

No. Reg: 201050000036858

## LAPORAN PENELITIAN



### IDENTIFIKASI KUALITAS BEBERAPA JENIS MINYAK GORENG MENGGUNAKAN PARAMETER VISKOSITAS DAN INDEKS BIAS

**Ketua Peneliti**

**Muhammad Nasir, M.Si**

NIDN: 1312019001

NIPN: 131201900108001

Klaster	Penelitian Pembinaan/Peningkatan Kapasitas
Bidang Ilmu Kajian	Sains dan Teknologi
Sumber Dana	DIPA UIN Ar-Raniry Tahun 2020

**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
OKTOBER 2020**

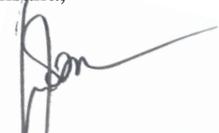
**LEMBARAN IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M UIN AR-RANIRY  
TAHUN 2020**

1. a. Judul : Identifikasi Kualitas Beberapa Jenis Minyak Goreng Menggunakan Parameter Viskositas dan Indeks Bias
- b. Klaster : Penelitian Pembinaan/Peningkatan Kapasitas
- c. No. Registrasi : 20105000036858
- d. Bidang Ilmu yang diteliti : Sains dan Teknologi
  
2. Peneliti/Ketua Pelaksana
  - a. Nama Lengkap : Muhammad Nasir, M.Si
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP<sup>(Kosongkan bagi Non PNS)</sup> : 199001122018011001
  - d. NIDN : 1312019001
  - e. NIPN (ID Peneliti) : 131201900108001
  - f. Pangkat/Gol. : Penata Muda Tk. I (III/b)
  - g. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - h. Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan Fisika
  
3. Lokasi Kegiatan : Banda Aceh
4. Jangka Waktu Pelaksanaan : 7 (Tujuh) Bulan
5. Tahun Pelaksanaan : 2020
6. Jumlah Anggaran Biaya : Rp. 15.000.000,-
7. Sumber Dana : DIPA UIN Ar-Raniry B. Aceh Tahun 2020
8. *Output* dan *Outcome* : a. Laporan Penelitian; b. Publikasi Ilmiah; c. HKI

Mengetahui,  
Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan  
LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

**Dr. Anton Widyanto, M. Ag.**  
NIP. 197610092002121002

Banda Aceh, 5 Oktober 2020  
Pelaksana,

  
**Muhammad Nasir, M.Si**  
NIDN. 1312019001

Menyetujui:  
Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh,

**Prof. Dr. H. Warul Walidin AK., MA.**  
NIP. 195811121985031007

## PERNYATAAN

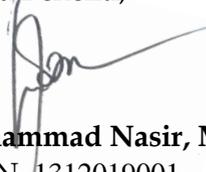
Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : **Muhammad Nasir, M.Si**  
NIDN : 1312019001  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tempat/ Tgl. Lahir : Nagan Raya, 12 Januari 1990  
Alamat : Jalan Cendrawasih No. 5C Gampong  
Keuramat Banda Aceh  
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/Pendidikan  
Fisika

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang berjudul: **“Identifikasi Kualitas Beberapa Jenis Minyak Goreng Menggunakan Parameter Viskositas dan Indeks Bias”** adalah benar-benar Karya asli saya yang dihasilkan melalui kegiatan yang memenuhi kaidah dan metode ilmiah secara sistematis sesuai otonomi keilmuan dan budaya akademik serta diperoleh dari pelaksanaan penelitian pada klaster Pembinaan/Peningkatan Kapasitas yang dibiayai sepenuhnya dari DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2020. Apabila terdapat kesalahan dan kekeliruan di dalamnya, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Banda Aceh, 22 September 2020  
Saya yang membuat pernyataan,  
Ketua Peneliti,



