekuatan hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik, perlu dilakukan penghitungan koefisien korelasi. Melalui uji statistik regresi dapat diketahui t hitung yang selanjutnya dibandingkan dengan t tabel yang bergantung pada derajat kebebasan dan signifikansi perhitungan. Nilai t dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$t = \sqrt{R^2} \times \sqrt{\frac{df}{1-R^2}} \quad (3.7)$$

$$t = \frac{R}{\sqrt{\frac{1-R^2}{df}}} \quad (3.8)$$

dengan $df = n - 2$. Kemudian digunakan hipotesa H_0 dan H_1 yang telah dibuat, yaitu

H_0 : tidak terdapat hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik

H_1 : terdapat hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik

apabila nilai t hitung lebih besar dari t tabel, maka H_0 tidak memenuhi sehingga H_1 dapat diterima dan menunjukkan hasil adanya hubungan antara variabel indeks bias dan konstanta dielektrik, dan berlaku sebaliknya.

Koefisien korelasi menyatakan kekuatan pada hubungan linier serta arah hubungan dua variabel acak yang memiliki nilai antara -1 sampai dengan +1. Saat koefisien korelasi memiliki nilai positif, maka dapat diketahui bahwa kedua variabel memiliki hubungan yang searah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai indeks bias, maka semakin tinggi pula nilai konstanta dielektrik. Nilai koefisien korelasi didapatkan melalui pengakaran nilai determinasi. Rentang

nilai interpretasi kekuatan hubungan antara dua variabel acak dapat diketahui pada tabel 3.1 dibawah.

Tabel 3.1 Kriteria interpretasi kekuatan hubungan antara dua variabel

Koefisien korelasi (R)	Interpretasi
0	Tidak terdapat korelasi antara dua variabel
$0 < n \leq 0,25$	Korelasi sangat lemah
$0,25 < n \leq 0,5$	Korelasi cukup
$0,5 < n \leq 0,75$	Korelasi kuat
$0,75 < n \leq 0,99$	Korelasi sangat kuat
1	Korelasi sempurna

Sumber: Jonathan (2006).

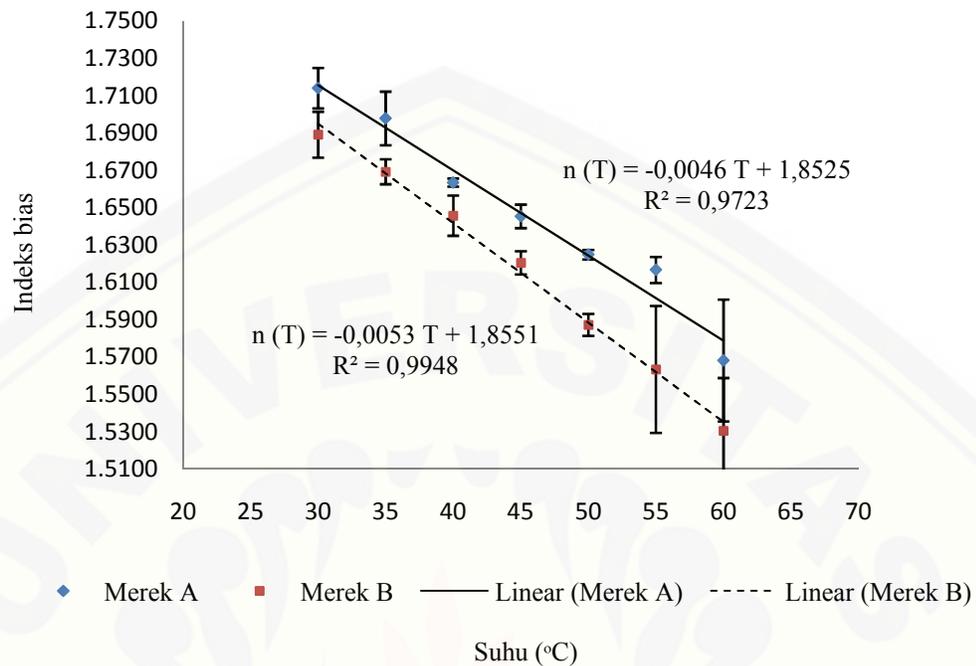
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**4.1 Hasil**

Menurut penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data nilai indeks bias dan konstanta dielektrik minyak kedelai pada dua merek minyak kedelai yang berbeda dengan 7 perubahan suhu dan pengulangan sebanyak tiga kali.

Tabel 4.1 Data perhitungan indeks bias (n) minyak kedelai merek A dan merek B

Suhu (°C)	Indeks Bias (n)	
	Merek A	Merek B
30	$1,7141 \pm 0,0109$	$1,6892 \pm 0,0123$
35	$1,6979 \pm 0,0143$	$1,6693 \pm 0,0067$
40	$1,6635 \pm 0,0022$	$1,6458 \pm 0,0108$
45	$1,6454 \pm 0,0063$	$1,6205 \pm 0,0062$
50	$1,6249 \pm 0,0026$	$1,5873 \pm 0,0059$
55	$1,6167 \pm 0,0070$	$1,5634 \pm 0,0340$
60	$1,5682 \pm 0,0326$	$1,5306 \pm 0,0282$

