



**IDENTIFIKASI INDEKS BIAS MINYAK KACANG TANAH  
DENGAN METODE DIFRAKSI FRAUNHOFER CELAH  
TUNGGAL, CELAH GANDA DAN CELAH BANYAK**

**SKRIPSI**

Oleh

**NELA PUSPITA SARI  
NIM 111810201010**

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



**IDENTIFIKASI INDEKS BIAS MINYAK KACANG TANAH  
DENGAN METODE DIFRAKSI FRAUNHOFER CELAH  
TUNGGAL, CELAH GANDA DAN CELAH BANYAK**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S-1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

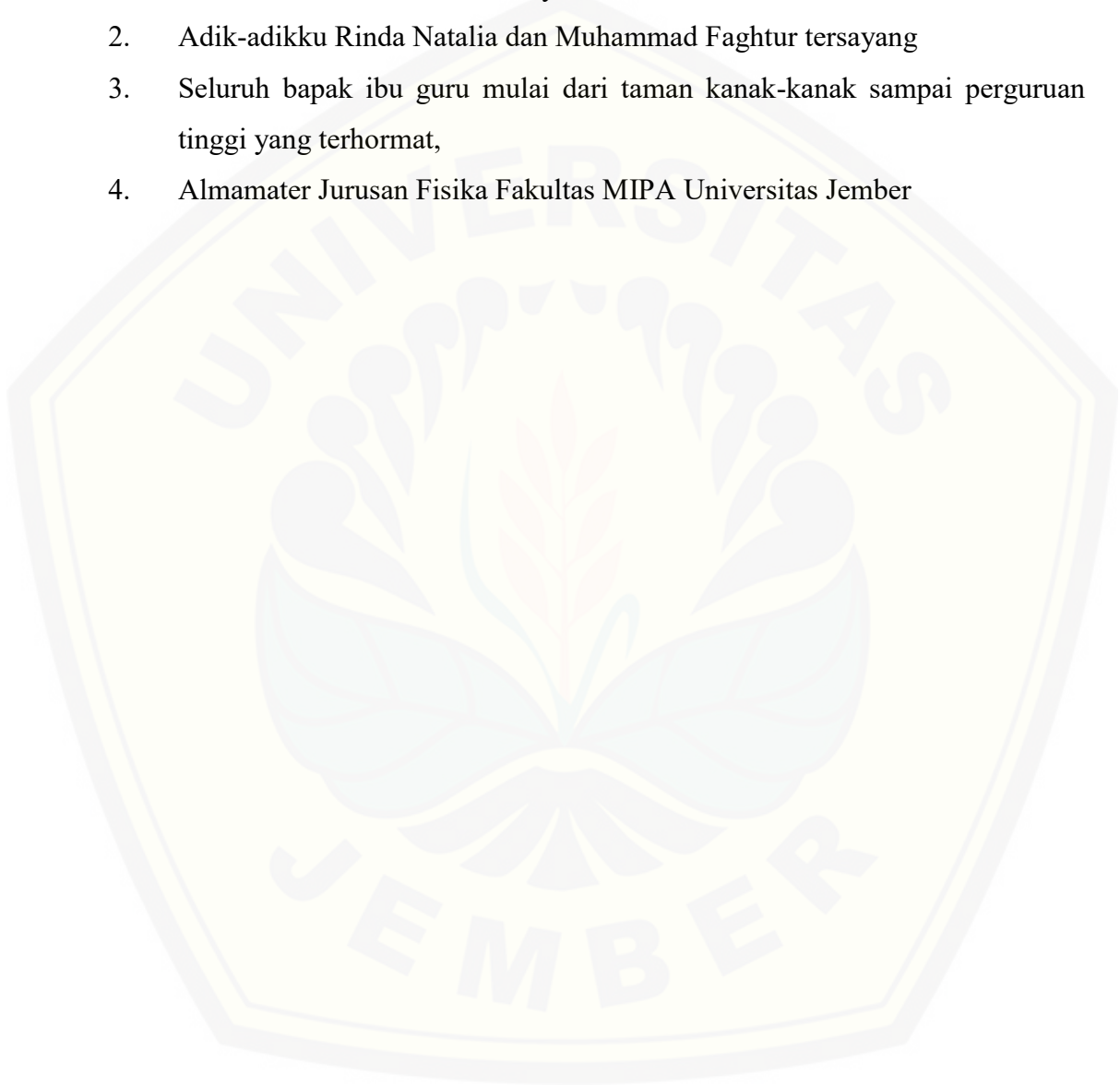
**NELA PUSPITA SARI  
NIM 111810201010**

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

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Ibunda Pelita Rini S. Pd dan Ayahanda Sutono tercinta
2. Adik-adikku Rinda Natalia dan Muhammad Faghtur tersayang
3. Seluruh bapak ibu guru mulai dari taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang terhormat,
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jember



**MOTTO**

“Jadilah seperti karang di lautan yang tetap kokoh diterjang ombak walaupun air laut tetap masuk ke dalam pori-porinya, kegagalan hanya terjadi jika kita menyerah.”(Lessing)<sup>\*)</sup>



---

<sup>\*)</sup><https://www.motivasi-islami.com>

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nela Puspita Sari

NIM : 111810201010

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Identifikasi Indeks Bias Minyak Kacang Tanah Dengan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda, dan Celah Banyak” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

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

Jember, November 2018

Yang menyatakan,

Nela Puspita Sari  
NIM 111810201010

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI INDEKS BIAS MINYAK KACANG TANAH  
DENGAN METODE DIFRAKSI FRAUNHOFER CELAH  
TUNGGAL, CELAH GANDA DAN CELAH BANYAK**

Oleh

Nela Puspita Sari  
111810201010

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Misto, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Identifikasi Indeks Bias Minyak Kacang Tanah Dengan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda, dan Celah Banyak” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

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

Tim Penguji:

Ketua

Anggota I

Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 197202101998021001

Ir. Misto, M.Si.  
NIP. 195911211991031002

Anggota II

Anggota III

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

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

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas MIPA,

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP. 196102041987111001



## RINGKASAN

**Identifikasi Indeks Bias Minyak Kacang Tanah dengan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda, dan Celah banyak**, Nela Puspita Sari, 111810201010; 2018; 42 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Minyak kacang tanah merupakan salah satu minyak nabati yang dihasilkan dari ekstraksi uji kacang tanah. Minyak kacang tanah mengandung 76-82% asam lemak tidak jenuh yang terdiri dari 40-45% asam oleat dan 30-35% asam linoleat. Kandungan gizi yang terdapat pada minyak kacang tanah sangat tinggi terutama protein dan lemak. Dimana kandungan protein yang terdapat pada minyak kacang tanah jauh lebih tinggi daripada daging, telur dan kacang soya, tetapi di Indonesia sendiri potensi untuk menjadikannya sebagai minyak masih sangat rendah. Minyak kacang tanah merupakan minyak yang lebih baik daripada minyak jagung, minyak biji kapas, minyak *olive*, dan minyak biji bunga matahari untuk dijadikan *salad dressing*, dan disimpan dibawah suhu  $-11^{\circ}\text{C}$ . Hal tersebut disebabkan karena minyak kacang tanah jika berwujud padat berbentuk amorf. Dimana lapisan padat tersebut tidak pecah sewaktu proses pembekuan.

Sifat fisis yang dapat digunakan untuk menentukan mutu suatu minyak salah satunya yaitu pengukuran indeks bias. Indeks bias pada minyak dan lemak dipakai pada pengenalan unsur kimia dan pengujian kemurnian minyak. Pada penelitian ini menggunakan metode difraksi Fraunhofer dengan penggunaan 3 celah yaitu celah tunggal, celah ganda dan celah banyak. Metode difraksi Fraunhofer cukup mudah dijelaskan karena frinji yang terbentuk dianggap paralel. Ketika laser mengenai celah tunggal maka akan terjadi pembelokan sehingga terjadi superposisi gelombang yang akan menghasilkan munculnya pola gelap terang (frinji). Sedangkan pada celah ganda dan celah banyak frinji yang terbentuk pada masing-masing orde masih terpecah lagi menjadi pola gelap terang. Data yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan data pengukuran simpangan pola gelap terang difraksi untuk berkas laser yang melewati udara dan medium minyak kacang tanah dengan menggunakan celah tunggal, celah ganda, dan celah banyak. Dengan data yang diperoleh dapat digunakan untuk mencari nilai indeks bias minyak kacang tanah.

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang telah dilakukan peneliti menunjukkan jika nilai indeks bias minyak kacang tanah merk A mempunyai nilai indeks bias yang mendekati dengan referensi yang ada karena mempunyai nilai relatif error yang lebih kecil jika dibandingkan dengan minyak kacang tanah merk B untuk penggunaan 3 celah baik celah tunggal, celah ganda dan celah banyak. Nilai indeks bias minyak kacang tanah yaitu 1,4645 sedangkan nilai indeks bias minyak kacang tanah yang diperoleh dari hasil penelitian dan perhitungan untuk minyak kacang tanah merk A nilai error lebih kecil untuk penggunaan difraksi Fraunhofer celah tunggal yaitu 1,4545 dengan nilai standart deviasi pengukuran indeks bias 0,0127, untuk penggunaan celah ganda mempunyai nilai indeks bias



1,4486 dengan nilai standart deviasi 0,0203, dan penggunaan difraksi Fraunhofer celah banyak menghasilkan nilai indeks bias 1,4477 dengan nilai standart deviasi pengukurannya 0,0257. Sedangkan untuk minyak kacang tanah merk B dengan penggunaan celah tunggal nilai indeks biasnya yaitu 1,4405 dengan nilai standart deviasi 0,0129, celah ganda nilai indeks biasnya 1,4342 dengan nilai standart deviasinya 0,0206, dan celah banyak nilai indeks biasnya 1,4245 dengan nilai standart deviasi pengukuran indeks biasnya 0,0257. Dimana jika semakin kecil nilai standart deviasinya maka nilai tersebut semakin mendekati rata-rata, sedangkan jika nilai standart deviasi pengukuran semakin tinggi maka semakin lebar rentang variasi datanya. Hal tersebut menunjukkan jika minyak kacang tanah merk A mempunyai kualitas mutu yang lebih baik daripada minyak kacang tanah merk B.



## PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Indeks Bias Minyak Kacang Tanah Dengan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda, dan Celah Banyak”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

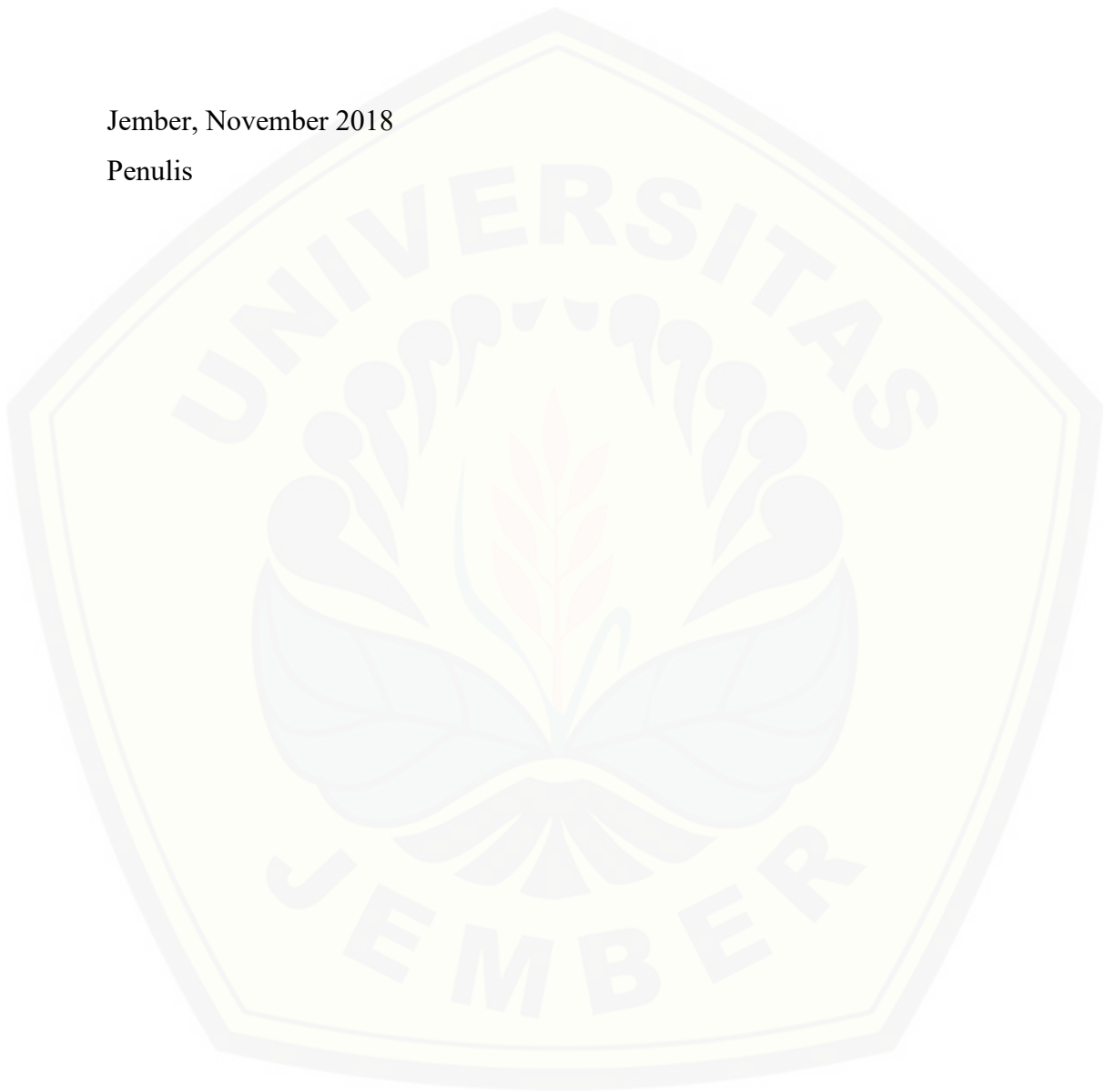
Penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan baik jika tidak ada bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam memberikan kritik dan saran dalam penelitian skripsi ini;
2. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D., dan Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
3. Drs. Sujito, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dr. Lutfi Rohman, S.Si., M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA yang telah membantu dan membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
4. Bapak dan ibu dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember yang telah memberikan Ilmu bermanfaat dan nasehat selama penulis menempuh studi;
5. Seluruh karyawan Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember yang telah membantu penulis selama menempuh studi;
6. Sahabat-sahabatku Sandika Fathorosi S. Pd, Intan Sari dan Diana Mulyawati S. Pd, Tri Indah Ratnasari S.Si, yang selalu memberikan motivasi selama ini;
7. Semua sahabat seperjuangan GP'11 yang telah memberikan semangat, dukungan, dan kebahagiaan selama ini;

8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu,  
Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi  
kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini  
dapat bermanfaat.