**Muhammad Nasir, M.Si**  
NIDN. 1312019001

# IDENTIFIKASI KUALITAS BEBERAPA JENIS MINYAK GORENG MENGGUNAKAN PARAMETER VISKOSITAS DAN INDEKS BIAS

**Ketua Peneliti:**  
Muhammad Nasir

## **Abstrak**

*Kehidupan masyarakat Indonesia yang hampir setiap hari mengonsumsi minyak goreng perlu didukung studi yang memadai tentang kualitas minyak goreng yang diperjualbelikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas beberapa jenis minyak goreng menggunakan parameter viskositas dan indeks bias. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Sampel penelitian yang digunakan adalah minyak sawit bermerk, minyak sawit curah, dan minyak kelapa yang diperoleh dari pasar terdekat. Tiap-tiap sampel divariasikan menjadi tiga jenis yaitu minyak goreng baru (belum dipakai), satu kali pakai dan dua kali pakai. Pengujian viskositas dan indeks bias minyak goreng dilakukan di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Syiah Kuala Banda Aceh. Pengukuran viskositas sampel dilakukan menggunakan prinsip bola jatuh (hukum Stokes) pada tabung kaca, sedangkan pengukuran indeks bias sampel menggunakan prinsip pembiasan cahaya pada prisma kaca berongga yang dibuat dari lembaran kaca komersial biasa dan diberi lubang kecil di salah satu sisinya untuk memasukkan sampel. Hasil analisis data menunjukkan nilai viskositas sampel minyak curah, minyak bermerk dan minyak kelapa berturut-turut adalah 0,5536 Pa.s, 0,5515 Pa.s dan 0,5178 Pa.s. Adapun nilai indeks bias sampel minyak curah, minyak bermerk dan minyak kelapa berturut-turut adalah 1,5140, 1,5031, dan 1,4967. Nilai viskositas dan indeks bias minyak kelapa lebih rendah dibandingkan dua sampel minyak lain sehingga dapat disimpulkan bahwa minyak kelapa memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan minyak goreng curah dan minyak goreng bermerk. Hasil analisis data juga menunjukkan bahwa kualitas ketiga sampel minyak goreng menurun setelah pengulangan pemakaian yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai parameter yang diukur. Diantara ketiga sampel yang digunakan, minyak goreng bermerk lebih aman digunakan berulang hingga dua kali karena mengalami kenaikan yang minimum untuk nilai viskositas dan indeks bias. Hasil pengukuran menggunakan instrumen dalam penelitian ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.*

**Kata Kunci:** Kualitas; Minyak Goreng; Viskositas; Indeks Bias

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT dan salawat beriring salam penulis persembahkan kepangkuan alam Nabi Muhammad SAW, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis telah dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul **“Identifikasi Kualitas Beberapa Jenis Minyak Goreng Menggunakan Parameter Viskositas Dan Indeks Bias”**.

Dalam proses penelitian dan penulisan laporan ini tentu banyak pihak yang ikut memberikan motivasi, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

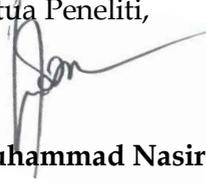
1. Bapak Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Ibu Ketua LP2M UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
3. Bapak Kepala Pusat Penelitian dan Penerbitan UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
4. Bapak Kepala Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Syiah Kuala; dan
5. Para reviewer penelitian mulai dari tahap usulan proposal, seminar proposal, seminar antara hingga seminar hasil.

Akhirnya hanya Allah SWT yang dapat membalas amalan mereka, semoga menjadikannya sebagai amal yang baik.

Harapan penulis, semoga hasil penelitian ini bermanfaat dan menjadi salah satu amalan penulis yang diperhitungkan sebagai ilmu yang bermanfaat di dunia dan akhirat. *Amin ya Rabbal 'Alamin.*

Banda Aceh, 5 Oktober 2020

Ketua Peneliti,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Muhammad Nasir', written over a light blue rectangular background.

**Muhammad Nasir**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
E. Definisi Operasional.....	6
<b>BAB II : LANDASAN TEORI</b>	
A. Lemak dan Minyak.....	8
B. Fluida.....	18
C. Viskositas dan Indeks Bias.....	20
D. Kajian (Penelitian).....	26
<b>BAB III : METODE PENELITIAN</b>	
A. Jenis Penelitian.....	30
B. Waktu, Lokasi dan Sampel Penelitian.....	30
C. Alat dan Bahan.....	30
D. Langkah-Langkah Penelitian.....	31
E. Rencana Pembahasan.....	35
<b>BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian.....	38
B. Pembahasan.....	54
<b>BAB V : PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran-saran.....	61