Tabel 4.1 di atas merupakan data hasil penghitungan nilai indeks bias pada minyak kedelai merek A dan merek B. Pada tabel terlihat bahwa semakin tinggi suhu minyak kedelai maka semakin kecil nilai indeks biasnya. Nilai indeks bias minyak kedelai merek A terlihat lebih tinggi daripada nilai indeks bias minyak kedelai merek B. Apabila tabel di atas dijadikan grafik, maka akan terbentuk grafik hubungan antara suhu dengan indeks bias seperti pada gambar 4.1



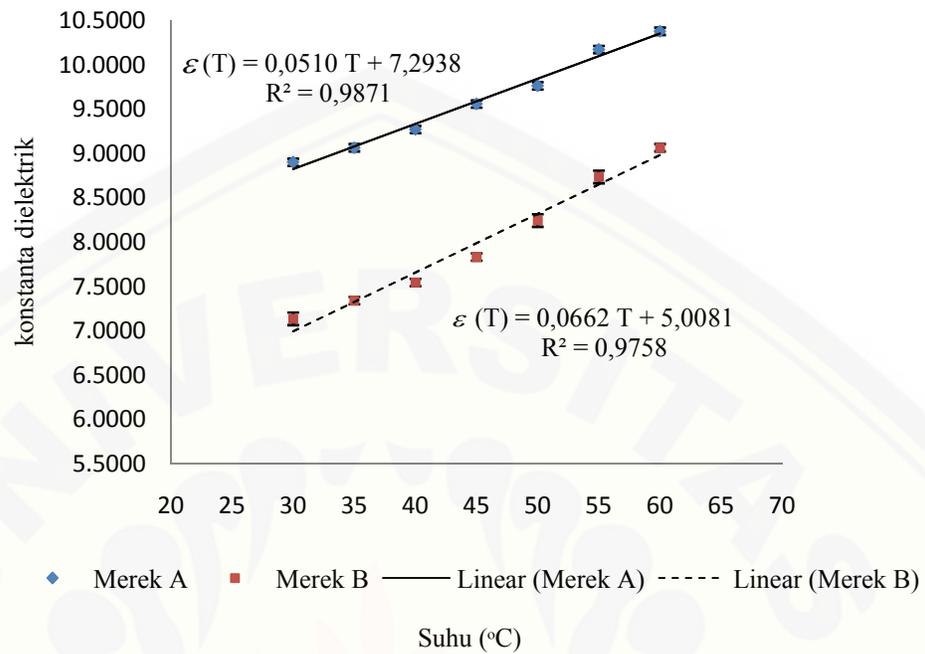
Gambar 4.1 Grafik pengaruh perubahan suhu terhadap nilai indeks bias minyak kedelai

Grafik pada gambar 4.1 merupakan grafik hubungan antara perubahan suhu dengan indeks bias pada minyak kedelai merek A dan merek B. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pada minyak kedelai, maka nilai indeks bias yang dihasilkan semakin rendah. Namun sebaran data nilai indeks bias yang ada terlihat kurang mendekati garis linear. Pola grafik hubungan perubahan suhu dengan nilai indeks bias menunjukkan linieritas hubungan antara keduanya. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa merek A memiliki nilai koefisien determinasi sebesar $R^2 = 0,9723$ dengan fungsi $n(T) = -0,0046 T + 1,8525$ dan merek B memiliki nilai koefisien determinasi sebesar $R^2 = 0,9948$ dengan persamaan $n(T) = -0,0053 T + 1,8551$.

Tabel 4.2 Data perhitungan konstanta dielektrik (ϵ_r) minyak kedelai merek A dan merek B

Suhu ($^{\circ}C$)	Konstanta dielektrik (ϵ_r)	
	Merek A	Merek B
30	$8,9026 \pm 0,0410$	$7,1385 \pm 0,0711$
35	$9,0667 \pm 0,0410$	$7,3436 \pm 0,0410$
40	$9,2718 \pm 0,0410$	$7,5487 \pm 0,0410$
45	$9,5589 \pm 0,0410$	$7,8359 \pm 0,0410$
50	$9,7641 \pm 0,0410$	$8,2462 \pm 0,0711$
55	$10,1744 \pm 0,0410$	$8,7385 \pm 0,0711$
60	$10,3795 \pm 0,0410$	$9,0667 \pm 0,0410$