Jember, November 2018

Penulis



**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN</b> .....	v
<b>PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	6
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	6
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	6
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	7
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
<b>2.1 Minyak dan Lemak</b> .....	8
<b>2.2 Minyak Kacang Tanah</b> .....	9
2.2.1 Manfaat Kacang Tanah.....	12
2.2.2 Nilai Gizi Minyak Kacang Tanah.....	13

2.3 Laser He-Ne.....	13
2.4 Indeks Bias.....	13
2.5 Difraksi Fraunhofer.....	16
2.6 Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal.....	18
2.7 Difraksi Fraunhofer Celah Ganda.....	19
2.8 Difraksi Fraunhofer Celah Banyak (Kisi Difraksi/celah majemuk)20	
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2. Alat dan Bahan.....	24
3.3. Rancangan Penelitian.....	25
3.4. Tahap Persiapan.....	26
3.5. Kalibrasi.....	27
3.6. Proses Pengambilan Data.....	27
3.7. Pengolahan dan Analisa Data.....	28
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil .....	30
4.2 Pembahasan.....	32
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>43</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi sifat fisik minyak nabati.....	9
Tabel 2.2 Komposisi kimia biji kacang tanah.....	10
Tabel 2.3 Komposisi asam lemak minyak kacang tanah.....	11
Tabel 2.4 Sifat fisika-kimia minyak kacang tanah sebelum dan sesudah dimurnikan.....	11
Tabel 2.5 Nilai indeks bias zat cair.....	14
Tabel 4.1 Perbandingan nilai indeks bias dua merk minyak kacang tanah dengan metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda dan Celah banyak.....	31

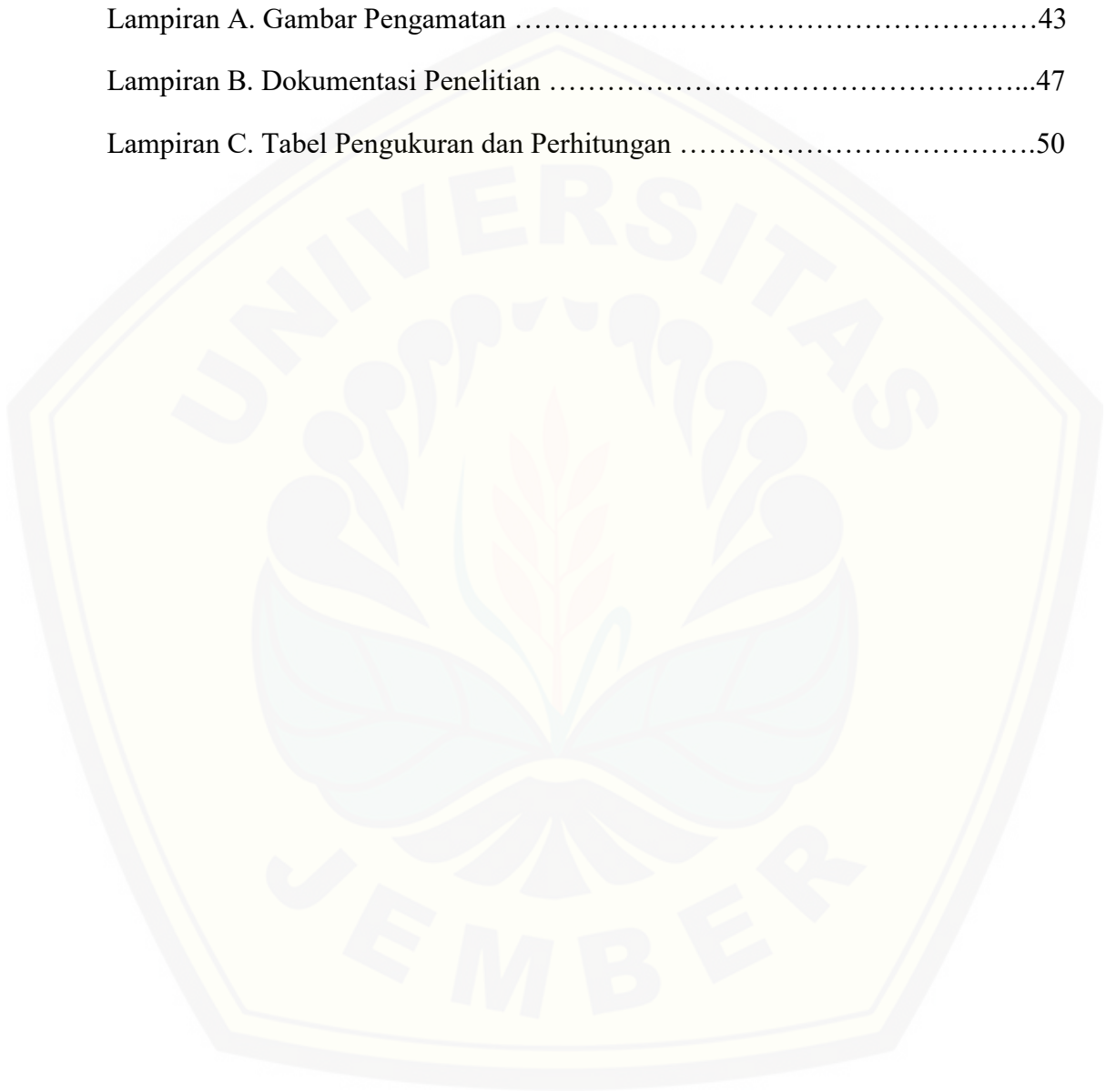
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ikatan kimia antara 1 molekul gliserol dan 3 asam lemak yang melepaskan 3 molekul air.....	8
Gambar 2.2 Skema difraksi berkas laser pada medium udara dan air: (a) berkas laser pada medium udara; (b) berkas laser pada medium air.....	15
Gambar 2.3 Skema distribusi intensitas pada pola difraksi Fraunhofer celah tunggal .....	19
Gambar 2.4 Skema pola difraksi celah rangkap.....	20
Gambar 2.5 Skema difraksi oleh kisi.....	21
Gambar 2.6 Difraksi cahaya putih menghasilkan pola berupa pita-pita Spectrum.....	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 3.2 Rancangan alat penelitian.....	26
Gambar 4.1 Grafik nilai indeks bias minyak kacang tanah dengan metode Difraksi Fraunhofer celah tunggal, celah ganda dan celah banyak.....	32



**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran A. Gambar Pengamatan .....	43
Lampiran B. Dokumentasi Penelitian .....	47
Lampiran C. Tabel Pengukuran dan Perhitungan .....	50



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masyarakat Indonesia sudah cukup mengenal bahwa jenis kacang-kacangan memiliki kandungan gizi dan manfaat yang baik bagi tubuh manusia. Jenis kacang-kacangan itu sendiri sangat beragam yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat antara lain kacang hijau, kacang merah dan kacang tanah. Kacang tanah merupakan jenis kacang-kacangan yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai olahan kue, makanan ataupun sayuran.

Kacang tanah mempunyai nilai ekonomi tinggi karena kandungan gizinya terutama protein dan lemak yang tinggi, namun perkembangan luas panen dan produksi kacang tanah pada tahun 2008-2012 terus mengalami penurunan. Luas rata-rata panen turun 2,28 % pertahun sedangkan rata-rata produksi turun 1,02 % per tahun. Di lain pihak kebutuhan kacang tanah terus meningkat yaitu rata-rata 900.000 ton/tahun, produksi rata-rata 771.022 ton/tahun (85,67 %) dengan volume impor rata-rata 163.745 ton/tahun (Sari dan Dewi, R., 2013).

Kacang tanah berasal dari benih kacang polong yang dijemur dan memiliki tekstur kulit cokelat tipis dan bila kulitnya dilepas maka terlihat kacang yang berwarna putih. Kacang tanah itu sendiri memiliki rasa yang manis, biasanya kacang tanah tersedia utuh dengan lapisan tipis kulitnya ataupun yang sudah dikupas, dan ada juga yang masih benar-benar utuh berkulit (Makmur, 2012). Kacang tanah kaya akan minyak, mengandung protein yang tinggi, zat besi, vitamin E dan kalsium, vitamin B kompleks dan Fosforus, vitamin A dan K, lesitin, kolin, dan kalsium. Kandungan protein dalam kacang tanah jauh lebih tinggi dari daging, telur dan kacang soya (Andaka, 2009).

Kacang tanah sering dimakan sebagai cemilan yang sudah dimasak atau dipanggang dan diberi rasa manis ataupun gurih dapat digunakan sebagai bahan masak atau sebagai perasa untuk makanan seperti permen dan juga untuk memproduksi selai kacang dan minyak. Kacang tanah dapat diekstraksi minyaknya

untuk keperluan minyak makan/goreng, minyak sayur, bahan baku dalam industri margarin dan bahan pelembut produk roti (*shortening*) (Sumarno, 2000).

Minyak merupakan salah satu kebutuhan pokok masyarakat Indonesia dalam rangka pemenuhan kebutuhan sehari-hari. Minyak yang kita konsumsi sehari-hari sangat erat kaitannya dengan kesehatan kita, yang berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, menambah nilai gizi dari kalori dalam bahan pangan seperti minyak goreng, minyak kacang tanah dan margarin (Sutiah, *et al.*, 2008). Minyak dan lemak berdasarkan sumbernya berasal dari tanaman (lemak dan minyak nabati) dan berasal dari hewan (lemak dan minyak hewani). Minyak dan lemak berperan penting bagi tubuh karena merupakan sumber energi, cita rasa serta sumber vitamin A, D, E dan K (Pranowo dan Muchalal, 2004). Minyak nabati memiliki komposisi asam lemak yang berbeda tergantung jenis tumbuhan sumber minyak tersebut.

Minyak nabati dapat diperoleh dari berbagai macam tanaman, salah satu di antaranya adalah kacang tanah, meskipun penggunaan minyak dari tanaman kacang belum dikenal secara luas (Ketaren, 1986). Minyak kacang tanah merupakan minyak nabati yang dihasilkan dari ekstraksi biji kacang tanah. Kandungan minyak yang terdapat dalam kacang tanah cukup tinggi yaitu berkisar 40-50% dan merupakan minyak nabati yang bebas kolesterol (Purwati dan Hartiwi, D., 2007). Kandungan gizi yang terdapat pada minyak kacang tanah sangat tinggi tetapi potensi untuk menjadikan minyak di Indonesia sendiri sangat rendah.

Minyak kacang tanah merupakan minyak yang lebih baik daripada minyak jagung, minyak biji kapas, minyak olive, minyak bunga matahari, untuk dijadikan *salad dressing*, dan disimpan di bawah suhu -11 °C. Hal ini disebabkan karena minyak kacang tanah jika berwujud padat berbentuk amorf, dimana lapisan padat tersebut tidak pecah sewaktu proses pembekuan (Ketaren, 1986). Minyak kacang tanah mengandung 76-82 % asam lemak tidak jenuh, yang terdiri dari 40-45 % asam oleat dan 30-35 % asam linoleat. Asam lemak jenuh sebagian besar terdiri dari asam palmitat, sedangkan kadar asam miristat sekitar 5 %. Kandungan asam linoleat yang tinggi akan menurunkan kestabilan minyak. Kestabilan minyak akan bertambah dengan cara hidrogenasi atau dengan penambahan anti-oksidan.

Minyak kacang tanah terdapat persenyawaan tokoferol yang merupakan anti-oksidan alami dan efektif dalam menghambat proses oksidasi minyak kacang tanah (Andaka, 2009).

Minyak kacang tanah yang sudah dimurnikan dapat digunakan untuk sebagai bahan pangan maupun bahan non pangan. Minyak kacang tanah dalam bidang pangan digunakan untuk minyak goreng, pembuatan margarin *mayonaise*, *salad dressing* dan mentega putih, sedangkan pada bahan non pangan minyak kacang tanah banyak digunakan dalam industri sabun, *face cream*, *shaving cream*, pencuci rambut, campuran pembuatan adrenalin dan obat asma (Woodroof, 1983). Pemilihan minyak kacang tanah pada penelitian ini karena dibandingkan dengan minyak jenis lainnya minyak kacang tanah dapat dipakai berulang-ulang untuk menggoreng bahan pangan (Ketaren, 1986). Minyak goreng merupakan medium penggoreng bahan makanan yang berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih dan menambah nilai kalori bahan pangan (Djarmiko dan Enie, A.B., 1985).

Indikator kerusakan minyak antara lain adalah angka peroksida dan asam lemak bebas. Angka peroksida menunjukkan banyaknya kandungan peroksida di dalam minyak akibat proses oksidasi dan polimerisasi. Asam lemak bebas menunjukkan sejumlah asam lemak bebas yang dikandung oleh minyak yang rusak, terutama karena peristiwa oksidasi dan hidrolisis (Ariyani, 2012). Kualitas dan Kuantitas suatu minyak ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan dan dapat menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan hidrasi gliserol akan membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein tersebut. Makin tinggi titik asap, makin baik mutu minyak tersebut. Titik asap suatu minyak tergantung dari kadar gliserol bebas. Lemak yang telah digunakan untuk menggoreng titik asapnya akan turun, karena telah terjadi hidrolisis molekul lemak. Oleh karena itu untuk menekan terjadinya hidrolisis, pemanasan lemak atau minyak sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi dari seharusnya (Winarno, 2004). Standar mutu minyak di Indonesia telah dirumuskan dan ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN). Sifat fisis

yang dapat digunakan untuk menentukan mutu suatu minyak yaitu pengukuran indeks bias.

Indeks bias merupakan derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias pada minyak dan lemak dipakai pada pengenalan unsur kimia dan untuk pengujian kemurnian minyak (Ketaren, 1986). Indeks bias juga merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya di dalam zat tersebut pada suhu tertentu (Armando, 2000). Menurut Bojan *et al.* (2007), indeks bias larutan adalah parameter karakteristik yang sangat penting dan beberapa parameter terkait seperti suhu, konsentrasi, dll, dapat diperkirakan dari itu. Indeks bias dan viskositas memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari, misalnya sebagai parameter kualitas minyak goreng dimana minyak yang memiliki kualitas paling baik yaitu minyak yang memiliki indeks bias dan viskositas yang tinggi (Sutiah *et al.*, 2008).