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	
<b>BIODATA PENELITI</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisika-kimia minyak kelapa sawit .....	13
Tabel 2.2 Sifat fisika-kimia minyak kelapa.....	14
Tabel 2.3 Nilai massa jenis beberapa fluida .....	20
Tabel 4.1 Massa sampel minyak goreng .....	38
Tabel 4.2 Massa jenis tiap minyak goreng .....	39
Tabel 4.3 Massa dan jari-jari kelereng .....	40
Tabel 4.4 Volume dan massa jenis kelereng.....	41
Tabel 4.5 Nilai viskositas minyak goreng curah .....	43
Tabel 4.6 Nilai Viskositas minyak goreng bermerk .....	44
Tabel 4.7 Nilai Viskositas minyak kelapa.....	45
Tabel 4.8 Nilai Viskositas sampel minyak goreng.....	46
Tabel 4.9 Nilai Indeks bias minyak goreng curah .....	50
Tabel 4.10 Nilai Indeks bias minyak goreng bermerk.....	51
Tabel 4.11 Nilai Indeks bias minyak kelapa .....	52
Tabel 4.12 Nilai Indeks Bias sampel minyak goreng .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsumsi minyak goreng di Indonesia.....	10
Gambar 2.2 Minyak goreng yang umum dipakai di Indonesia ...	13
Gambar 2.3 Minyak jelantah .....	15
Gambar 2.4 Minyak di dalam wadah merupakan fluida statis....	18
Gambar 2.5 Fluida dinamis .....	19
Gambar 2.6 Pengukuran nilai viskositas prinsip bola jatuh.....	22
Gambar 2.7 Pembiasan cahaya.....	23
Gambar 2.8 Prinsip pembiasan cahaya pada prisma kaca.....	24
Gambar 3.1 Proses penyiapan sampel.....	32
Gambar 3.2 Alat ukur viskositas menggunakan tabung kaca.....	33
Gambar 3.3 Prisma kaca berongga .....	34
Gambar 4.1 Grafik nilai viskositas sampel minyak goreng .....	46
Gambar 4.2 Grafik nilai indeks bias sampel minyak goreng.....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Foto-foto penelitian

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Masyarakat Indonesia identik dengan konsumsi minyak goreng. Makanan yang digoreng termasuk jenis makanan yang digemari. Pada tahun 2018, total kebutuhan minyak goreng di seluruh Indonesia diperkirakan mencapai 1,1 juta ton. Sementara itu untuk minyak goreng curah diperkirakan mencapai 3,5 juta ton (Tumanggor, 2018). Data ini menunjukkan bahwa konsumsi minyak goreng masyarakat Indonesia tergolong tinggi dan berpotensi meningkat terus setiap tahun.

Minyak didefinisikan sebagai semua cairan organik yang tidak larut dalam air tetapi dapat larut dalam pelarut organik. Minyak merupakan fase cair dari lemak (*fat*). Minyak berbentuk cair karena memiliki titik leleh yang lebih rendah dari suhu kamar, sedangkan lemak berbentuk padat karena memiliki titik leleh yang lebih tinggi dari suhu kamar (Mujadin, 2015). Minyak yang dapat dikonsumsi (*edible fat*) dapat bersumber dari tumbuhan maupun hewan. Minyak yang berasal dari hewan yaitu seperti minyak ikan kod. Minyak yang diolah dari tumbuhan sangat mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti minyak kelapa, kelapa sawit, jagung, kacang kedelai, dan zaitun. Minyak-minyak ini sering digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk menggoreng bahan makanan seperti ikan, tempe, tahu, pisang dan sebagainya (Sudarmadji, 2014).