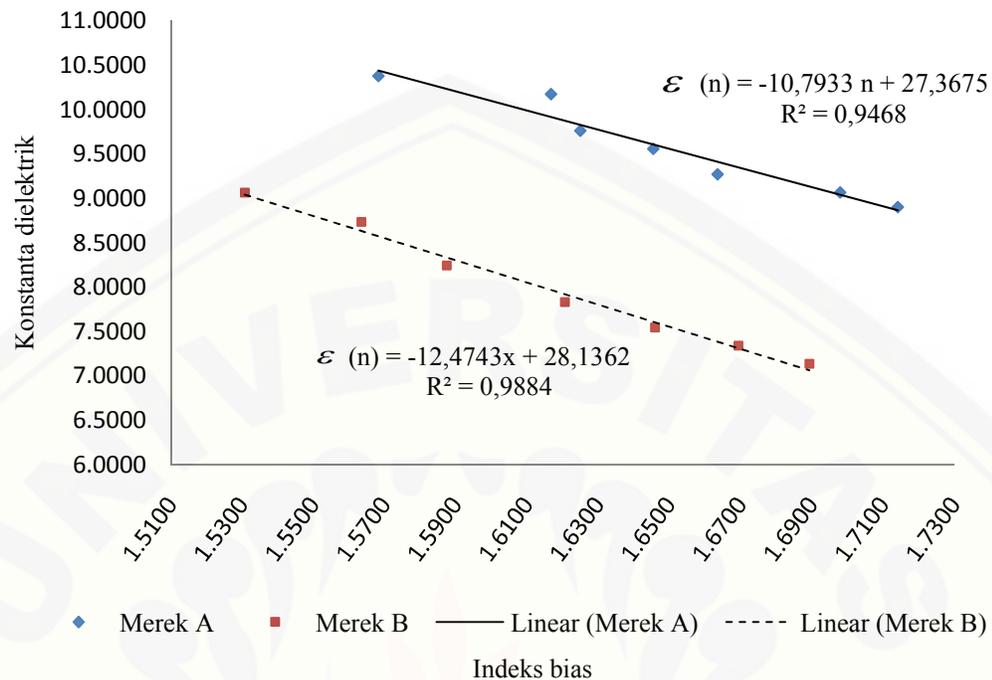
Tabel 4.2 tersebut menjelaskan tentang hubungan antara kenaikan suhu dan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A dan merek B. Namun rentang nilai konstanta dielektrik yang ditunjukkan pada tabel berbeda. Rentang nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A yaitu ($8,9026 \pm 0,0410$) - ($10,3795 \pm 0,0410$) pada suhu $30^{\circ}C$ sampai $60^{\circ}C$, lebih tinggi daripada nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek B yaitu ($7,1385 \pm 0,0711$) - ($9,0667 \pm 0,0410$) pada suhu $30^{\circ}C$ sampai $60^{\circ}C$. Tabel di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu minyak kedelai maka semakin tinggi pula nilai konstanta dielektriknya. Hubungan antara suhu dan nilai konstanta dielektrik tersebut dapat digambarkan melalui grafik seperti pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik pengaruh perubahan suhu terhadap nilai konstanta dielektrik minyak kedelai

Grafik pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pada minyak kedelai, maka nilai konstanta dielektrik yang dihasilkan semakin tinggi juga. Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa merek A memiliki nilai $R^2 = 0,9871$ dengan persamaan $\varepsilon(T) = 0,0510 T + 7,2938$ dan merek B memiliki nilai $R^2 = 0,9758$ dengan persamaan $\varepsilon(T) = 0,0662 T + 5,0081$.

Sedangkan hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik pada minyak kedelai merek A dan merek B dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik hubungan nilai indeks bias terhadap nilai konstanta dielektrik minyak kedelai

Pada grafik tersebut dapat diketahui bahwa nilai indeks bias minyak kedelai yang semakin kecil berbanding terbalik dengan nilai konstanta dielektrik yang semakin besar pada saat suhu meningkat. Grafik 4.5 menunjukkan nilai determinasi data dengan kurva sebesar $R^2 = 0,9468$ dengan persamaan $\varepsilon (n) = -10,7933 n + 27,3675$ untuk minyak kedelai merek A dan nilai determinasi data dengan kurva sebesar $R^2 = 0,9884$ dengan persamaan $\varepsilon (n) = -12,4743 n + 28,1362$ untuk minyak kedelai merek B.

Kemudian untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik dapat menggunakan statistik uji korelasi. Pada pengujian korelasi dapat diketahui bahwa t hitung minyak kedelai merek A adalah 9,4332 dengan signifikansi sebesar 0,05 serta derajat kebebasan sejumlah 5 dan t tabel menunjukkan 2,5706. Sedangkan t hitung minyak kedelai merek B adalah 20,6406 dengan signifikansi sebesar 0,05 serta derajat kebebasan sejumlah 5 dan t tabel

menunjukkan 2,5706. Dengan demikian, hasil t hitung lebih besar dari t tabel menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dari koefisien relasi yang ada, dapat diketahui bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara indeks bias dan konstanta dielektrik sehingga semakin kecil nilai indeks bias minyak kedelai, maka semakin besar nilai konstanta dielektriknya.



4.2 Pembahasan

Konstanta dielektrik merupakan parameter sifat listrik bahan yang dapat dihubungkan dengan sifat optiknya. Salah satu sifat optik bahan adalah indeks bias. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dua minyak kedelai dengan merek yang berbeda. Penentuan nilai indeks bias minyak kedelai tersebut menggunakan difraksi Fraunhofer celah ganda dan penentuan nilai konstanta dielektriknya menggunakan kapasitansimeter. Penelitian dua sifat fisis minyak kedelai dilakukan dalam variasi suhu yaitu 30°C , 35°C , 40°C , 45°C , 50°C , 55°C , dan 60°C .

Sebelum penelitian pada minyak kedelai ini dilakukan, difraksi Fraunhofer celah ganda dan kapasitansimeter dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan aquades. Nilai indeks bias aquades yang didapatkan melalui percobaan menggunakan difraksi Fraunhofer celah ganda adalah 1,3168 dengan nilai deskripsi 0,0002% dan nilai konstanta dielektrik aquades yang didapatkan melalui percobaan menggunakan kapasitansimeter adalah 77,54 dengan nilai deskripsi 0,0059%. Nilai indeks bias dan konstanta dielektrik yang didapatkan melalui percobaan mendekati nilai referensi yang ada sehingga alat difraksi Fraunhofer dan kapasitansimeter dapat dikatakan layak dan siap digunakan dalam penelitian.