Menentukan panjang gelombang cahaya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu metode difraksi menggunakan kisi difraksi dan interferensi (Minarni *et al.*, 2013). Fenomena difraksi tidak lepas dengan fenomena interferensi, karena pola-pola yang terbentuk pada layar adalah pola yang terjadi akibat interferensi destruktif maupun konstruktif, sehingga menghasilkan daerah yang gelap dan daerah yang terang (Guswantoro, 2010). Difraksi merupakan suatu peristiwa pembelokan gelombang, baik gelombang mekanik ataupun gelombang elektromagnetik setelah melewati penghalang. Difraksi diklasifikasikan menjadi dua yaitu difraksi Fresnel dan difraksi Fraunhofer. Pada difraksi Fresnel disebut sebagai difraksi medan dekat karena sumber cahaya atau layar pengamatan terletak pada jarak yang dekat dengan celah difraksi. Difraksi Fraunhofer merupakan difraksi medan jauh yang dimana sumber cahaya dan layar pengamatan terletak jauh dari objek (celah difraksi) (Garg *et al.*, 2012).

Difraksi dapat ditentukan oleh panjang gelombang dan lebar celah atau besarnya penghalang. Gelombang yang frekuensinya kecil dan panjang gelombangnya besar lebih mudah terdifraksi daripada gelombang dengan panjang gelombang pendek. Jika gelombang mengenai penghalang besar, efek difraksi akan lebih tampak. Difraksi yang dihasilkan dari celah tertentu dan geometri sederhana



dalam keadaan khusus dinamakan dengan difraksi fraunhofer. Pada difraksi ini sinar datang dianggap sejajar, dan pola difraksi diamati pada jarak cukup jauh, sehingga sinar yang diterima secara efektif sinar terdifraksi secara sejajar, dengan menggunakan lensa yang sinar terdifraksinya difokuskan dalam arah sama ke posisi sama pada layar, dimana kondisi ini dapat disempurnakan (Alfa, 2013). Pola gelap terang atau distribusi intensitas yang dihasilkan oleh difraksi Fraunhofer pada layar lebih jelas dan lebih mudah untuk dianalisis dibandingkan dengan difraksi Fresnel. Difraksi Fraunhofer terjadi ketika sumber cahaya dan layar terletak jauh dari celah difraksi, sehingga gelombang datang yang melewati celah merupakan sinar dalam arah sejajar (Serway dan Vuille, 2012).

Penelitian tentang indeks bias pada penelitian sebelumnya antara lain Supriadi, *et.al.* (2014) mengukur indeks bias minyak kelapa sawit menggunakan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal. Inna (2009) mengukur indeks bias minyak wijen menggunakan difraksi Fraunhofer celah ganda. Susanti (2013) menentukan konsentrasi larutan metanol menggunakan sinar laser helium neon metode difraksi celah banyak. Sugito *et.al.* (2005) menggunakan metode pengukuran panjang gelombang cahaya dengan celah banyak untuk menghasilkan pengukuran panjang gelombang dengan ralat yang lebih kecil dan diperoleh analisis pola-pola interferensi cahaya tampak. Handayani (2014) menganalisis pola interferensi celah banyak untuk menentukan panjang gelombang laser He-Ne dan laser dioda.

Pengukuran hubungan indeks bias dan konstanta dielektrik minyak kedelai dengan variasi suhu pernah dilakukan oleh Nuril (2015). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa nilai konstanta dielektrik mengalami peningkatan suhu minyak kedelai, dan perubahan suhu tersebut mempengaruhi nilai indeks bias karena nilai bias minyak kedelai mengalami penurunan seiring dengan peningkatan suhu. Berdasarkan hal tersebut peneliti ingin menganalisis perbandingan indeks bias minyak kacang tanah dengan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal, celah ganda, dan celah banyak. Alasan menggunakan metode difraksi fraunhofer celah tunggal, celah ganda, dan celah banyak yaitu operasinya lebih sederhana dengan memanfaatkan berkas cahaya, khususnya memanfaatkan fenomena difraksi dan

interferensi cahaya untuk mengidentifikasi nilai indeks bias dua merk minyak kacang tanah dengan metode difraksi Fraunhofer penggunaan ketiga celah tersebut. Difraksi Fraunhofer juga memiliki ciri khas yaitu sinar-sinar yang datang sejajar dan pola difraksi diamati pada jarak yang cukup jauh sehingga secara efektif yang diterima adalah sinar-sinar terdifraksi yang sejajar. Selain itu bahan uji atau minyak yang digunakan sebagai sample tidak akan mengalami perubahan komponen di dalamnya akibat adanya sentuhan dengan bahan ataupun alat ukur lainnya. Difraksi Fraunhofer terjadi apabila jarak antara celah dengan sumber dan layar cukup jauh, celah yang digunakan adalah celah sempit (Sarojo, 2011). Peristiwa difraksi Fraunhofer cukup mudah dijelaskan karena frinji yang terbentuk dianggap paralel. Ketika sinar laser mengenai celah tunggal pada difraksi Fraunhofer maka akan terjadi pembelokan sehingga terjadi superposisi gelombang yang akan mengakibatkan munculnya pola gelap terang (frinji). Sedangkan pada celah ganda dan celah banyak, frinji yang terbentuk pada masing-masing orde masih terpecah lagi menjadi pola gelap terang (Kumar dan Jolly, 2008).

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang dapat dikemukakan dalam penelitian ini yaitu bagaimana identifikasi nilai indeks bias minyak kacang tanah dengan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal, celah ganda, dan celah banyak jika dibandingkan dengan referensi yang ada?

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser He-Ne (632,8 mm)
2. Minyak kacang tanah yang diteliti terdiri dari dua merk

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan nilai indeks bias dari dua merk minyak kacang tanah berdasarkan hasil pengukuran indeks bias penggunaan celah difraksi Fraunhofer.



### 1.5 Manfaat Penelitian

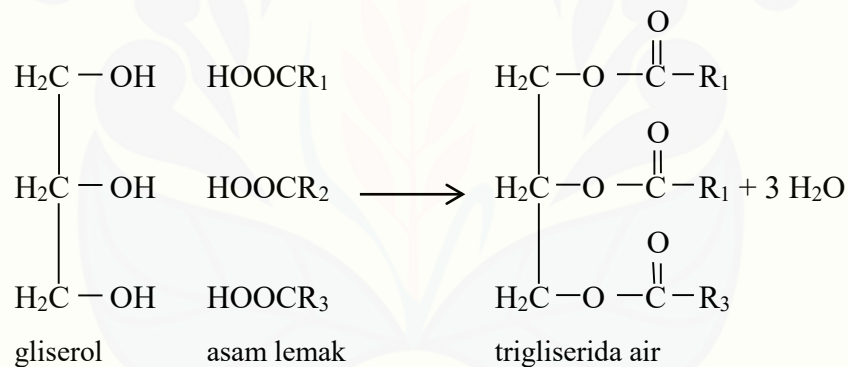
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu referensi untuk mengetahui pengaruh nilai pengukuran indeks bias minyak kacang tanah dengan menggunakan metode difraksi Fraunhofer baik pada celah tunggal, celah ganda, dan celah banyak.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Minyak dan Lemak

Minyak merupakan ester dari molekul trigliserida yang merupakan hasil kondensasi satu molekul gliserol dan tiga asam lemak dengan melepaskan tiga molekul air. Trigliserida yang terkandung dalam minyak merupakan campuran berbagai macam asam lemak dan kecil kemungkinan yang sejenis. Berdasarkan jenis ikatannya, asam lemak dikelompokkan menjadi dua, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh yaitu asam lemak yang semua ikatan atom karbon pada rantai karbonnya berupa ikatan tunggal (jenuh), sedangkan asam lemak tak jenuh, yaitu asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya (Fessenden dan Fessenden, 1986).



Gambar 2.1 Ikatan kimia antara 1 molekul gliserol dan 3 asam lemak yang melepaskan 3 molekul air (Sumber: Fessenden dan Fessenden, 1986)

Minyak dan lemak merupakan salah satu jenis lipid netral. Minyak dan lemak yang digunakan sebagai bahan pangan dibagi menjadi dua golongan, yaitu lemak yang siap dikonsumsi tanpa dimasak (misalnya mentega) dan lemak yang dimasak bersama bahan pangan atau dijadikan sebagai medium penghantar panas dalam memasak bahan pangan (misalnya minyak goreng). Minyak dan lemak yang dapat dimakan (*edible fat*), dihasilkan oleh alam yang dapat bersumber dari bahan nabati atau hewani. Minyak dan lemak (trigliserida) yang dihasilkan dari berbagai sumber mempunyai sifat fisika-kimia yang berbeda satu sama lain karena

perbedaan jumlah dan jenis ester yang terdapat didalamnya (Pranowo dan Muchalal, 2004).

Minyak dan lemak tidak berbeda dalam bentuk umum trigliseridanya dan hanya berbeda dalam bentuk (wujud), disebut minyak jika berbentuk cair pada suhu kamar dan disebut lemak jika berbentuk padat pada suhu kamar. Klasifikasi minyak nabati berdasarkan sifat fisiknya (sifat mengering dan sifat cair) dapat dilihat pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi sifat fisik minyak nabati

No	Kelompok Lemak	Jenis Lemak/ Minyak
1.	Lemak (berwujud padat)	Lemak biji cokelat, inti sawit, cohune, babassu, tengkawang, <i>nutmeg butter</i> , <i>mowwah butter</i> dan <i>shea butter</i>
2.	Minyak (berwujud cair)	Minyak zaitun, kelapa, inti zaitun, kacang tanah, almond, inti alpukat, inti plum, jarak rape dan <i>mustard</i> .
	a. Tidak mengering ( <i>non drying oil</i> )	
	b. Setengah mengering ( <i>semi drying oil</i> )	Minyak dari biji kapas, kapok, jagung, gandum, biji bunga matahari, eroton dan urgen.
	c. Mengering ( <i>drying oil</i> )	Minyak kacang kedelai, <i>sunflower</i> , <i>argemone</i> , <i>walnut</i> , biji poppy, biji karet, penilla, <i>lin seed</i> dan <i>candle nut</i> .

Sumber: Ketaren (1986)

## 2.2 Minyak Kacang Tanah

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea*, L.) termasuk jenis spesies *Arachis Hypogea* L, genus *Arachis*, sub famili *Leguminosae*, famili *Papilioidae*, dan ordo Polypetales (Woodroof, 1983). Kacang tanah berasal dari Amerika Latin dan berkembang ke negara-negara Asia seperti India, Filipina, Jepang dan Indonesia. Pertumbuhan tanaman kacang tanah dari berbunga sampai berbuah dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Kacang tanah mempunyai nilai ekonomi tinggi karena kandungan gizinya terutama protein dan lemak yang tinggi, namun perkembangan luas panen dan produksi kacang tanah selama kurun waktu 5 tahun terakhir (2008-2012) terus mengalami penurunan. Luas rata-rata panen turun 2,28 % pertahun sedangkan rata-rata produksi turun 1,02 % per tahun. Di lain pihak kebutuhan kacang tanah terus meningkat yaitu rata-rata 900.000 ton/tahun, produksi rata-rata

771.022 ton/tahun (85,67 %) dengan volume impor rata-rata 163.745 ton/tahun (Sari dan Dewi, R., 2013).

Kacang Tanah memiliki daun kecil berbentuk oval berwarna hijau, bunga berwarna kuning dengan buah berkulit keras dengan warna coklat serta memiliki serat di permukaannya. Buah tersebut apabila dibuka akan terdapat biji kacang tanah yang berwarna coklat muda pada kulit bijinya dan bila kulit bijinya dikupas akan terlihat biji kacang berwarna putih (Hartanti, 2015). Jumlah bunga maksimum dicapai pada umur 6-8 minggu setelah pembungaan, sedangkan tanaman siap dipanen setelah 8-10 minggu setelah proses pembungaan. Polong kacang tanah yang cukup tua mempunyai ukuran panjang 1,25cm-7,50cm dan berbentuk silinder. Setiap polong kacang tanah terdiri dari kulit (shell) 21-29 persen daging biji (kernel). Kadar nitrogen kacang tanah berjumlah 9,1 persen dimana 8,74 persennya terdiri dari fraksi albumen, gluten dan globulin (Ketaren, 1986).

Kacang tanah mengandung minyak sekitar 40-50 % dan merupakan salah satu bahan pangan sumber minyak. Sebagian besar dari minyak terkandung dalam kutiledon, dan beberapa dalam lembaga dan sejumlah kecil terdapat dalam kulit air. Komposisi kimia dari kacang tanah bervariasi tergantung pada varietas, tipe kacang tanah, daerah tumbuh, pemeliharaan, lingkungan penyimpanan dan faktor-faktor lain dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Komposisi kimia biji kacang tanah

Komposisi	Kisaran (%)	Rata-rata (%)
Kadar air	3,9 – 13,2	4,6 - 6,0
Protein	21,0 – 36,4	28,5
Minyak	35,8 – 54,2	47,5
Serat kasar	1,2 – 4,3	2,8
Nitrogen	6,0 – 24,9	13,3
Abu	1,9 – 5,2	2,9
Gula reduksi	0,1 – 0,3	0,2
Gula disakarida	1,9 – 5,2	4,4

Sumber: Woodroof (1983) Standar kacang tanah yang terdapat di Indonesia

Minyak kacang tanah sebagian besar mempunyai komposisi trigliserida dan sebagian kecil digliserida dan monogliserida. Kadar asam lemak tidak jenuh 80%

dihitung dari total asam lemak yang dikandungnya, sedang asam lemak jenuh adalah 20%. Asam lemak yang paling dominan adalah asam oleat dan asam linoleat, yang merupakan asam lemak tidak jenuh. Komposisinya dapat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Komposisi asam lemak minyak kacang tanah

Asam lemak	Jumlah
<b>asam lemak tidak jenuh</b>	
asam linoleat	33,3 %
asam oleat	42,3 %
asam heksa dekanat	2,4 %
<b>Asam lemak jenuh</b>	
asam palmitat	11,4 %
asam stearat	2,8 %
asam miristat	0,4 %
asam behenat	7,3 %

Sumber: Rohaeti, *et al.* (2010).

Minyak kacang tanah merupakan minyak yang lebih baik daripada minyak jagung, minyak biji kapas, minyak olive, minyak bunga matahari, untuk dijadikan *salad dressing*, dan disimpan di bawah suhu  $-11^{\circ}\text{C}$ . Hal ini disebabkan karena minyak kacang tanah jika berwujud padat berbentuk amorf, dimana lapisan padat tersebut tidak pecah sewaktu proses pembekuan. Minyak kacang tanah yang didinginkan pada suhu  $-6,6^{\circ}\text{C}$ , akan menghasilkan sejumlah besar trigliserida padat (Ketaren, 1986).