Minyak goreng memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan kesehatan. Minimnya pengetahuan masyarakat tentang penggunaan minyak goreng yang baik menyebabkan masyarakat menggunakannya

secara kurang tepat. Makanan yang digoreng berpotensi tinggi menjadi pemicu penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskular, diabetes dan stroke (Rusdiana, 2017). Minyak goreng yang paling sering digunakan di Indonesia termasuk di Aceh adalah minyak kelapa sawit. Selain itu, terdapat juga sebagian masyarakat yang memasak menggunakan minyak kelapa, jagung dan zaitun. Minyak goreng berbahan baku biji sawit dipasarkan di Indonesia dalam bentuk minyak curah maupun minyak bermerk dalam kemasan, seperti Bimoli, Tropical, Filma, Sanco, dan Sania. Pada faktanya, tidak sedikit masyarakat yang memilih menggunakan minyak goreng curah karena harganya yang relatif lebih murah. Kementerian Perdagangan menyatakan bahwa masyarakat dapat mengonsumsi minyak goreng curah asal sudah melalui proses penyulingan ulang (Ali, 2015).

Dalam proses penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas, menambah rasa gurih, nilai gizi serta kalori dalam bahan pangan (Twort, 2013). Selain jenis minyak, proses menggoreng memiliki peran penting dalam mempengaruhi kualitas, mutu dan nilai gizi dari bahan pangan yang digoreng. Sebagian besar masyarakat di Indonesia menyayangkan jika sisa minyak goreng yang baru dipakai satu kali penggorengan langsung dibuang. Padahal penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang dapat menyebabkan kerusakan pada minyak goreng dan tentu mempengaruhi kualitas minyak. Kualitas suatu minyak goreng dapat diketahui dari beberapa parameter yang meliputi sifat fisika dan kimia. Perubahan sifat fisika dan kimia dari minyak goreng akibat penggunaan yang berulang akan mempengaruhi nilai gizi yang ada dalam minyak goreng tersebut.

Sifat fisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kualitas minyak goreng diantaranya adalah warna, bau, odor, titik beku, titik didih, bobot jenis, viskositas dan indeks bias (Rusdiana, 2017). Indeks bias dan viskositas merupakan sifat optik yang representatif untuk menyatakan kualitas suatu minyak goreng. Nilai indeks bias dan viskositas akan mengalami perubahan seiring dengan perubahan kualitas minyak (Idris, 2016).

Dalam ilmu fisika, viskositas merupakan ukuran yang menyatakan kekentalan suatu zat cair atau fluida. Viskositas berhubungan erat dengan hambatan yang dialami saat suatu zat mengalir. Beberapa zat dapat mengalir secara cepat sementara beberapa zat lainnya mengalir secara lambat. Zat yang dapat mengalir cepat seperti air, alkohol, premium dan solar memiliki nilai viskositas kecil, sedangkan zat yang mengalir lebih lambat seperti gliserin dan madu memiliki nilai viskositas yang besar (Mujadin, 2015). Minyak goreng yang telah dipakai berulang dan mengalami pemanasan berkali-kali akan mengubah nilai viskositasnya. Hal ini terlihat secara fisis bahwa kekentalan produk minyak goreng tersebut meningkat. Viskositas fluida dapat diukur dengan berbagai metode, diantaranya menggunakan prinsip difraksi Fraunhofer celah tunggal atau metode pipa kapiler dengan prinsip bola jatuh (Yusibani, 2017).

Sementara itu, indeks bias merupakan derajat penyimpangan cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang dapat ditembusi cahaya. Indeks bias berhubungan dengan tingkat kejernihan suatu zat cair. Dalam konsep pembiasan, indeks bias dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara sinus sudut datang dan sinus sudut bias dari

cahaya yang melalui suatu zat cair (Ghandoor, 2016). Nilai indeks bias suatu zat dapat diukur menggunakan refraktometer Abbe. Selain itu, nilai indeks bias juga dapat ditentukan menggunakan prinsip pembiasan pada kaca plan paralel atau prisma kaca (Idris, 2016).