Setelah alat difraksi Fraunhofer dan kapasitansimeter siap digunakan, minyak kedelai merek A dan merek B yang akan ditentukan nilai simpangan dan nilai kapasitansinya disiapkan dan diletakkan dalam wadah. Minyak kedelai tersebut dipanaskan dengan menggunakan elemen pemanas yang telah dirangkai dengan trafo 36 volt. Trafo tersebut berfungsi untuk menyalurkan energi listrik tegangan rendah agar elemen pemanas dapat meningkatkan suhu minyak kedelai secara perlahan sehingga nilai simpangan dan nilai kapasitansi minyak kedelai dapat diamati. Waktu yang diperlukan untuk mengetahui kenaikan suhu minyak kedelai dari suhu terendah sampai suhu tertinggi adalah 2 jam.

Hasil dari pengambilan data menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka nilai simpangan semakin besar pada minyak kedelai merek A (Lampiran A) dan

merek B (Lampiran B). Nilai simpangan (x) tersebut dibandingkan dengan nilai simpangan udara sehingga diperoleh nilai indeks bias dengan menggunakan persamaan (2.25). Nilai indeks bias minyak kedelai merek A dan merek B dapat dilihat pada (Tabel 4.1). Pada suhu 30°C , nilai indeks bias minyak kedelai merek A adalah $(1,7141 \pm 0,0109)$ dan nilai indeks bias minyak kedelai merek B adalah $(1,6892 \pm 0,0123)$. Pada suhu 35°C , nilai indeks bias minyak kedelai merek A adalah $(1,6979 \pm 0,0143)$ dan nilai indeks bias minyak kedelai merek B adalah $(1,6693 \pm 0,0067)$. Selisih nilai indeks bias minyak kedelai merek A pada suhu 30°C sampai 35°C adalah $(0,0162 \pm 0,0034)$ dan minyak kedelai merek B memiliki selisih $(0,0328 \pm 0,0058)$. Pada data tersebut dapat diketahui bahwa peningkatan suhu mengakibatkan nilai indeks bias minyak kedelai semakin kecil. Sedangkan pada suhu yang sama, nilai indeks bias minyak kedelai merek A lebih besar daripada nilai indeks bias minyak kedelai merek B. Selain itu, nilai indeks bias pada minyak kedelai merek A dan merek B memiliki perbedaan, yaitu rentang nilai indeks bias minyak kedelai merek A lebih tinggi daripada nilai indeks bias minyak kedelai merek B.

Hubungan antara perubahan suhu dengan nilai indeks minyak kedelai merek A dan merek B dapat diamati pada (Gambar 4.1). Grafik hubungan indeks bias dan suhu menunjukkan bahwa nilai indeks bias minyak kedelai merek A memiliki nilai koefisien regresi $R^2 = 0,9723$ dan nilai koefisien regresi merek B adalah $R^2 = 0,9948$. Nilai regresi yang semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa nilai data semakin sesuai dengan kurva. Minyak kedelai yang memiliki nilai koefisien regresi yang lebih mendekati 1 adalah minyak kedelai merek B, sehingga data penelitian tentang indeks bias pada minyak kedelai merek B dikatakan semakin mendekati garis linear. Informasi lain yang didapat melalui grafik untuk persamaan indeks bias minyak kedelai merek A adalah $n(T) = -0,0046 T + 1,8525$ dan merek B adalah $n(T) = -0,0053 T + 1,8551$. Tanda negatif pada persamaan tersebut menunjukkan bahwa nilai data indeks bias mengalami penurunan. Nilai indeks bias Merek A menurun lebih lambat daripada merek B.

Menurut Sutiah (2008), minyak goreng yang semakin panas memiliki kerapatan yang lebih kecil dan molekul-molekulnya telah mengalami perenggangan sehingga kecepatan cahaya dalam minyak kedelai tersebut lebih besar dan menyebabkan indeks bias semakin kecil. Peningkatan suhu pada minyak goreng tersebut akan berpengaruh pada sifat fisisnya yaitu menyebabkan derajat ketidakjenuhan dari asam lemak pada minyak goreng berkurang atau merusak sebagian asam lemak esensial (Ketaren, 1996). Hal tersebut juga berlaku pada minyak kedelai yang menghasilkan nilai indeks bias semakin kecil ketika suhu minyak kedelai semakin naik (Gambar 4.1).

Pengambilan data selanjutnya adalah menentukan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai dengan menggunakan nilai kapasitansi yang telah didapat menggunakan kapasitansimeter. Nilai kapasitansi diambil pada suhu yang telah ditentukan. Data perhitungan konstanta dielektrik minyak kedelai merek A dan merek B (Tabel 4.2) menunjukkan bahwa nilai konstanta dielektrik meningkat ketika suhu minyak kedelai juga semakin tinggi. Pada suhu 30°C , nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A adalah $(8,9026 \pm 0,0410)$ dan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek B adalah $(7,1385 \pm 0,0711)$. Pada suhu 35°C , nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A adalah $(9,0667 \pm 0,0410)$ dan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek B adalah $(7,3436 \pm 0,0410)$. Selisih nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A pada suhu tersebut adalah 0,1641 sedangkan untuk minyak kedelai merek B adalah $0,2051 \pm 0,0301$, sehingga didapatkan rentang nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A lebih tinggi daripada merek B. Pada suhu yang sama, nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A juga lebih tinggi daripada konstanta dielektrik minyak kedelai merek B.