Berdasarkan *flow test*, maka fase padat terbentuk dengan sempurna pada suhu  $-6,6^{\circ}\text{C}$ . Sifat fisika-kimia minyak kacang tanah sebelum dan sesudah dimurnikan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Sifat fisika-kimia minyak kacang tanah sebelum dan sesudah dimurnikan

Karakteristik	Sebelum dimurnikan		Sesudah Dimurnikan bermacam-macam varietas
	tipe virginia	tipe spanis	
Bilangan Iod	94,8	90,1	90,0 - 94,0
Bilangan penyabunan	187,8	188,2	186,0 - 192,0
Bilangan polenske	0,29	0,12	0,2 - 0,7
Bilangan reichert-Meissl	0,21	0,27	0,1 - 1,0
Bilangan asetil	9,5	8,7	9,0 - 9,1
Titer ( $^{\circ}\text{C}$ )	-	-	28 - 30



Karakteristik	Sebelum dimurnikan		Sesudah Dimurnikan bermacam-macam varietas
	tipe virginia	tipe spanis	
Titik cair	-	-	-5,5 - 2,2
Titik asap	-	-	226,6
Indeks bias 60 <sup>0</sup> C	-	-	1,4558
bobot jenis	0,9136	0,9148	0,910 - 0,915

Sumber: Ketaren (1986).

### 2.2.1 Manfaat Kacang Tanah

Kacang tanah yang sudah dimurnikan dapat digunakan untuk sebagai bahan pangan maupun bahan non pangan. Kacang tanah dalam bidang pangan digunakan untuk minyak goreng, pembuatan margarin mayonaise, *salad dressing* dan mentega putih, sedangkan pada bahan non pangan minyak kacang tanah banyak digunakan dalam industri sabun, *face cream*, *shaving cream*, pencuci rambut, campuran pembuatan adrenalin dan obat asma (Andaka, 2009).

Kandungan yang terdapat dalam minyak kacang tanah yang sangat dibutuhkan oleh tubuh salah satunya adalah Vitamin E. Vitamin E adalah antioksidan yang melindungi ketahanan tubuh dari penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas. Radikal-radikal bebas merupakan hasil dari lingkungan sekitar yang tak terlindungi seperti asap rokok dan sinar matahari secara langsung. Mereka dapat menyebabkan merusakkan sel-sel dalam tubuh. Radikal bebas juga dapat menyebabkan kanker, penyakit hati dan dan masalah-masalah kesehatan lainnya. Vitamin E diperlukan sekali untuk kesehatan. Setiap sel dalam tubuh memerlukan vitamin E, misalnya perlindungan untuk sel-sel darah, sistem saraf, jaringan otot dan mengurangi merusakkan retina dalam mata kita. Selain itu vitamin E merupakan salah satu vitamin yang larut dalam lemak dan tidak larut dalam air yang berfungsi untuk memperlambat proses penuaan kulit, menghaluskan kulit, mencegah pendarahan pada wanita hamil (fertilitas) dan mencegah keguguran, mengurangi pendarahan pada saat haid, menyembuhkan penyakit lemah syahwat, mencegah pengendapan kolesterol dalam darah dan mencegah penyakit jantung koroner (Thoha, 2008).

### 2.2.2 Nilai Gizi Minyak Kacang Tanah

Minyak kacang tanah kaya dengan lemak, mengandung protein yang tinggi, zat besi, vitamin E dan kalsium, vitamin B kompleks dan fosforus, vitamin A dan K, lesitin, kolin dan kalsium. Kandungan protein dalam kacang tanah adalah jauh lebih tinggi dari daging, telur dan kacang soya. Mengonsumsi satu ons kacang tanah lima kali seminggu dilaporkan dapat mencegah penyakit jantung. Kacang tanah mengandung omega 3 yang merupakan lemak tak jenuh ganda dan omega 9 yang merupakan lemak tak jenuh tunggal. Dalam 1 ons kacang tanah terdapat 18 gram omega 3 dan 17 gram omega 9 (Purwati & Diastuti, H., 2007).

### 2.3 Laser He-Ne

Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) merupakan penguatan cahaya dengan rangsangan pancaran radiasi yang terus menerus. Ada beberapa ciri laser yang membedakan dengan cahaya biasa, yaitu hanya memancar pada satu arah saja (terpolarisasi linier), memiliki intensitas yang tinggi, kemonokromatisasi yang hampir sempurna dan memiliki tingkat koherensi yang tinggi (Burnie, 2000).

Bahan yang digunakan dalam laser dapat berupa gas, benda padat dan cairan (kimia). Salah satu contoh laser yang menggunakan gas adalah laser Helium-Neon. Laser helium neon terdiri dari campuran gas sekitar 5 bagian helium untuk setiap bagian dari neon, pada tekanan sekitar 3 Torr. Pemompaan terjadi karena debit cahaya diletakkan di atas pada tabung yang dimana energi ditransfer dengan cepat ke atom neon netral yang memiliki tingkat energi, transisi laser berlangsung pada panjang gelombang 632,8 nm. Nilai fluktuasi yang sangat besar, ini disebabkan oleh osilasi dari inversi populasi dinormalisasi. Laser He-Ne bersifat kontinu dan stabil (Arkundato, 2007).

### 2.4 Indeks Bias

Indeks bias merupakan perbandingan (rasio) antara kelajuan cahaya di ruang hampa terhadap kelajuan cahaya di dalam bahan. Nilai indeks bias dapat dilihat pada tabel 2.5



Tabel 2.5 Nilai indeks bias zat cair

Medium	n
Udara hampa	1,000
Udara pada STP	1,0003
Karbondioksida	1,00045
Helium	1,000036
Hidrogen	1,000132
Air	1,333
Es	1,31
Alkohol	1,36
Etil	1,48
Gliserol	1,50
Benzena	1,46
Kaca	1,52

Sumber: Ketaren (1986).

Cepat rambat gelombang cahaya di ruang hampa sebesar  $c$ . Jika melalui suatu medium maka cahaya tersebut akan mengalami perubahan kelajuan menjadi  $v$ , dimana besarnya  $v$  lebih kecil dibandingkan cepat rambat cahaya di ruang hampa ( $c$ ).

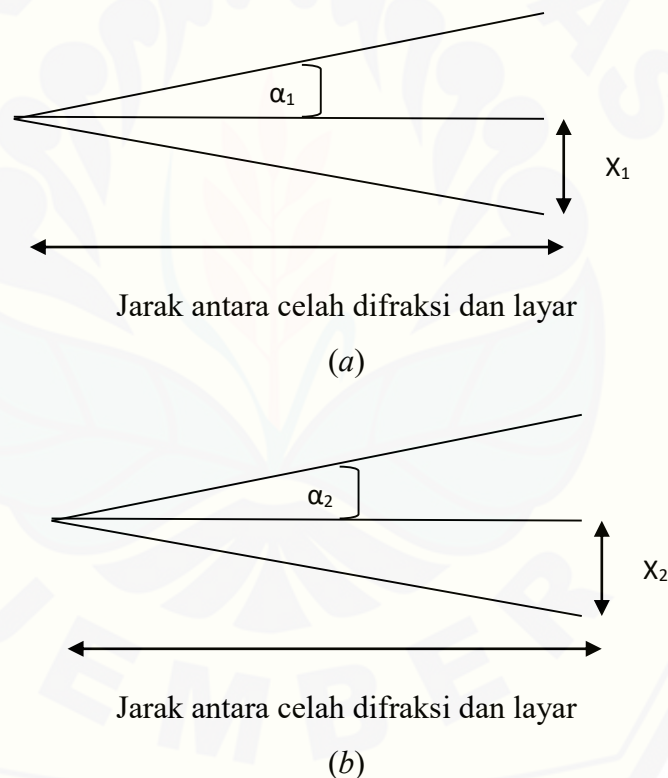
$$n = \frac{c}{v} \quad (2.1)$$

Ketika cahaya merambat di dalam suatu bahan, kelajuannya akan turun sebesar suatu faktor yang ditentukan oleh karakteristik bahan yang dinamakan indeks bias ( $n$ ) seperti dituliskan dalam persamaan 2.1. ( Halliday, 1978).

Indeks bias juga dapat dinyatakan sebagai derajat penyimpangan dari cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang cerah. Indeks bias tersebut pada minyak dan lemak dipakai pada pengenalan unsur kimia dan untuk pengujian kemurnian minyak. Indeks bias dari suatu zat merupakan perbandingan dari sinus sudut sinar jatuh dan sinus sudut sinar pantul dari cahaya yang melalui suatu zat. Refraksi atas pembiasan ini disebabkan adanya interaksi gaya elektrostatik dan gaya elektromagnetik dari atom-atom di dalam molekul cairan. Pengujian indeks bias dapat digunakan untuk menentukan kemurnian minyak dan dapat menentukan dengan cepat terjadinya hidrogenasi katalis (*catalys hydrogenation*). Semakin panjang rantai karbon dan semakin banyak ikatan rangkap, indeks bias bertambah besar. Indeks bias juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kadar asam lemak

bebas, proses oksidasi dan suhu. Nilai indeks bias suatu jenis minyak dipengaruhi oleh suhu yaitu pada suhu yang lebih tinggi indeks bias semakin kecil (Ketaren, 1986).

Indeks bias identik dengan kerapatan suatu medium. Semakin rapat suatu medium maka indeks biasnya semakin besar. Setiap benda mempunyai besar indeks bias yang berbeda-beda. Perubahan indeks bias udara akan mempengaruhi besarnya perubahan panjang gelombang cahaya atau pola frinji yang akan dilewati pada medium tersebut. Pola frinji antara terang pusat ke terang pertama difraksi berkas sinar laser pada medium udara dan air dapat dijelaskan oleh gambar 2.2 dan persamaan 2.2 sampai 2.9.



Gambar 2.2 Skema difraksi berkas sinar laser pada medium udara dan air; (a) berkas laser pada medium udara; (b) berkas laser pada medium air (Sumber: Ketaren, 1986)

Persamaan yang menjelaskan tentang pola frinji antara terang pusat ke terang pertama difraksi berkas sinar laser pada medium udara dan air sebagai berikut;

$$d \sin \alpha_1 = \lambda_1 \quad (2.2)$$

$$d \sin \alpha_2 = \lambda_2 \quad (2.3)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{x_1}{l} \quad (2.4)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{x_2}{l} \quad (2.5)$$

$$\lambda_1 = \frac{d x_1}{l} \quad (2.6)$$

$$\lambda_2 = \frac{d x_2}{l} \quad (2.7)$$

Keterangan  $d$  = jarak antar sumber / celah (mm)

$\alpha$  = Sudut difraksi ( $^\circ$ )

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

$x_1$  = Simpangan dari terang pusat ke terang pertama di udara (nm)

$x_2$  = Simpangan dari terang pusat ke terang pertama di air (nm)

$l$  = Jarak dari celah ganda ke layar (cm)

Nilai indeks bias air terhadap udara

$$n = \frac{v_p}{v_w} \quad (2.8)$$

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

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

$f$  = frekuensi gelombang/sinar

Maka untuk nilai indeks bias medium terhadap udara yaitu

$$n = \frac{v_p}{v_w} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{x_1}{x_2} \quad (2.9)$$

(Bojan, *et al.*, 2007).

## 2.5 Difraksi Fraunhofer

Difraksi adalah gejala penyebaran arah yang dialami seberkas gelombang ketika menjalar melalui suatu celah sempit atau tepi tajam sebuah benda. Pola yang keluar dari susunan celah-celah penghalang (*obstruction*) dapat membentuk pola terang gelap secara bergantian. Menurut prinsip Huygens tiap bagian celah berlaku sebagai sebuah sumber gelombang, dengan demikian cahaya dari satu bagian celah dapat berinterferensi dengan cahaya dari bagian yang lain dan intensitas resultannya pada layar bergantung pada arah  $\theta$  yang dirumuskan sebagai berikut:

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

dengan  $I_0$  adalah intensitas cahaya awal dan  $\beta$  beda fase yang besarnya adalah  $\beta = (\pi d/\lambda) \sin \theta$ . Agar mendapatkan pola interferensi cahaya pada layar maka harus digunakan dua sumber cahaya yang koheren (cahaya dengan beda fase tetap). Hal ini bersesuaian dengan prinsip Huygens dimana semakin kecil halangan, penyebaran gelombang semakin besar. Difraksi berbeda adanya dengan interferensi gelombang. Pada interferensi, distribusi intensitas untuk maksimum sama besar. Tetapi pada difraksi distribusi intensitas tidak sama, artinya makin jauh makin kecil intensitasnya (Ganijayanti, 2010). Percobaan Young menggunakan satu sumber cahaya tetapi dipisahkan menjadi dua bagian yang koheren, sedangkan percobaan Fresnel menggunakan dua sumber koheren, sehingga pada layar terjadi pola-pola terang (interferensi konstruktif=maksimum) dan gelap (interferensi destruktif=minimum). Pembelokan gelombang yang disebabkan oleh adanya penghalang berupa celah disebut difraksi gelombang. Sama halnya dengan gelombang, cahaya yang dilewatkan pada sebuah celah sempit juga akan mengalami lenturan. Difraksi cahaya terjadi juga pada celah sempit yang terpisah sejajar satu sama lain pada jarak yang sama. Celah sempit yang demikian disebut kisi difraksi. Semakin banyak celah pada sebuah kisi, semakin tajam pola difraksi yang dihasilkan pada layar (Lipson, 2009).

Difraksi Fraunhofer merupakan jenis difraksi medan jauh dimana sumber cahaya dan layar pengamatan terletak jauh dari objek (celah difraksi). Difraksi Fraunhofer umumnya dilengkapi dengan lensa cembung yang berfungsi untuk memfokuskan cahaya datang dari sumber yang jaraknya sangat jauh. Berkas cahaya tersebut terlebih dahulu difokuskan dengan menggunakan sebuah lensa cembung yang telah diatur agar fokus lensa tepat berada pada celah pertama sehingga berkas cahaya dapat menjadi sumber cahaya baru yang akan didifraksikan. Difraksi Fraunhofer terjadi jika gelombang medan melalui celah atau kisi mengalami perubahan hanya pada ukuran pola yang teramati pada daerah yang jauh. Gelombang-gelombang cahaya yang keluar dari celah atau kisi pada difraksi fraunhofer hampir sejajar sehingga disebut difraksi medan jauh (Alfa *et al.*, 2013).