Studi dan kajian tentang kualitas minyak goreng telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti. Kisch (2013) melakukan kajian untuk mengetahui kualitas minyak dan diperoleh bahwa perubahan nilai indeks bias pada minyak dapat dijadikan suatu indikator untuk menentukan apakah minyak masih baru atau telah dipakai. Rosalina (2015) melakukan kajian tentang viskositas minyak goreng pada berbagai variasi suhu dan diperoleh bahwa nilai viskositas tertinggi dimiliki oleh minyak goreng yang telah digunakan secara berulang. Sementara itu, Twort (2017) melakukan studi tentang *mineral oils* dan diperoleh bahwa minyak dengan nilai viskositas tertentu berbahaya bagi kesehatan tubuh manusia bahkan dapat menyebabkan tumor. Studi tentang pengukuran nilai viskositas beberapa jenis minyak goreng setelah pemanasan juga telah dilakukan dan diperoleh hasil nilai koefisien viskositas minyak kelapa sawit setelah pemanasan satu jam terjadi kenaikan sebesar 33% untuk minyak curah dan 56% untuk minyak kemasan (Yusibani, 2017).

Idris (2016) juga melakukan penelitian tentang kualitas minyak goreng menggunakan prinsip pembiasan cahaya pada prisma kaca berongga dan diperoleh bahwa nilai indeks bias minyak goreng meningkat seiring meningkatnya frekuensi pemakaian. Minyak goreng yang telah dipakai tiga kali untuk menggoreng memiliki nilai indeks bias mencapai 1,5402. Mujadin (2015) melakukan penelitian tentang kualitas minyak goreng berulang dan diperoleh bahwa minyak kelapa (*Oleum*

*cocos*) memiliki perubahan nilai indeks bias dan viskositas yang sangat kecil walaupun telah digunakan berulang. Penelitian lainnya tentang pengukuran indeks bias minyak kelapa sawit menggunakan metode difraksi Fraunhofer menunjukkan bahwa pemakaian minyak goreng berulang akan menurunkan kualitasnya yang dicirikan dengan meningkatnya nilai indeks bias minyak sehingga dapat membahayakan kesehatan (Supriyadi, 2014).

Minyak goreng yang baik bagi kesehatan manusia harus memiliki kualitas yang tinggi. Minyak goreng berkualitas tinggi ditandai dengan nilai kekentalan (viskositas) dan indeks bias yang rendah. Bahan makanan yang digoreng menggunakan minyak dengan nilai viskositas dan indeks bias yang relatif kecil akan membuat minyak tidak banyak menempel diatas permukaan bahan makanan sehingga lebih sehat. Namun, nilai viskositas dan indeks bias minyak juga tidak boleh terlalu kecil sebab akan membuat titik didih terlalu rendah sehingga menjadikan minyak lebih cepat habis (Yusibani, 2017). Nilai viskositas minyak goreng yang baik yaitu sekitar  $0,495 \text{ Ns/m}^2$ , sedangkan nilai indeks biasnya sekitar 1,49 (Kisch, 2013).

Kehidupan masyarakat di Indonesia yang hampir setiap hari mengonsumsi minyak harus didukung dengan studi yang memadai tentang kualitas minyak goreng, terutama di Aceh. Hal ini disebabkan karena masyarakat belum memiliki sumber referensi yang memadai tentang kualitas minyak goreng yang beredar di pasaran. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penulis tertarik membuat suatu penelitian yang diberi judul **“Identifikasi Kualitas Beberapa Jenis Minyak Goreng Menggunakan Parameter Viskositas Dan Indeks Bias.”**

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kualitas beberapa jenis minyak goreng menggunakan parameter viskositas dan indeks bias?

## **C. Tujuan Penelitian**

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas beberapa jenis minyak goreng menggunakan parameter viskositas dan indeks bias.

## **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan di universitas.
2. Dapat digunakan sebagai bahan kajian bagi para dosen, peneliti dan masyarakat.

## **E. Definisi Operasional**

### **1. Identifikasi**

Identifikasi adalah kegiatan mencari, menemukan, mengumpulkan, meneliti, mendaftarkan, mencatat data dan informasi dari “kebutuhan” lapangan. Identifikasi sangat penting dilakukan untuk mengetahui informasi suatu hal secara komprehensif.

## 2. Kualitas

Kualitas adalah tingkat baik buruknya atau taraf atau derajat sesuatu. Menurut ISO-8402 kualitas menyatakan totalitas fasilitas dan karakteristik dari produk atau jasa yang memenuhi kebutuhan, tersirat maupun tersurat.