Hubungan antara nilai konstanta dielektrik dengan suhu yang bervariasi pada kedua merek minyak kedelai dapat diketahui pada Gambar 4.2. Minyak kedelai merek A dan merek B memiliki nilai konstanta dielektrik yang semakin tinggi pada suhu yang semakin tinggi pula. Grafik hubungan konstanta dielektrik dan suhu

menunjukkan bahwa nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A memiliki nilai koefisien regresi sebesar $R^2 = 0,9871$ dan nilai koefisien regresi merek B adalah $R^2 = 0,9758$. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa minyak kedelai dengan nilai regresi yang lebih tinggi dan mendekati 1 adalah minyak kedelai merek A, sehingga data penelitian konstanta dielektrik pada minyak kedelai merek A dapat dikatakan lebih mendekati garis linear. Informasi lain yang didapat melalui grafik pada Gambar 4.2, persamaan konstanta dielektrik minyak kedelai merek A adalah $\epsilon_r(T) = 0,0510 T + 7,2938$ dan persamaan minyak kedelai merek B adalah $\epsilon_r(T) = 0,0662 T + 5,0081$. Persamaan pada kedua merek minyak kedelai tersebut menunjukkan bahwa nilai konstanta dielektrik berbanding lurus dengan suhu. Apabila suhu minyak kedelai semakin tinggi, maka nilai konstanta dielektriknya juga semakin tinggi. Namun kenaikan nilai konstanta dielektrik pada minyak kedelai merek B lebih cepat daripada minyak kedelai merek A.

Menurut penelitian Nuzula (Tanpa Tahun), semakin besar konsentrasi campuran lemak babi dan lemak sapi mengakibatkan bahan semakin bersifat isolator sehingga kemampuan menyimpan energinya kecil. Pada penelitian minyak kedelai ini, suhu yang semakin tinggi menyebabkan molekul-molekul merenggang dan muatan pada minyak kedelai bergerak bebas. Molekul yang ada pada minyak kedelai dapat dianggap sebagai isolator yang berperilaku seperti kapasitor. Molekul yang merenggang mengakibatkan berkurangnya sifat isolator sehingga kemampuan menyimpan energinya semakin besar dan nilai konstanta dielektrik akan semakin besar pula. Nilai konstanta dielektrik minyak kedelai semakin besar ketika suhu juga semakin besar.

Berdasarkan data indeks bias dan konstanta dielektrik, dapat diketahui bahwa kedua sifat fisis tersebut dipengaruhi oleh perubahan suhu. Suhu yang semakin tinggi pada pengambilan data indeks bias menyebabkan molekul-molekul pada minyak kedelai merenggang sehingga kecepatan cahaya yang melewati minyak kedelai semakin besar. Sedangkan pada pengambilan data konstanta dielektrik menyebabkan

berkurangnya sifat isolator. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik pada kedua merek minyak kedelai. Hubungan antara nilai indeks bias dan konstanta dielektrik pada kedua merek minyak kedelai dapat dilihat pada Gambar 4.3. Koefisien regresi yang digunakan untuk mengamati kesesuaian antara hasil eksperimen dengan kurva pada minyak kedelai merek A adalah $R^2 = 0,9468$ dengan persamaan $\varepsilon_r(n) = -10,7933 n + 27,3675$. Nilai koefisien regresi tersebut menunjukkan adanya data nilai hubungan antara indeks bias dan konstanta dielektrik yang mendekati 1 sehingga grafik yang ada dapat dikatakan sesuai kurva. Sedangkan hubungan antara nilai indeks bias dengan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek B memiliki nilai koefisien regresi sebesar $R^2 = 0,9884$ dengan persamaan $\varepsilon_r(n) = -12,4743 n + 28,1362$. Nilai koefisien regresi tersebut mendekati 1 sehingga grafik yang ada dikatakan tepat. Namun nilai koefisien regresi minyak kedelai merek A lebih kecil daripada nilai koefisien regresi minyak kedelai merek B. Hal ini menunjukkan bahwa data nilai indeks bias dan konstanta dielektrik minyak kedelai merek B lebih mendekati garis linear. Hasil analisa regresi konstanta dielektrik terhadap indeks bias untuk masing-masing merek minyak kedelai menyimpulkan bahwa indeks bias dan konstanta dielektrik minyak kedelai merek B meningkat lebih besar daripada minyak kedelai merek A.

Pengujian statistik uji korelasi pada hubungan indeks bias dan konstanta dielektrik kedua merek minyak kedelai dilakukan dengan menggunakan nilai koefisien regresi yang telah didapat. Nilai koefisien korelasi untuk minyak kedelai merek A adalah 0,9730 dan nilai koefisien korelasi untuk minyak kedelai merek B adalah 0,9942. Pengujian korelasi diperoleh bahwa nilai t hitung minyak kedelai merek A adalah 9,4332 dengan signifikansi sebesar 0,05 serta derajat kebebasan sejumlah 5. Pada tabel uji t (Lampiran E) menunjukkan bahwa nilai t tabel dengan signifikansi sebesar 0,05 serta derajat kebebasan sejumlah 5 adalah 2,5706. Sedangkan t hitung minyak kedelai merek B adalah 20,6406 dengan signifikansi

sebesar 0,05 serta derajat kebebasan sejumlah 5 dan t tabel menunjukkan nilai 2,5706. Nilai t hitung lebih besar daripada t tabel pada kedua merek minyak kedelai tersebut yang menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. H_0 menyatakan tidak terdapat hubungan antara indeks bias dengan konstanta dielektrik, sedangkan H_1 menyatakan terdapat hubungan antara keduanya. Dengan demikian, apabila H_1 diterima dan nilai koefisien korelasi antara 0,75 dan 0,99, maka terdapat hubungan yang sangat kuat antara indeks bias dengan konstanta dielektrik.