## 2.6 Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal

Sebuah celah tunggal disinari akan menghasilkan pola difraksi pada layar yang diletakkan di belakangnya. Bentuk pola akan sama dengan celahnya (segi empat panjang), yaitu daerah-daerah terang dan gelap berbentuk segi empat panjang. Pola ini disebut frinji yang berupa pita terang dan gelap. Pola difraksi yang terjadi dapat diterangkan karena gelombang sekunder yang keluar dari celah yang dipancarkan oleh setiap titik pada celah yang merupakan muka gelombang ke segala arah, maka dari titik-titik tersebut ada berkas cahaya yang sejajar yang arahnya berlainan. Untuk menyatukan berkas sejajar dari setiap arah, maka tepat dibelakang celah dipasang lensa positif, sehingga terjadi titik bayangan pada layar yang diletakkan pada titik fokus lensa (Sarojo, 2011).

Pada difraksi cahaya, gelombang yang muncul setelah melalui celah akan berinterferensi dan membentuk pola gelap terang yang dapat diamati pada layar pengamatan. Setiap bagian yang sangat kecil dari celah sempit pada fenomena difraksi bertindak sebagai sumber penghalang. Interferensi konstruktif terjadi di titik-titik dimana selisih lintasan adalah kelipatan bilangan bulat dari panjang gelombang ( $p\lambda$ ), sehingga gelombang cahaya resultannya memiliki intensitas maksimum. Interferensi destruktif terjadi di titik-titik dimana selisih lintasan adalah kelipatan setengah bilangan bulat dari panjang gelombang ( $p+\frac{1}{2}$ ), sehingga gelombang cahaya resultan memiliki intensitas minimum (Young *et al.*, 2003).

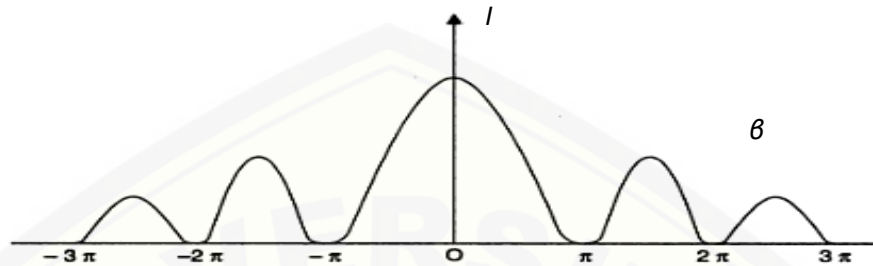
Celah tunggal dapat dianggap terdiri dari beberapa celah sempit yang dibatasi titik-titik dan setiap celah itu merupakan sumber cahaya sehingga satu sama lainnya dapat berinterferensi. Intensitas pita-pita terang mencapai maksimum pada pita pusat dan pita-pita lainnya yang terletak dikiri dan kanan pita pusat. Intensitas pita berkurang untuk warna yang sama bila pitanya jauh dari pita pusat. Daerah gelap (intensitas minimum) yang terjadi setelah terang pusat diperoleh ketika bila selisih lintasan dari cahaya yang keluar dari dua celah kisi yang berurutan memenuhi persamaan 2.11. Pola difraksi karena celah tunggal menghasilkan intensitas cahaya atau gelombang amplitudo yang semakin melemah, seperti ditunjukkan pada gambar 2.3, untuk difraksi Fraunhofer celah tunggal berlaku syarat minimum dan syarat maksimum yaitu



$$b \sin \alpha = p\lambda \text{ adalah syarat minimum, } p = 1, 2, 3, \dots \quad (2.11)$$

$$b \sin \alpha = \left(p + \frac{1}{2}\right)\lambda \text{ adalah syarat maksimum, } p \neq 0, p = 1, 2, 3, \dots \quad (2.12)$$

(Halliday, 1978).



Gambar 2.3 Skema distribusi intensitas pada pola difraksi fraunhofer celah tunggal

(Sumber: Halliday, 1978)

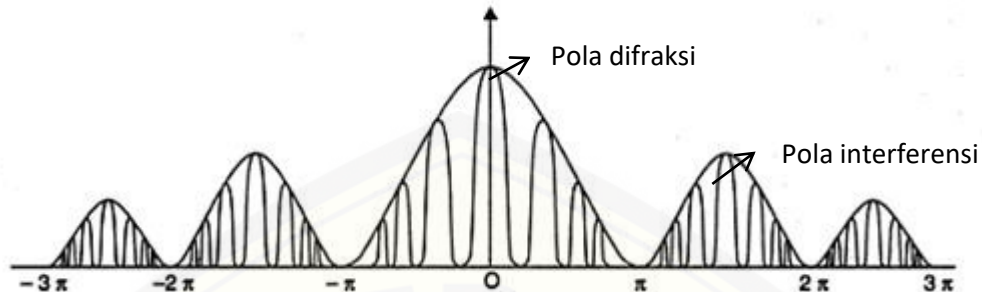
## 2.7 Difraksi Fraunhofer Celah Ganda

Pada mekanika kuantum, eksperimen celah ganda yang dilakukan oleh Thomas Young yang menunjukkan sifat yang tidak terpisahkan dari cahaya sebagai gelombang dan partikel. Sebuah sumber cahaya koheren yang menyinari bidang halangan dengan dua celah akan membentuk pola interferensi gelombang berupa pita cahaya yang terang dan gelap pada bidang pengamatan (Guswantoro, 2010).

Kedua celah pada difraksi Fraunhofer sejajar, identik berjarak  $d$ . Masing-masing celah akan menghasilkan pola difraksi seperti terlihat pada gambar 2.3, karena itu intensitas pola difraksi diperkuat. Gelombang dari kedua celah ini akan berinterferensi juga. Sehingga pada difraksi Fraunhofer celah ganda terjadi gabungan interferensi dan difraksi. Persamaan 2.12 merupakan syarat agar terjadi intensitas maksimum pada pola interferensi. Pola difraksi celah ganda berbeda dengan pola difraksi celah tunggal, yaitu menyempitnya pita terang dan pita maksimumnya lebih terang, seperti ditunjukkan oleh gambar 2.4. Dari difraksi celah tunggal diperoleh syarat minimum pada persamaan 2.11 dan dari interferensi celah ganda diperoleh syarat maksimum pada persamaan 2.12. Oleh karena itu  $d$  lebih besar dari  $b$  maka dari kedua persamaan tersebut berarti  $\sin \alpha > \sin \theta$ , dan sudut  $\alpha > \theta$ , artinya lebar sudut pola difraksi lebih besar daripada lebar sudut pola



interferensi, atau jarak-jarak minimum dari interferensi lebih kecil daripada jarak-jarak minimum dari difraksi (Sarojo, 2011).



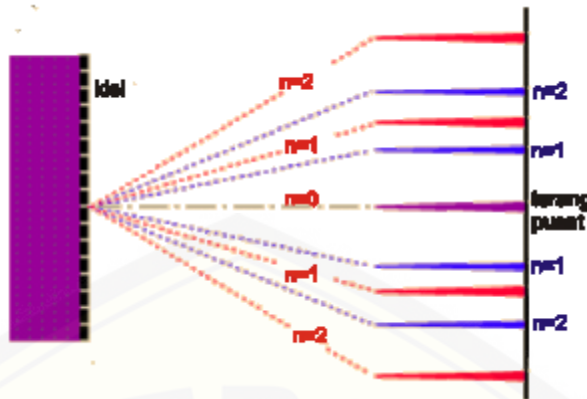
Gambar 2.4 Skema pola difraksi celah rangkap (Sumber: Sarojo, 2011)

Pola intensitas gelombang interferensi semua titik terang mempunyai amplitudo yang sama. Pola intensitas pada difraksi mempunyai amplitudo yang makin lama makin lemah. Kombinasi dari kedua amplitudo ini menghasilkan pola campuran antara difraksi dan interferensi. Terjadi gabungan antara difraksi celah dengan interferensi dari kedua buah celah. Interferensi masuk dalam pola difraksi sehingga pada suatu tempat terdapat pola interferensi maksimum yang tidak terlihat disebut orde yang hilang (*missing orde's*) (Tjia, 1994).

## 2.8 Difraksi Fraunhofer Celah Banyak (Kisi Difraksi/celah majemuk)

Menurut Sarojo (2011) menjelaskan bahwa kisi difraksi merupakan suatu piranti untuk menganalisis sumber cahaya, seperti ditunjukkan oleh gambar 2.5. Suatu kisi dapat dibuat dengan cara memotong garis-garis paralel di atas permukaan plat gelas dengan mesin terukur berpresisi tinggi. Celah diantara goresan-goresan adalah transparan terhadap cahaya dan karena itu bertindak sebagai celah-celah yang terpisah. Sebuah kisi dapat mempunyai ribuan garis per sentimeter. Dari data banyaknya garis per sentimeter kita dapat menentukan jarak antar celah atau yang disebut dengan tetapan kisi ( $d$ ), jika terdapat  $N$  garis per satuan panjang, maka tetapan kisi  $d$  adalah kebalikan dari  $N$ , yaitu:

$$d=1/N \quad (2.13)$$



Gambar 2.5 Skema difraksi oleh kisi (Sumber: Saroyo, 2011)

Jika berkas cahaya monokromatis dijatuhkan pada sebuah kisi, sebagian akan diteruskan sedangkan sebagian lagi akan dibelokkan. Akibat pelenturan tersebut, apabila kita melihat suatu sumber cahaya monokromatis dengan perantara sebuah kisi, akan tampak suatu pola difraksi berupa pita-pita terang. Intensitas pita-pita terang mencapai maksimum pada pita pusat dan pita-pita lainnya yang terletak dikiri dan kanan pita pusat. Intensitas pita berkurang untuk warna yang sama bila pitanya jauh dari pita pusat. Pita-pita terang terjadi bila selisih lintasan dari cahaya yang keluar dari dua celah kisi yang berurutan memenuhi persamaan :

$$m\lambda = d \sin \theta \text{ atau } d \frac{Y}{L} = m\lambda \quad (2.14)$$

dimana:  $m$  = orde pola difraksi (0,1,2,...)

$d$  = jarak antara dua garis kisi ( konstanta kisi)

$\lambda$  = panjang gelombang cahaya yang digunakan

$\theta$  = sudut lenturan (difraksi)

$Y$  = jarak terang pusat dengan orde ke-n

$L$  = jarak layar ke kisi difraksi

Apabila cahaya yang digunakan berupa cahaya polikromatis, kita akan melihat suatu spectrum warna. Spektrum yang paling jelas terlihat adalah spektrum dari orde pertama ( $m = 1$ ) (Young, 2003).

Jika semakin banyak celah pada kisi yang memiliki lebar sama, maka semakin tajam pola difraksi dihasilkan pada layar. Demikian pula untuk mendapatkan pola

difraksi minimumnya, yaitu garis-garis gelap. Bentuk persamaannya sama dengan pola interferensi minimum dua celah yaitu:

$$d \sin \theta = (m + \frac{1}{2}) \lambda \quad (2.15)$$

$$\sin \theta = \frac{(m + \frac{1}{2}) \lambda}{d} \quad (2.16)$$

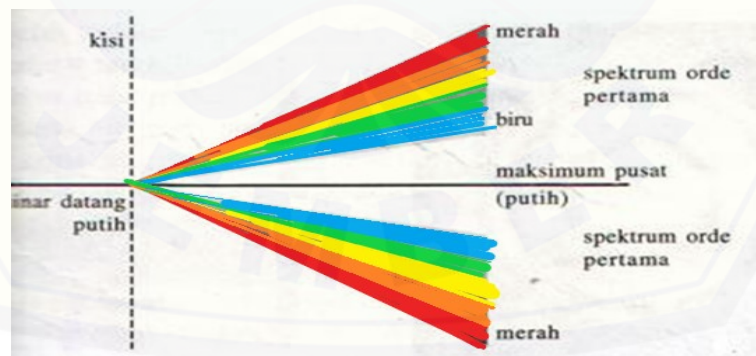
Apabila sinar yang digunakan polikromatis maka terjadilah garis spektrum yang letaknya satu sama lain berdampingan dengan warna yang bermacam-macam tergantung pada panjang gelombangnya. Dengan menggunakan metode triangulasi maka besarnya dapat diperoleh dengan mengukur jarak kisi ke layar dan jarak antara garis spektrum dan terang utama. Apabila jarak antara kisi telah diketahui maka dapat ditentukan pula,

$$\sin \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}} \quad (2.17)$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$\lambda = d \frac{x}{m \sqrt{x^2 + a^2}} \quad (2.18)$$

Jika pada difraksi digunakan cahaya putih atau cahaya polikromatik, pada layar seperti yang ditunjukkan oleh gambar 2.6 akan tampak spektrum warna dengan terang pusat berupa warna putih



Gambar 2.6 Difraksi cahaya putih menghasilkan pola berupa pita-pita spectrum (Sumber: Giancoli, 1998)

Cahaya merah dengan panjang gelombang terbesar mengalami lenturan atau pembelokan paling besar. Cahaya ungu mengalami lenturan terkecil karena panjang

gelombang cahaya atau ungu terkecil. Setiap orde difraksi menunjukkan spektrum warna (Giancoli, 1998).



### BAB 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian “Identifikasi Indeks Bias Minyak Kacang Tanah Dengan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda, dan Celah Banyak” mencakup waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, rancangan penelitian, tahap persiapan, proses pengambilan data dan analisa data.