## 3. Minyak goreng

Minyak goreng adalah fase cair dari lemak (*fat*) yang dapat dikonsumsi (*edible fat*). Minyak goreng yang umum digunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari untuk menggoreng bahan makanan adalah minyak yang diolah dari tumbuhan seperti minyak kelapa dan minyak kelapa sawit baik curah maupun bermerk.

## 4. Viskositas

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu zat cair atau fluida, dinyatakan dalam satuan  $\text{Ns/m}^2$ . Viskositas berhubungan erat dengan hambatan yang dialami saat suatu zat mengalir.

## 5. Indeks bias

Indeks bias merupakan derajat penyimpangan cahaya yang dilewatkan pada suatu medium yang dapat ditembusi cahaya. Indeks bias berhubungan dengan tingkat kejernihan suatu zat cair.

## BAB II LANDASAN TEORI

### A. Lemak dan Minyak

#### 1. Pengertian Lemak dan Minyak

Lemak dan minyak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein. Satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan satu gram karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal. Lemak dan minyak yang terdapat di dalam makanan berguna untuk meningkatkan jumlah energi, membantu penyerapan vitamin-vitamin A, D, E, dan K, dan juga menambah lezatnya hidangan (Kisch, 2013). Lemak dan minyak termasuk kelompok lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam, sukar larut dalam air namun larut dalam pelarut organik.

Lemak adalah bahan padat pada suhu ruang yang tersusun dari kandungan asam lemak yang tinggi dan tidak memiliki ikatan rangkap. Sementara itu, minyak adalah bahan cair pada suhu ruang yang memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi (Hambali, 2015). Minyak berbentuk cair karena memiliki titik leleh yang lebih rendah dari suhu kamar, sedangkan lemak berbentuk padat karena memiliki titik leleh yang lebih tinggi dari suhu kamar (Mujadin, 2015).

Lemak dan minyak sebagai bahan pangan dibagi menjadi dua macam, yaitu 1) lemak yang siap dikonsumsi tanpa dimasak (*edible fat consumed uncooked*) misalnya mentega, margarin serta lemak yang digunakan dalam kembang gula, dan 2) lemak yang dimasak bersama bahan pangan, atau dijadikan sebagai medium penghantar panas dalam memasak bahan pangan misalnya minyak goreng (Pahan, 2014).

Lemak dan minyak dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, yaitu sebagai berikut:

a. Tanaman

- Biji-bijian palawija, seperti minyak jagung, biji kapas, kacang, wijen, kedelai, dan bunga matahari.
- Biji-bijian dari tanaman tahunan, seperti kelapa dan inti sawit.
- Kulit buah tanaman tahunan, seperti minyak zaitun dan kelapa sawit.

b. Hewan

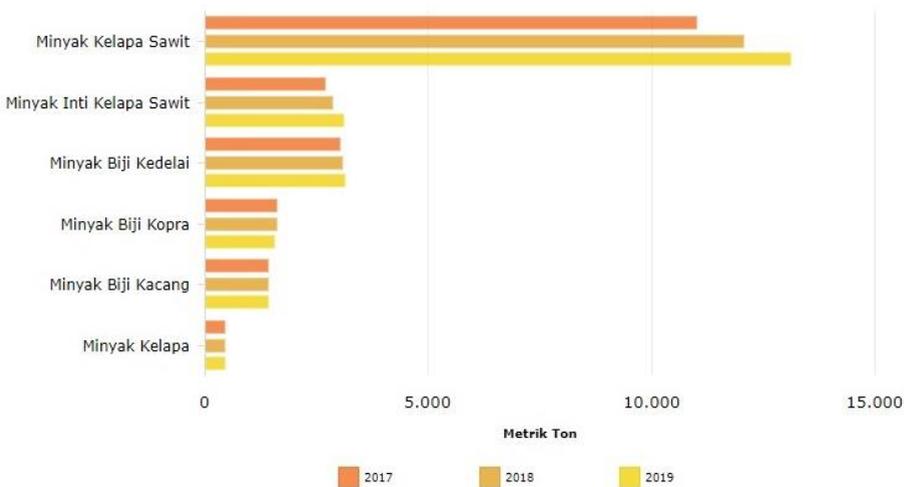
- Susu hewan peliharaan seperti sapi.
- Hasil laut, seperti minyak ikan sarden dan minyak ikan kod.