Berdasarkan hasil pengambilan data pada kedua merek minyak kedelai menyatakan bahwa nilai konstanta dielektrik semakin tinggi apabila suhu pada minyak kedelai semakin tinggi pula. Sedangkan nilai indeks bias semakin kecil ketika suhu pada minyak kedelai meningkat. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa peningkatan suhu pada minyak kedelai mengakibatkan semakin kecilnya nilai indeks bias dan semakin tingginya nilai konstanta dielektrik.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan data dan grafik hubungan antara perubahan suhu dengan nilai konstanta dielektrik dan indeks bias minyak kedelai. Kesimpulan yang didapat yaitu.

1. Pada minyak kedelai merek A dan merek B, nilai indeks bias menurun ketika suhu meningkat. Sementara penurunan nilai indeks bias pada minyak kedelai merek A lebih lambat daripada merek B.
2. Pada minyak kedelai merek A dan merek B, semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula nilai konstanta dielektriknya tetapi kenaikan nilai konstanta dielektrik minyak kedelai merek A lebih lambat daripada merek B.
3. Perubahan pada nilai indeks bias berbanding terbalik dengan perubahan pada nilai konstanta dielektrik. Uji statistik regresi mendapatkan nilai t hitung lebih besar dari t tabel dengan koefisien korelasi sebesar 0.9730 untuk minyak kedelai merek A dan 0,9942 untuk minyak kedelai merek B yang menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara indeks bias dan konstanta dielektrik.

5.2 Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan yaitu

1. Perlu adanya penambahan variasi suhu yang lebih tinggi pada minyak kedelai untuk mengetahui kelinieran data nilai indeks bias dan konstanta dielektrik.
2. Perlu digunakan uji statistik yang lain untuk mengetahui hubungan indeks bias dan konstanta dielektrik serta mengetahui kekuatan hubungan keduanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarado, J. 1995. *Grasas Aceites*. Jurnal Penelitian. **Vol. 46**, hal 264-269.
- Brumm, T. J dan Hurburgh, C.R. 2002. *Quality of The Soybean Crop from the United States, Report to the American Soybean Association*.
- Edwar, Zulkarnain., Suyuthie, H., Yerizel, E., Sulastri, D. 2011. *Pengaruh Pemanasan terhadap Kejenuhan Asam Lemak Minyak Goreng Sawit dan Minyak Goreng Jagung*. Artikel Penelitian. **Vol. 61**. No. 6. Hal. 248-252.
- Fasilitafa, H. 2013. *Pengukuran Indeks Bias Alkohol dengan Menggunakan Interferometer Michelson*. Jember: Universitas Jember.
- Halliday, D. 1988. *Fisika Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, D. & Resnick, R. 1976. *Fundamentals of physics 9 th edition*. America: Cleveland State Uninersity.
- Hammond, Earl G., Johnson, Lawrence A., Wang, Caiping Su Tong., White, Pamela J. 2014. *Soybean Oil*. Iowa: Iowa State University.
- Haris, R. S. dan Karmas, E., 1989. *Evaluasi Gizi pada Pengolahan Bahan Pangan* (ab. Suminar, A. dan Sofia, N.), edisi kedua. Bandung: ITB.
- Herlina, N. dan Ginting, H. 2002. *Lemak dan Minyak*. Sumatera: Universitas Sumatera Utara.
- Istianah. 2008. *Studi Pengaruh Medan Radio Frekuensi (RF) Terhadap Perubahan Sudut Polarisasi Pada Minyak*. Jurnal Skripsi. Semarang: Undip.
- Jenkins, F. A. dan White, H. E. 2001. *Fundamental of Optics: Fourth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Joko. (Tanpa Tahun). *Pengenalan Minyak dan Lemak*. [serial online]. <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/139/jtptunimus-gdl-jokoariant-6909-3-babii.pdf>. [22 Januari 2015].