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan Oktober 2017 sampai selesai di Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

#### 3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### 3.2.1 Alat

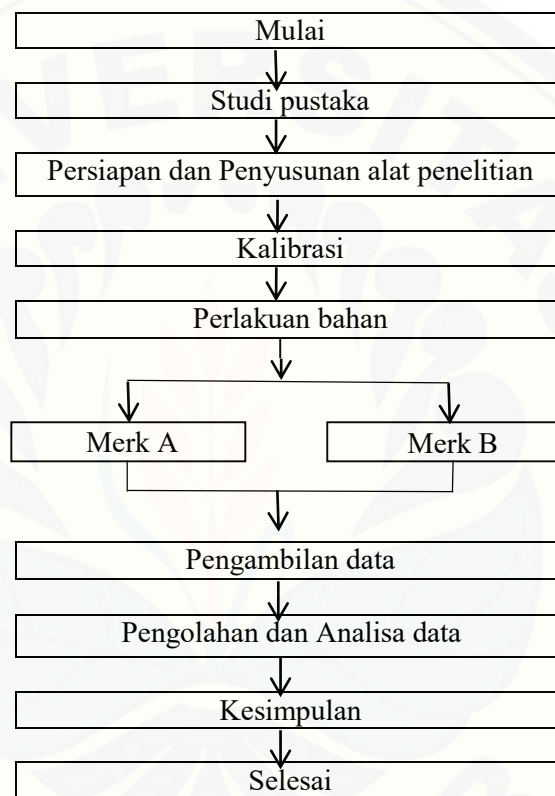
- a. Laser He-Ne dengan panjang gelombang 632,8 nm sebagai sumber cahaya
- b. Stavol sebagai penyetabil tegangan
- c. Celah tunggal difraksi untuk mendifraksi sinar laser (lebar celah 0,04 mm)
- d. Celah ganda difraksi untuk mendifraksi sinar laser (lebar celah 0,04 mm dan jarak antar celah 0,25 mm)
- e. Celah banyak difraksi untuk mendifraksi sinar laser (lebar celah 0,04 mm dan jarak antar celah 0,125 mm)
- f. Wadah berukuran (7,5cm x 2,5cm x 5cm dan tebal 1mm) sebagai tempat untuk medium aquades, udara, dan minyak kacang tanah
- g. Termometer untuk mengukur temperatur minyak kacang tanah
- h. Kertas milimeter block untuk mengamati simpangan
- i. Jangka sorong untuk mengukur simpangan pada layar

### 3.2.2 Bahan

- a. 2 Merk Minyak Kacang Tanah
- b. Aquades 60 ml.

### 3.3. Rancangan Penelitian

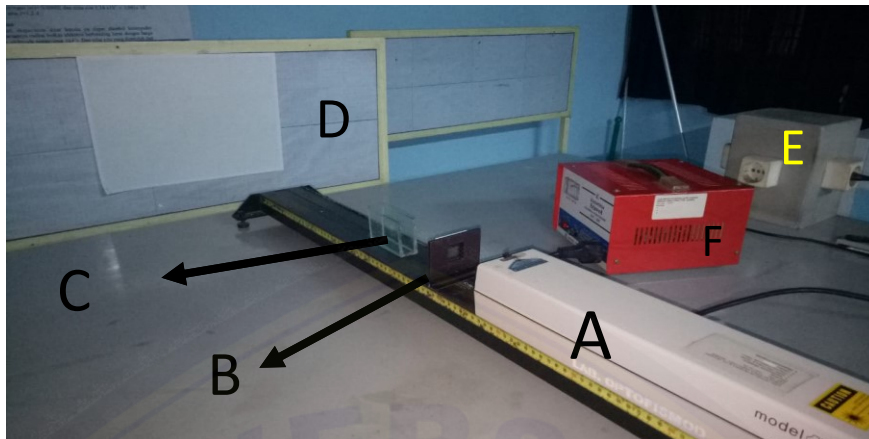
Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan. Rancangan proses penelitian digambarkan dalam diagram alir seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Rangkaian alat yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan seperti pada gambar 3.2 dibawah ini :





Gambar 3.2 Rancangan alat penelitian

Keterangan pada setiap bagian gambar 3.2 sebagai berikut yaitu :

- a. Laser He-Ne 632,8 nm
- b. Celah tunggal / Celah ganda / Celah banyak diletakkan pada holder
- c. Wadah berukuran 7,5cm x 2,5cm x 5cm dan tebal 1mm
- d. Layar pengamatan menggunakan kertas millimeter block
- e. Sumber tegangan listrik PLN
- f. Stavol merupakan sumber tegangan PLN yang teregulasi

#### 3.4. Tahap Persiapan

- a. Menyiapkan alat dan bahan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades dan dua merk minyak kacang tanah yaitu merk DKP dan merk It's my Eascear Oil.
- b. Pengambilan data dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dengan suhu ruang  $28^{\circ}\text{C}$  (10.00-13.00 WIB) di Laboratorium Optoelektronika dan Fisika Modern, FMIPA, Universitas Jember, untuk masing-masing merk dan celah dengan setiap bahan uji sebesar 60 ml, menggunakan wadah berukuran 7,5cm x 2,5cm x 5cm dan tebal 1mm.
- c. Menyusun rangkaian seperti pada gambar 3.2.

### 3.5. Kalibrasi

Kalibrasi merupakan proses verifikasi untuk mengetahui akurasi alat ukur yang akan digunakan dalam penelitian agar memperoleh hasil yang akurat, oleh karena itu peralatan yang akan digunakan harus dikalibrasi terlebih dahulu. Peralatan difraksi fraunhofer baik celah tunggal, celah ganda dan celah banyak sebelum digunakan menentukan nilai indeks bias minyak kacang tanah dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan aquades. Proses pengambilan data dilakukan dengan pengukuran pada layar pengamatan simpangan difraksi berkas sinar laser yang melewati medium udara aquades. Setelah diperoleh data simpangan difraksi, kemudian akan dihitung nilai indeks bias aquades berdasarkan persamaan 2.9. Kemudian dari nilai indeks bias yang diperoleh dibandingkan dengan nilai indeks bias aquades pada referensi yaitu 1,3188. Apabila hasil dari kalibrasi tidak sesuai dengan referensi yang ada maka selisih tersebut akan dijadikan koreksi terhadap data yang diperoleh.

### 3.6. Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan setelah proses kalibrasi untuk menentukan nilai indeks minyak kacang tanah dengan menggunakan tiga celah. Setelah itu, dilakukan pengukuran simpangan pola gelap terang difraksi untuk berkas laser yang melewati udara dan medium minyak kacang tanah dengan menggunakan celah yang berbeda yaitu celah tunggal, celah ganda dan celah banyak. Pengukuran simpangan difraksi pada simpangan pola gelap terang dapat dilakukan dengan menandai setiap ujung terang pusat dan terang pertama. Selanjutnya, jarak antar ujung terang pusat maupun terang pertama dibagi dua menggunakan jangka sorong. Simpangan antara terang pusat ke terang pertama pada pola gelap terang difraksi berkas sinar laser yang melewati udara dan minyak kacang tanah dicatat sebagai data penelitian. Kemudian diberi perlakuan untuk setiap merk minyak kacang tanah, dan celah yang berbeda.

### 3.7. Pengolahan dan Analisa Data

Taylor (1997) menerangkan jika data simpangan antara terang pusat ke terang pertama pada pola gelap terang difraksi berkas sinar laser yang melewati udara dan minyak kacang tanah selanjutnya diolah dengan menggunakan persamaan 2.9 untuk memperoleh nilai indeks bias minyak kacang tanah. Hasil pengukuran indeks bias minyak kacang tanah tersebut yang dilakukan dengan tiga kali pengulangan digunakan untuk mencari error atau ketidakpastian baik dari hasil pengukuran dan perhitungan nilai indeks bias minyak kacang tanah untuk mendapatkan ketelitian pengukuran. Pengukuran nilai indeks bias rata-rata dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

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

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

$n_i$  = pengukuran indeks bias ke  $i$

$N$  = jumlah pengukuran

Ketelitian pengukuran dapat ditentukan menggunakan persamaan standart deviasi untuk pengukuran yang berulang. Pengukuran indeks bias minyak kacang tanah dilakukan dengan tiga kali pengukuran.

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (n_i - \bar{n})^2} \quad (3.2)$$

$$I = \frac{\sigma_n}{|\bar{n}|} \times 100\% \quad (3.3)$$

$$K = 100\% - I \quad (3.4)$$

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

$n_i$  = pengukuran indeks bias ke  $i$

$\sigma_n$  = standar deviasi pengukuran indeks bias

$N$  = jumlah pengukuran

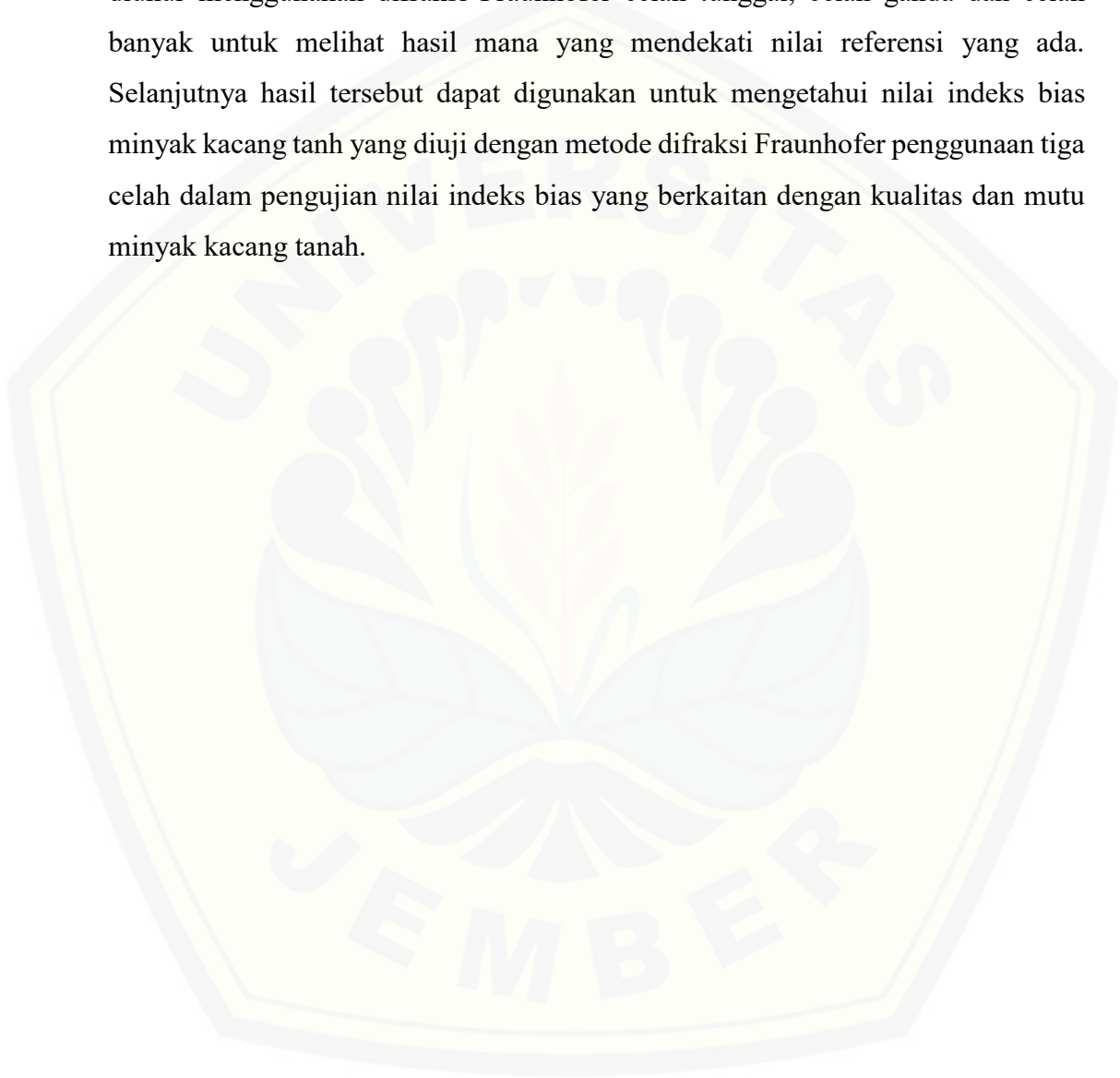
$I$  = ketidakpastian relatif

$K$  = keseksamaan

$n$  = hasil perhitungan indeks bias

Nilai indeks bias yang didapatkan dapat dianalisis penggunaan celah yang lebih akurat dari celah tunggal, celah ganda, dan celah banyak pada difraksi

fraunhofer. Data berupa nilai indeks bias dari ketiga merk minyak kacang tanah dan ketiga celah difraksi Fraunhofer dapat dibuat tabel perhitungan. Hasil perhitungan indeks bias dengan menggunakan persamaan 2.9 dibandingkan dengan referensi, sehingga dapat diketahui perbandingan nilai indeks bias minyak kacang tanah yang diukur menggunakan difraksi Fraunhofer celah tunggal, celah ganda dan celah banyak untuk melihat hasil mana yang mendekati nilai referensi yang ada. Selanjutnya hasil tersebut dapat digunakan untuk mengetahui nilai indeks bias minyak kacang tanah yang diuji dengan metode difraksi Fraunhofer penggunaan tiga celah dalam pengujian nilai indeks bias yang berkaitan dengan kualitas dan mutu minyak kacang tanah.



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan data dan hasil penelitian dan pembahasan adalah Perbandingan nilai indeks bias yang dihasilkan dari penggunaan metode difraksi Fraunhofer celah tunggal, celah ganda, dan celah banyak. Dari hasil penelitian dan perhitungan dengan referensi yang ada didapatkan jika minyak kacang tanah merk A mempunyai nilai indeks bias dengan nilai error lebih kecil untuk penggunaan difraksi Fraunhofer celah tunggal yaitu 1,4545 dengan nilai standart deviasi pengukuran 0,0127, untuk penggunaan celah ganda mempunyai nilai indeks bias 1,4486 dengan nilai standart deviasi 0,0203, dan penggunaan difraksi Fraunhofer celah banyak menghasilkan nilai indeks bias 1,4477 dengan nilai standart deviasi pengukurannya 0,0257. Sedangkan untuk minyak kacang tanah merk B dengan penggunaan celah tunggal nilai indeks biasnya yaitu 1,4505 dengan nilai standart deviasi 0,0129, celah ganda nilai indeks biasnya 1,4342 dengan nilai standart deviasinya 0,0206, dan celah banyak nilai indeks biasnya 1,4245 dengan nilai standart deviasi pengukuran indeks biasnya 0,0257. Sehingga dapat disimpulkan jika minyak kacang tanah A memiliki kualitas yang lebih baik daripada minyak kacang tanah merk B karena minyak kacang tanah dengan merk A lebih mendekati dengan referensi yang ada dimana menurut Ketaren (1986) indeks bias minyak kacang tanah yaitu 1,4645.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat dikemukakan pada penelitian ini adalah

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan variasi temperatur dan sampel minyak yang lain agar diperoleh data yang lebih maksimal, sehingga dapat diketahui mutu dan kualitas suatu minyak.
2. Data variasi temperatur dapat digunakan untuk mencari nilai korelasi indeks bias dan temperatur.
3. Perlu dibuat wadah yang mempunyai ukuran lebih tinggi agar dapat dapat menampung volume medium yang lebih banyak.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alfa, R., Minanrni, dan Salomo. 2013. Analisa Pola Difraksi Fraunhofer pada Celah Tunggal dan Pembuktian Prinsip Ketidakpastian Heisenberg. *Jurnal Fisika Universitas Binawidya Pekanbaru*.
- Andaka, G. 2009. Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Kacang Tanah Dengan Pelarut N-Heksana. *Jurnal Teknologi*. 2(1): 81-89.
- Ariyani, A. R. 2012. Studi Kualitas Minyak Makanan Gorengan pada Penggunaan Minyak Goreng Berulang. *Skripsi*. Makasar: Universitas Hassanudin.
- Arkundato, A. dan Rohman, L. 2007. *Optika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Armando, Rochim. 2000. *Memproduksi Minyak Atsiri Berkualitas*. Jakarta: PS.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 1998. *Minyak Kacang Tanah Sebagai Minyak Makan*. SNI 01-3390-1998. Jakarta: BSN.
- Bailey, A. E. 1950. *Industrial Oil and Fat Product*. New York : Interscholastic Publishing Inc.
- Bojan, M., D. Apostol, V. Damian, P.C. Logofato, F. Garoi & L. Iordache. 2007. Refractive Index Measurement Using Comparative Interferometry. *Prosiding SPIE 6635*.
- Burnie, D. 2000. *Cahaya*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Cahyadi, W. 2007. *Kedelai Khasiat dan Teknologi*. Jakarta : Bumi Aksa.
- Djarmiko, B. dan Enie, A.B. 1985. *Proses Penggorengan dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Minyak dan Lemak*. Bogor : Agro-Industri Press.