Minyak dari hewan dalam bentuk cair hanya dijumpai pada minyak ikan. Namun, minyak ikan sangat mudah rusak karena kandungan EPA dan DHA-nya. Dengan kandungan omega 3 minyak ikan akan lebih sesuai digunakan untuk komposisi pangan fungsional dibandingkan untuk minyak makan karena akan menghasilkan nilai tambah jauh lebih baik (Budijanto, 2015).

Lemak dan minyak memiliki baik sifat fisika maupun sifat kimia. Adapun sifat fisika dari lemak dan minyak meliputi warna, bau, *odor and flavour*, kelarutan, titik beku (*melting point*), titik didih (*boiling point*), bobot jenis, titik asap, titik nyala, titik api, indeks bias, dan viskositas (Giancoli, 2013).

## 2. Minyak Goreng

Pada pasar Indonesia minyak makan dapat dijumpai dalam bentuk minyak goreng, minyak salad, *shortening*, lemak padat, margarin dan mentega. Minyak goreng merupakan minyak atau lemak yang berasal dari pemurnian bagian tumbuhan dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan. Minyak goreng umumnya berbentuk cair dalam suhu kamar. Minyak goreng umumnya diperoleh dari tumbuhan-tumbuhan seperti kelapa, kelapa sawit, sereal, kacang-kacangan, jagung, kedelai dan kanola. Keadaan jumlah minyak goreng yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Konsumsi minyak goreng di Indonesia  
(Sumber: United States Department of Agriculture, 2019)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa Indonesia merupakan negara dengan tingkat konsumsi minyak goreng tinggi. Data dari Global Agricultural Information Network USDA 2019 ini

menunjukkan konsumsi minyak kelapa sawit di Indonesia mencapai 13.110 ribu metrik ton pada tahun 2019. Angka ini terpaut jauh dibandingkan konsumsi jenis minyak nabati lainnya seperti minyak kelapa, minyak biji kacang, minyak biji kopra, dan minyak biji kedelai. Tren konsumsi minyak sawit juga menunjukkan peningkatan dibanding tahun sebelumnya yang mencapai 12.050 ribu metrik ton pada 2018 dan 11.000 ribu metrik ton pada 2017.

Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih, dan juga penambah nilai kalori bahan pangan. Satu gram minyak goreng dapat menghasilkan kalori sekitar 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan kalori sekitar 4 kkal/gram (Pahan, 2014). Masyarakat Indonesia biasanya menggunakan minyak goreng hingga 3-4 kali penggorengan. Setelah penggorengan berkali-kali, asam lemak yang terkandung dalam minyak akan semakin jenuh. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa minyak telah rusak atau sering disebut minyak jelantah. Penggunaan minyak berkali-kali dapat mengakibatkan ikatan rangkap minyak teroksidasi membentuk gugus peroksida dan monomer siklik. Minyak yang demikian dikategorikan telah rusak dan berbahaya bagi kesehatan (LA, 2015). Mutu minyak goreng dapat ditentukan oleh titik asapnya, yaitu suhu pemanasan minyak. Minyak goreng yang baik adalah minyak goreng yang tidak berbau dan enak rasanya, jernih dan disukai warnanya, serta stabil pada cahaya dan tahan terhadap panas.

Secara umum, minyak goreng yang sering digunakan untuk menggoreng adalah minyak goreng yang berasal dari tumbuhan

(minyak nabati) yaitu salah satunya minyak goreng kelapa sawit. Minyak kelapa sawit mempunyai sifat yang menguntungkan untuk dijadikan minyak goreng dengan mutu yang baik. Melalui proses rafinasi dan fraksinasi dapat dihasilkan minyak yang tidak berwarna, jernih, bebas bau dan bebas dari kotoran. Penggunaan minyak goreng dalam kehidupan dapat digolongkan menjadi tiga bagian, yaitu penggunaan dalam rumah tangga, penggunaan pada industry makanan yang dijual secara ritel (*industrial frying of foods*), dan penggunaan pada restoran (Budijanto, 2015).