- Jonathan, S. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Kamajaya. 1984. *Ringkasan Fisika Edisi Pertama*. Jawa Barat: Ganeca Exact Bandung.
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Mursida, Hanna M. 2014. *Pengukuran Indeks Bias Minyak Zaitun (Olive Oil) pada Beberapa Suhu Menggunakan Interferometer Michelson*. Jember: Universitas Jember.
- Nuzula, Firdausi., Widodo, Chomsin S., Sucipto. Tanpa tahun. *Studi Pengaruh Campuran Lemak Babi Terhadap Kapasitansi dan Konstanta Dielektrik Lemak Sapi dengan Metode Dielektrik*. Malang: Universitas Brawijaya
- Pedrotti, F. L. dan Pedrotti, L. S. 1993. *Introduction to Optics: Second Edition*. New York: Prentice-Hall International, Inc.
- Rajab, A. 2013. *Perbandingan Konstanta Dielektrik dan Permittivitas Relatif Minyak Sawit dengan Minyak Isolasi Mineral Pasca Penuaan Termal*. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*. ISSN: 2302-2949. **Vol. 2**. No.1. hal. 41-46.
- Sietz, F G. 1965. *Fette Scifen Anstrichm*. *Jurnal*. **Vol. 67**, hal 411-412.
- Subedi, D. P., Adhikari, D.R., Joshi, U. M., Poudel, H. N., Niraula., B. 2006. *Study of Temperature and Contentration Dependence of Refractive Index of Liquids using a Novel Technique*. Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology. **Vol. II**. No. 1.
- Sutiah, K., Fidausi, S., & Budi, W. S. 2008. “*Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias*”. *Jurnal Berkala Fisika*. ISSN: 1410-9662. **Vol. 11**, No. 2, hal 53-58.
- Sutrisno. 1984. *Fisika Dasar Gelombang dan Optik*. Bandung: ITB.
- Tipler, P. A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 2 Edisi Ketiga*. Alih Bahasa oleh Bambang Soegijono. 2001. Jakarta : Erlangga
- Tjia, M. O. 1994. *Gelombang*. Solo: Dabara Publishers.

- Wesolowski, M. 1993. *Food Science Technology*. Jurnal. **Vol. 95**, hal 377-383.
- Widyastuti, N., Azam, M. & Firdaus, K. S. 2009. “*Studi Efek Elektrooptis pada Minyak Goreng.*” Berkala fisika, **Vol. 12** (2): 63-68.
- Wojewoda, G. F. & Ogolnoksztalcacych, Z. S. 2012. “*Measuring Index of Refraction.*” Makalah. Terjemahan oleh Malgorzata Czart. Poland: Bydgoszcz.
- Yunus, W. M., Fen, Y. W., dan Yee, L. M. 2009. *Refractive Index and Fourier Transform Infrared Spectra of Virgin Coconut Oil and Virgin Olive Oil*. American Journal of Applied Sciences. ISSN 1546-9239, **6** (2): 328-331.



LAMPIRAN

Lampiran A. Data hasil percobaan dan perhitungan indeks bias minyak kedelai merek A

Suhu (°C)	Simpangan (x) <i>m</i>			Indeks bias (n)			Standar Deviasi	Eror Relatif (%)	Keseksamaan (%)
	1	2	3	1	2	3			
30	0,3565	0,3638	0,3627	1,7356	1,7008	1,7060	0,0109	0,6331	99,3669
35	0,3589	0,3695	0,3650	1,7240	1,6746	1,6952	0,0143	0,8447	99,1553
40	0,3711	0,3728	0,3720	1,6674	1,6598	1,6633	0,0022	0,1320	99,8680
45	0,3762	0,3785	0,3735	1,6448	1,6348	1,6566	0,0063	0,3844	99,6156
50	0,3813	0,3815	0,3796	1,6228	1,6219	1,6300	0,0026	0,1585	99,8415
55	0,3857	0,3825	0,3800	1,6042	1,6177	1,6283	0,0070	0,4306	99,5694
60	0,3895	0,4113	0,3839	1,5886	1,5044	1,6118	0,0326	2,0801	97,9199

Lampiran B. Data hasil percobaan dan perhitungan indeks bias minyak kedelai merek B

Suhu (°C)	Simpangan (x) <i>m</i>			Indeks bias (n)			Standar Deviasi	Eror Relatif (%)	Keseksamaan (%)
	1	2	3	1	2	3			
30	0,3650	0,3715	0,3625	1,6952	1,6656	1,7069	0,0123	0,7286	99,2714
35	0,3700	0,3735	0,3685	1,6723	1,6566	1,6791	0,0067	0,3987	99,6013
40	0,3715	0,3800	0,3765	1,6656	1,6283	1,6434	0,0108	0,6573	99,3427
45	0,3795	0,3845	0,3815	1,6304	1,6092	1,6219	0,0062	0,3800	99,6200
50	0,3925	0,3895	0,3875	1,5764	1,5886	1,5968	0,0059	0,3723	99,6277
55	0,4135	0,3850	0,3900	1,4964	1,6072	1,5866	0,0340	2,1757	97,8243
60	0,4197	0,3974	0,3965	1,4743	1,5570	1,5605	0,0282	1,8413	98,1587

Lampiran C. Data hasil percobaan dan perhitungan konstanta dielektrik minyak kedelai merek A

Suhu (°C)	Kapasitansi			Konstanta dielektrik			Standar Deviasi	Eror Relatif (%)	Keseksamaan (%)
	1	2	3	1	2	3			
30	7,3	7,2	7,2	8,9846	8,8615	8,8615	0,0410	0,4608	99,5392
35	7,4	7,3	7,4	9,1077	8,9846	9,1077	0,0410	0,4525	99,5475
40	7,6	7,5	7,5	9,3538	9,2308	9,2308	0,0410	0,4425	99,5575
45	7,8	7,7	7,8	9,6000	9,4769	9,6000	0,0410	0,4292	99,5708
50	8,0	7,9	7,9	9,8462	9,7231	9,7231	0,0410	0,4202	99,5798
55	8,3	8,2	8,3	10,215	10,092	10,215	0,0410	0,4032	99,5968
60	8,5	8,4	8,4	10,462	10,338	10,338	0,0410	0,3953	99,6047

Lampiran D. Data hasil percobaan dan perhitungan konstanta dielektrik minyak kedelai merek B