- Fesseden, R. J., dan Fessenden, J. S. 1986. *Organic Chemistry*, diterjemahkan oleh Pudjo, A. H., dan N. M. Surdia. 1992. *Kimia Organik Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Garg, S., Gupta, S., dan Ghosh, C. K. 2012. *Wave Optik*. New Delhi: PHI : Earning Private Limited.
- Giancolli, D. 1998. *Fisika Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Guenther, Ernest. 1987. *Minyak Atsiri, Jilid IV*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Gunawan, Triatmo, M., dan Rahayu, A. 2003. Analisis Pangan Penentuan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Kedelai dengan Variasi Menggoreng. *JSKA*. 6(3).
- Guswantoro, T. 2010. Difraksi Fraunhofer Dengan dan Tanpa Menggunakan Lensa Positif Sebagai Pemfokus. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Halliday, D. 1978. *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Handayani, S. L. 2014. Analisis Pola Interferensi Celah Banyak untuk Menentukan Panjang Gelombang Laser He-Ne dan Laser Dioda. *Jurnal Berkala Fisika*. 4(1).
- Hartanti, L. 2015. Proses Pembuatan Minyak Kacang Tanah Dengan Variabel Pemanasan Awal dan Suhu Pengepresan Menggunakan Screw Press. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Inna, N. 2014. Penentuan Indeks Bias Minyak Wijen (Sesame Oil) Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer celah Ganda. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Lipson, G. & Stephen. 2009. *Optical Physics 4<sup>th</sup> ed.* E-book. U. S. National Academy of Sciences: USA.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Kumar, J. P. K. & Jolly, N. 2008. "Refractive Index of Liquids Using Laser Light." *Laboratory Instruments Company Punjabi*. 8 (3).

- Minarni, Saktiono dan Lestari, G. 2013. Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya Laser Dioda Menggunakan Kisi Difraksi, Refleksi dan Transmisi. *Prosiding semirata FMIPA Universitas Lampung*. 167-171.
- Makmur. 2012. Mempelajari Pengaruh Penambahan Bubuk Bungkil Kacang Tanah Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hassanudin.
- Nuril, F. 2015. Hubungan Indeks Bias Dan Konstanta Dielektrik Dengan Variasi Suhu Dengan Menggunakan Minyak Kedelai. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Pranowo, D. & Muchalal, M. 2004. Analysis of Free Fatty Acis on Soybean Oil using Gas Chromatography-Mass Spectroscopy. *Indonesian Journal of Chemistry*, 4 (1): 62-67.
- Purwati & Diastuti, H. 2007. Reaksi Transesterifikasi Minyak Kacang Tanah (*Arachis hypogea L*) dan Metanol Dengan Katalis KOH. *Molekul*. Vol 2(1).
- Rofiq, A. 2010. Analisis Indeks Bias pada Pengukuran Konsentrasi Larutan Sukrosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) Menggunakan Portabel Brix Meter. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rohaeti, E. & Staf Pengajar FMIPA UNY. 2010. Biodegradasi Poliuretan Hasil Sintesis dari Minyak Kedelai, Polioksietilen Glikol, dan Metilen-4,4'-Difenildiisiosianat. *Jurnal Penelitian Sainstek*. 15(2).
- Sari, M., Widajati, E., dan Ratna, A, P. 2013. *Seed Coating* Sebagai Pengganti Fungsi Polong pada Penyimpanan Benih Kacang Tanah. *Jurnal Agronomi*. 41(3): 215-215-220.
- Sari, Y., & Dewi, R. 2013. Aplikasi Unsur P dan CA Terhadap Hasil dan Mutu Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L*). *Prosiding Seminar Nasional dan Sains dan Inovasi Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung*.
- Sarojo, A. G. 2011. *Gelombang dan Optika*. Jakarta: Salemba Teknika.

- Setiawan, S. Y. 2013. Penentuan Umur Panen Tiga Varietas Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea L.*) Berdasarkan Akumulasi Satuan Panas. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Setyarini, L. W., Setijono, H., dan Hatta, A. M. 2012. Perancangan Sistem Pengukuran Konsentrasi Larutan Gula Menggunakan Metode Difraksi. *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1): 1-5.
- Subroto, M, & Ahkam. 2008. *Real Food True Health*. Jakarta: Pt. Agro Media Pustaka.
- Sudarmadji, S. 2007. *Analisa untuk Bahan Pangan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Sudaryati, S.Y. 2008. Ekstraksi Minyak Nabati Secara Fermentasi. *Berita Biologi*, 9(3). LIPI: Bidang Mikrobiologi Pusat Penelitian Biologi.
- Sugito, H., W.S. Budi, K.S. Firdausi & S. Mahmudah. 2005. Pengukuran Panjang Gelombang Sumber Cahaya Berdasarkan Pola Interferensi Celah Banyak. *Jurnal Berkala Fisika*. 8 (2): 37-44.
- Sunarno. 2000. Pengaruh Cara Pengolahan Kacang Tanah (*Arachidis Hypogea L*) Terhadap Mutu Minyak Lemak. *Majalah Farmasi Indonesia*, 11(4): 194-204.
- Supriyadi, Misto, dan Hartanti, Y. 2014. Pengukuran Indeks Bias minyak Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal. *Jurnal Ilmu Dasar*. 15(2).
- Susanti, D. 2013. Pengukuran Konsentrasi Larutan Metanol Menggunakan Sinar Laser Helium Neon Metode Difraksi Celah Banyak. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Sutiah, Firdusi, K. S., dan Setiabudi, W. 2008. Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Jurnal Berkala Fisika*. 11 (2): 53-58.
- Thoha, M. Y., Nazhri, A. S., dan Nursallya. 2008. Pengaruh Suhu, Waktu dan Konsentrasi Pelarut pada Ekstraksi Minyak Kacang Kedelai Sebagai Penyedia Vitamin E. *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*.

Tjia, M. O. 1993. *Gelombang*. Bandung: ITB.

Tuminah, S. 2009. Efek Asam Lemak Jenuh dan Asam Lemak Tak Jenuh”Trans” terhadap Kesehatan. *Media Peneliti dan Pengembang*. 19(2).

Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Woodroof, J. G. 1983. Peanut Butter, in Woodroof, J. G. (Ed). Peanut, Production, Processing, Products, 3<sup>rd</sup> edition, AVI. Publ. Comp., Inc. Westport. Connecticut.

Young, Freedman, Sandin, dan Ford. 2003. *Sears dan Zemansky Fisika Universitas*. Edisi Kesepuluh. Jakarta: Erlangga.

Yulifianti, B. A. R., Santosa, S., dan Widowati, S. 2007. Teknik Pengolahan Dan Produk Olahan Kacang Tanah. Monograf Balitkabi, No. 13. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Malang & Pengembangan Pascapanen Bogor.

Zamroni, A. 2013. Pengukuran Indeks Bias Menggunakan Plan Pararel. *Jurnal Fisika*. 3(2).

Zulchi, T., Kurniawan, H., Afza, H., Husni, P., Agus, M., dan Nurul, A. 2016. Keanekaragaman Plasma Nutfah Kacang Tanah Berdasarkan Karakteristik Morfologi, Hasil & Kadar Minyak. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*.2(2):133-146.

**LAMPIRAN****Lampiran A. Gambar Pengamatan**

Gambar A.1 Pola difraksi Fraunhofer Aquades dengan menggunakan celah tunggal

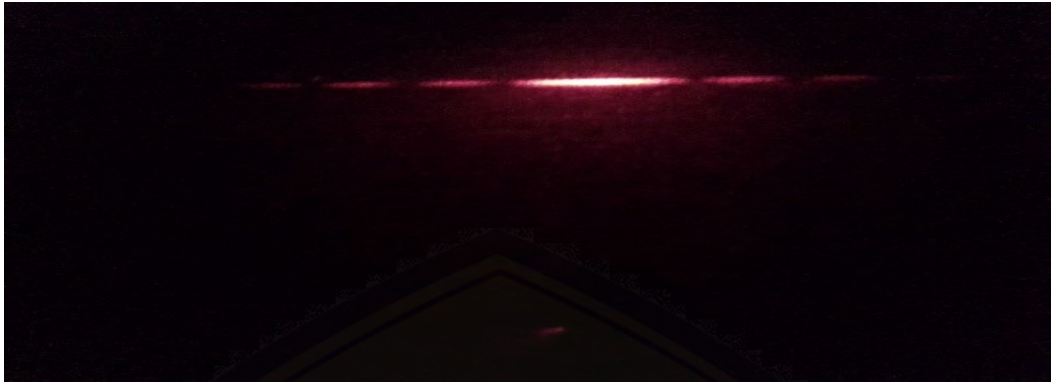


Gambar A.2 Pola difraksi Fraunhofer Aquades dengan menggunakan celah ganda



Gambar A.3 Pola difraksi Fraunhofer Aquades dengan menggunakan celah banyak

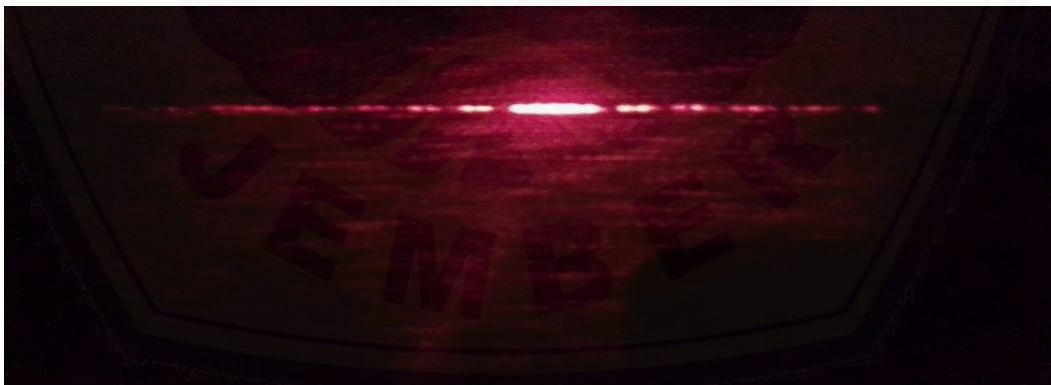




Gambar A.4 Pola difraksi Fraunhofer Udara dengan menggunakan celah tunggal

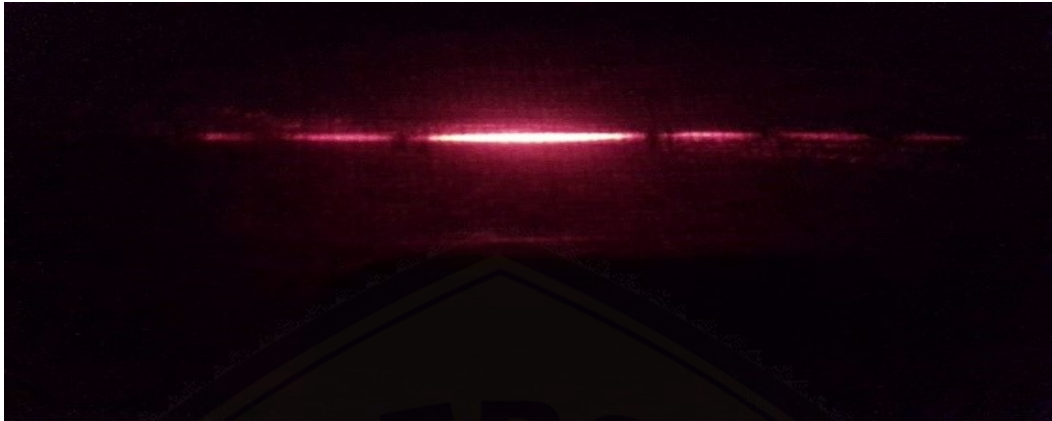


Gambar A.5 Pola difraksi Fraunhofer Udara dengan menggunakan celah ganda



Gambar A.6 Pola difraksi Fraunhofer Udara dengan menggunakan celah banyak

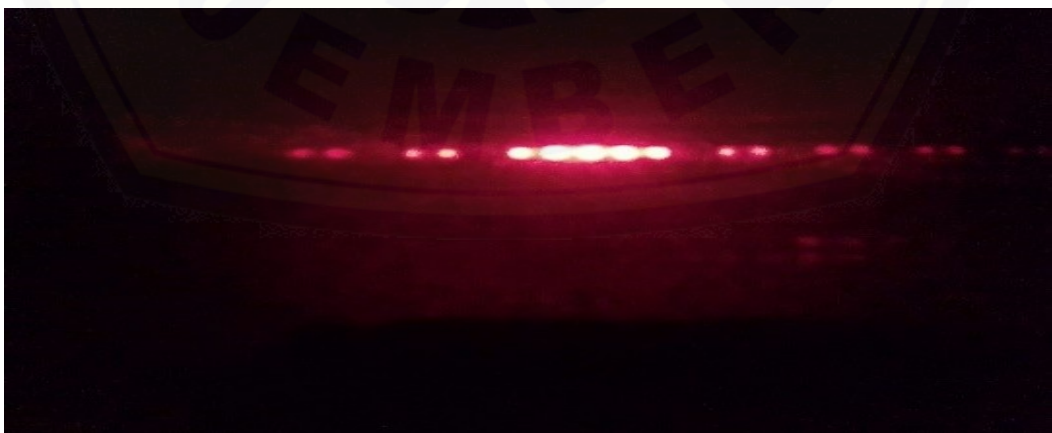




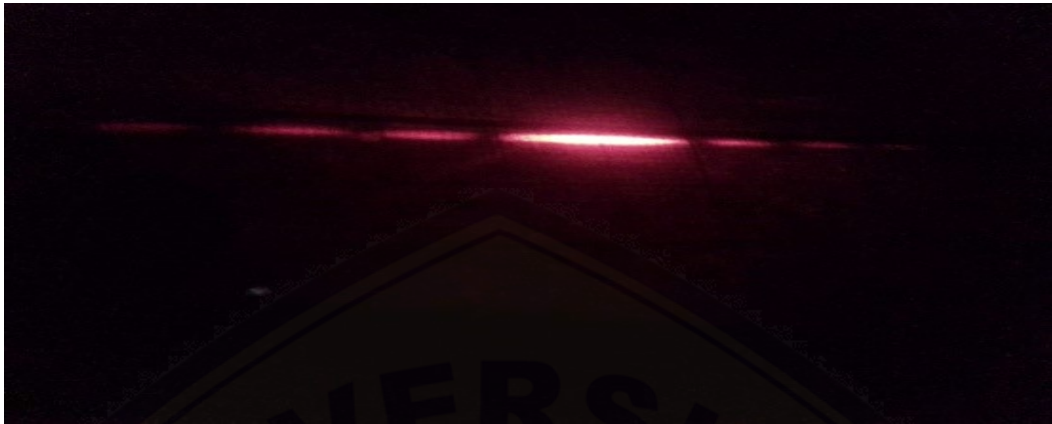
Gambar A.7 Pola difraksi Fraunhofer Minyak Kacang Tanah DKP dengan menggunakan celah tunggal



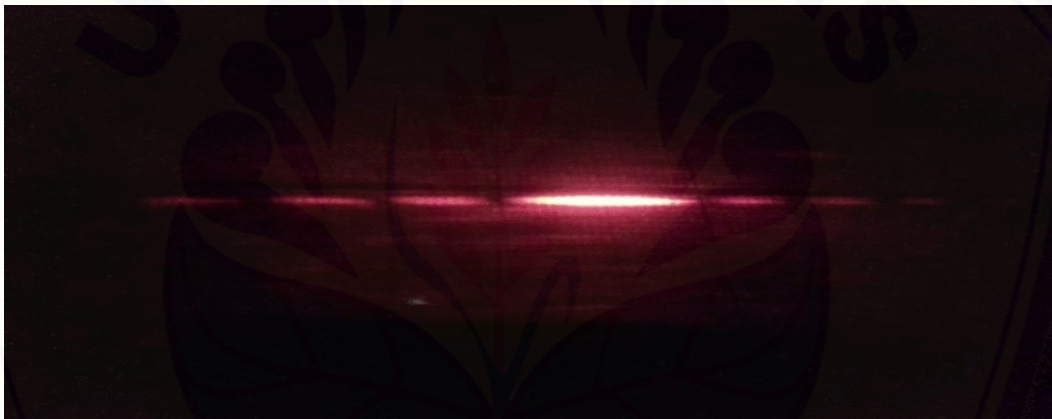
Gambar A.8 Pola difraksi Fraunhofer Minyak Kacang Tanah DKP dengan menggunakan celah banyak



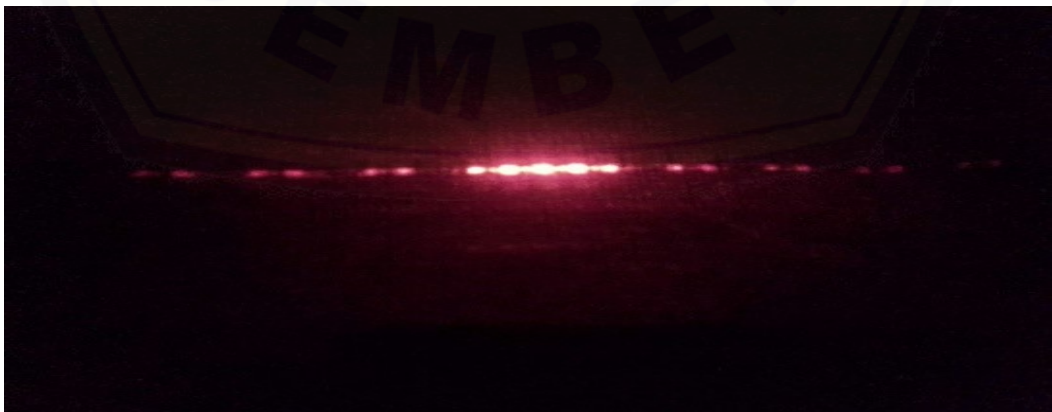
Gambar A.9 Pola difraksi Fraunhofer Minyak Kacang Tanah DKP dengan menggunakan celah banyak



Gambar A.10 Pola difraksi Fraunhofer Minyak Kacang Tanah Eascear dengan menggunakan celah tunggal



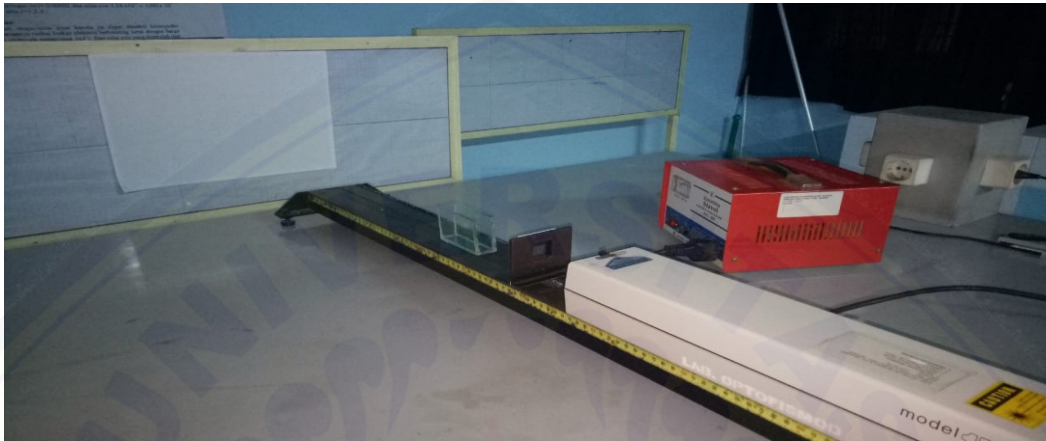
Gambar A.11 Pola difraksi Fraunhofer Minyak Kacang Tanah Eascear dengan menggunakan celah ganda



Gambar A.12 Pola difraksi Fraunhofer Minyak Kacang Tanah DKP dengan menggunakan celah tunggal

## LAMPIRAN B. Dokumentasi Penelitian

### B.1 Rancangan Alat Penelitian



Gambar B.1 Rancangan Alat Penelitian

#### Keterangan:

- Laser He-Ne 632,8 nm
- Celah tunggal / Celah ganda / Celah banyak diletakkan pada holder
- Wadah berukuran 7,5cm x 2,5cm x 5cm dan tebal 1mm
- Layar pengamatan menggunakan kertas millimeter block
- Sumber tegangan listrik PLN
- Stavol merupakan sumber tegangan PLN yang teregulasi

### B.2 Alat-alat Penelitian

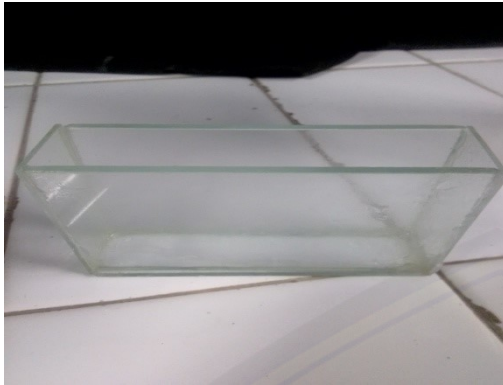


Gambar B.2 Stavol



Gambar B.3 Laser He-Ne





Gambar B.4 Wadah



Gambar B.5 Gelas ukur



Gambar B.6 Celah Tunggal, Celah Ganda, Celah banyak



Gambar B.7 Holder



Gambar B.8 Termometer



Gambar B.9 Jangka Sorong

B.3 Bahan – Bahan Penelitian



(a)



(b)



(c)

Gambar B.3 Bahan sebagai bahan uji; (a) Aquades; (b) Minyak Kacang Tanah Merk A; (c) Minyak Kacang Tanah Merk B

**LAMPIRAN C. Tabel Pengukuran dan Perhitungan**

Lampiran C.1 Tabel Pengukuran dan Perhitungan Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda dan Celah Banyak Aquades pada suhu 28<sup>0</sup>C

Celah		X <sub>1</sub> (cm)	X <sub>2</sub> (cm)	n <sub>aquades</sub>	$\bar{n}$	n <sub>ref. aquades</sub>
Tunggal	1	0,9490	0,7140	1,3291	1,3291	1,3188
	2	0,9490	0,7140			
	3	0,9490	0,7140			
Ganda	1	0,9680	0,7250	1,3352	1,3352	
	2	0,9680	0,7250			
	3	0,9680	0,7250			
Banyak	1	0,9620	0,7180	1,3398	1,3398	
	2	0,9620	0,7180			
	3	0,9620	0,7180			

Celah	F <sub>k</sub>	Δn	I (%)	K (%)
Tunggal	-0,0103	0,0127	0,9520	99,0480
Ganda	-0,0164	0,0201	1,5018	98,4982
Banyak	-0,0210	0,0258	1,9226	98,0774

- X<sub>1</sub> : Data Simpangan difraksi berkas sinar laser di udara  
 X<sub>2</sub> : Data Simpangan difraksi berkas sinar laser di aquades  
 n<sub>aquades</sub> : nilai indeks bias aquades  
 $\bar{n}$  : hasil ukur rata-rata indeks bias aquades  
 n<sub>ref.aquades</sub> : nilai referensi aquades  
 Δn : standart deviasi pengukuran indeks bias aquades  
 I : Ketidakpastian relatif aquades  
 K : Keseksamaan aquades  
 F<sub>k</sub> : Faktor Koreksi



Lampiran C.2 Tabel Pengukuran dan Perhitungan Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda dan Celah Banyak Merk A (DKP) pada suhu 28°C

Celah	X <sub>1</sub> (cm)		X <sub>3</sub> (cm)	n <sub>3</sub>	n <sub>3</sub> terkoreksi	$\bar{n}$
	1	2				
Tunggal	1	0,9490	0,6473	1,4661	1,4558	1,4545
	2	0,9490	0,6481	1,4640	1,4537	
	3	0,9490	0,6481	1,4643	1,4540	
Ganda	1	0,9680	0,6591	1,4687	1,4523	1,4486
	2	0,9680	0,6616	1,4631	1,4467	
	3	0,9680	0,6616	1,4631	1,4467	
Banyak	1	0,9620	0,6554	1,4678	1,4468	1,4477
	2	0,9620	0,6547	1,4694	1,4484	
	3	0,9620	0,6549	1,4689	1,4479	

Celah	n <sub>ref.</sub> minyak kacang tanah	$\Delta n$	I (%)	K (%)
Tunggal	1,4645	0,0127	0,8708	99,1292
Ganda		0,0203	1,4041	98,5959
Banyak		0,0257	1,7775	98,2225

- X<sub>1</sub> : Data Simpangan difraksi berkas sinar laser di udara  
 X<sub>3</sub> : Data Simpangan difraksi berkas sinar laser di minyak kacang tanah merk A (DKP)  
 n<sub>3</sub> : nilai indeks bias minyak kacang tanah merk A (DKP)  
 n<sub>3</sub> terkoreksi : nilai indeks bias minyak kacang tanah merk A (DKP) dihitung dengan faktor koreksi  
 $\bar{n}$  : hasil ukur rata-rata indeks bias minyak kacang tanah merk A (DKP)  
 n<sub>ref.</sub>minyak kacang tanah : nilai referensi minyak kacang tanah  
 $\Delta n$  : standart deviasi pengukuran indeks bias minyak kacang tanah merk A (DKP)  
 I : Ketidakpastian relatif minyak kacang tanah merk A (DKP)  
 K : Keseksamaan minyak kacang tanah merk A (DKP)

Lampiran C.3 Tabel Pengukuran dan Perhitungan Difraksi Fraunhofer Celah Tunggal, Celah Ganda dan Celah Banyak Merk B (Eascear) pada suhu 28<sup>0</sup>C

Celah		X <sub>1</sub> (cm)	X <sub>4</sub> (cm)	n <sub>4</sub>	n <sub>4</sub> terkoreksi	$\bar{n}$
Tunggal	1	0,9490	0,6510	1,4578	1,4558	1,4505
	2	0,9490	0,6490	1,4622	1,4537	
	3	0,9490	0,6490	1,4622	1,4540	
Ganda	1	0,9680	0,6650	1,4556	1,4523	1,4342
	2	0,9680	0,6690	1,4469	1,4467	
	3	0,9680	0,6680	1,4491	1,4467	
Banyak	1	0,9620	0,6658	1,4449	1,4468	1,4245
	2	0,9620	0,6653	1,4460	1,4484	
	3	0,9620	0,6655	1,4455	1,4479	

Celah	n <sub>ref.</sub> minyak kacang tanah	$\Delta n$	I (%)	K (%)
Tunggal	1,4645	0,0129	0,8879	99,1121
Ganda		0,0206	1,4357	98,5643
Banyak		0,0257	1,8060	98,1940

- X<sub>1</sub> : Data Simpangan difraksi berkas sinar laser di udara  
 X<sub>4</sub> : Data Simpangan difraksi berkas sinar laser di minyak kacang tanah merk B (Eascear)  
 n<sub>4</sub> : nilai indeks bias minyak kacang tanah merk B (Eascear)  
 n<sub>4</sub> terkoreksi : nilai indeks bias minyak kacang tanah merk B (Eascear) dihitung dengan faktor koreksi  
 $\bar{n}$  : hasil ukur rata-rata indeks bias minyak kacang tanah merk B (Eascear)  
 n<sub>ref.</sub> minyak kacang tanah : nilai referensi minyak kacang tanah  
 $\Delta n$  : standart deviasi pengukuran indeks bias minyak kacang tanah merk B (Eascear)  
 I : Ketidakpastian relatif minyak kacang tanah merk B (Eascear)  
 K : Keseksamaan minyak kacang tanah merk B (Eascear)