Suhu (°C)	Kapasitansi			Konstanta dielektrik			Standar Deviasi	Eror Relatif (%)	Keseksamaan (%)
	1	2	3	1	2	3			
30	5,8	5,9	5,7	7,1385	7,2615	7,0154	0,0711	0,9954	99,0046
35	6,0	5,9	6,0	7,3846	7,2615	7,3846	0,0410	0,5587	99,4413
40	6,1	6,2	6,1	7,5077	7,6308	7,5077	0,0410	0,5435	99,4565
45	6,4	6,4	6,3	7,8769	7,8769	7,7538	0,0410	0,5236	99,4764
50	6,8	6,7	6,6	8,3692	8,2462	8,1231	0,0711	0,8617	99,1382
55	7,2	7,0	7,1	8,8615	8,6154	8,7385	0,0711	0,8132	99,1868
60	7,4	7,3	7,4	9,1077	8,9846	9,1077	0,0410	0,4525	99,5475

Lampiran E. Tabel Uji t pada df 1-20

df	Pr	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
		0,50	0,20	0,10	0,050	0,02	0,010	0,002
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	
11	0,69745	1,36343	1,79588	2,20099	2,71808	3,10581	4,02470	
12	0,69548	1,35622	1,78229	2,17881	2,68100	3,05454	3,92963	
13	0,69383	1,35017	1,77093	2,16037	2,65031	3,01228	3,85198	
14	0,69242	1,34503	1,76131	2,14479	2,62449	2,97684	3,78739	
15	0,69120	1,34061	1,75305	2,13145	2,60248	2,94671	3,73283	
16	0,69013	1,33676	1,74588	2,11991	2,58349	2,92078	3,68615	
17	0,68920	1,33338	1,73961	2,10982	2,56693	2,89823	3,64577	
18	0,68836	1,33039	1,73406	2,10092	2,55238	2,87844	3,61048	
19	0,68762	1,32773	1,72913	2,09302	2,53948	2,86093	3,57940	
20	0,68695	1,32534	1,72472	2,08596	2,52798	2,84534	3,55181	

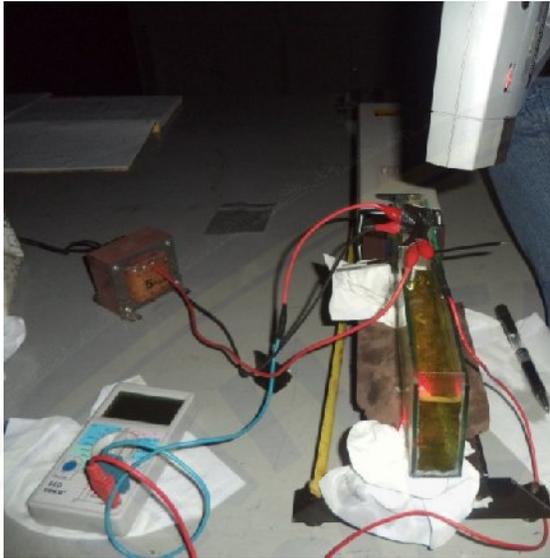
Lampiran F. Dokumentasi kegiatan penelitian



Gambar F1. Minyak kedelai merek A



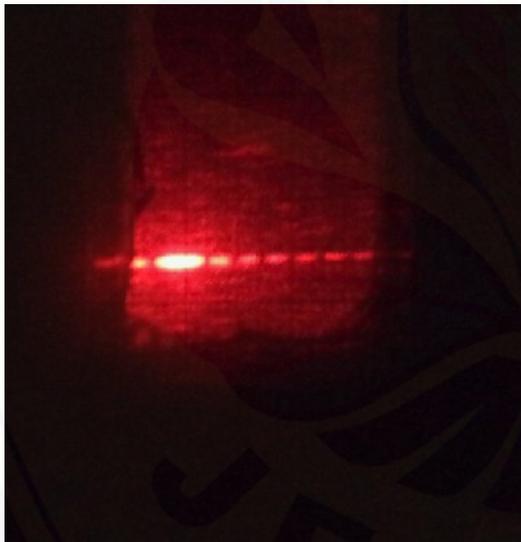
Gambar F2. Minyak kedelai merek B



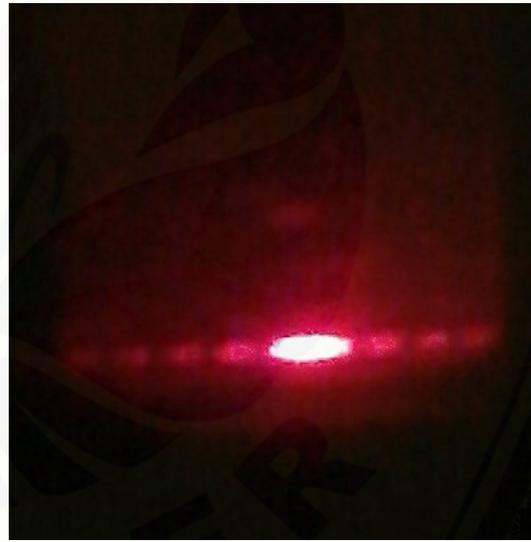
Gambar F3. Peralatan difraksi Fraunhofer celah ganda



Gambar F4. Peralatan pengukuran kapasitansi



Gambar F5. Pola difraksi minyak kedelai merek A



Gambar F6. Pola difraksi minyak kedelai merek B