Minyak goreng berbahan baku biji sawit dipasarkan di Indonesia dalam bentuk minyak curah maupun minyak bermerk dalam kemasan. Kementerian Perdagangan menyatakan bahwa masyarakat dapat mengonsumsi minyak goreng curah asal sudah melalui proses penyulingan ulang (Ali, 2015). Minyak curah biasanya dijual di toko-toko dalam keadaan sudah dibungkus plastik. Sementara itu, masyarakat menengah keatas umumnya menggunakan minyak sawit bermerk atau minyak sawit kemasan untuk menggoreng. Minyak goreng bermerk dari biji sawit yang banyak digunakan oleh masyarakat diantaranya Bimoli, Tropical, Filma, Sanco, Sania, Kunci Mas dan Fortune. Selain itu, masyarakat di Indonesia termasuk di Aceh juga menggunakan minyak kelapa untuk menggoreng. Minyak kelapa memiliki titik asap lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa sawit. Titik asap adalah suhu pada saat minyak mulai menghasilkan asap ketika dipanaskan. Minyak kelapa tidak mudah rusak ketika dipakai untuk menggoreng dan hasil gorengan lebih baik serta tidak cepat gosong (Nasruddin, 2015).



Gambar 2.2 Minyak goreng yang umum dipakai di Indonesia (1) minyak curah; (2) minyak bermerk; dan (3) minyak kelapa (sumber: Ali, 2015:56)

Adapun sifat fisika-kimia dari minyak kelapa sawit dan minyak kelapa dapat disajikan dalam tabel berikut ini. Sifat fisika-kimia ini terdiri dari bobot jenis (suhu ruangan), Indeks bias pada suhu 40°C, bilangan iodin (ukuran ketidakjenuhan minyak) dan bilangan penyabunan.

Tabel 2.1 Sifat fisika-kimia minyak kelapa sawit

No	Sifat	Minyak Inti Sawit	Minyak Sawit
1	Bobot jenis pada suhu ruangan	0,900	0,900-0,913
2	Indeks bias (40°C)	1,4565-1,4585	1,495-1,515
3	Bilangan Iod	48-56	14-20
4	Bilangan Penyabunan	196-205	244-254

Tabel 2.2 Sifat fisika-kimia minyak kelapa (*Oleum cocos*)

No	Sifat	Cochin	RBD
1	Bobot jenis pada suhu ruangan	0,903	0,845-0,905
2	Indeks bias (40°C)	1,448-1,450	1,488-1,495
3	Bilangan Iod	7-12	7-12
4	Bilangan Penyabunan	250-264	250-264

(Hambali, 2015)

Minyak goreng baik minyak kelapa maupun minyak kelapa sawit biasanya digunakan hingga 3-4 kali penggorengan. Namun, penggunaan minyak goreng yang baik adalah untuk sekali penggorengan saja. Minyak goreng yang digunakan berulang kali akan berubah warna, berbau tengik, dan dapat merusak sifat fisiko-kimia minyak tersebut. Warna minyak goreng kelapa sawit ditentukan oleh adanya pigmen yang masih tersisa setelah proses pemucatan (Ali, 2015). Minyak goreng yang telah digunakan disebut minyak jelantah (*waste cooking oil*). Minyak jelantah merupakan minyak goreng yang kualitasnya telah menurun sehingga kurang baik jika digunakan kembali. Namun, dengan kondisi harga minyak goreng yang terus naik membuat sejumlah kalangan masyarakat memilih menggunakan kembali minyak jelantah untuk menggoreng.

Minyak jelantah akan mudah sekali mengalami perubahan warna, mulai kecoklatan hingga kehitaman sesuai banyak pengulangan pemakaian untuk menggoreng. Bau dan flavor dalam minyak terdapat secara alami, namun dapat juga terjadi akibat adanya asam-asam lemak berantai pendek akibat kerusakan minyak.

Kerusakan utama pada minyak jelantah adalah timbulnya bau dan rasa tengik, timbulnya kekentalan minyak, terbentuknya busa dan adanya kotoran dari bumbu bahan penggoreng (Ramdja, 2014).



Gambar 2.3 Minyak jelantah

Pada dasarnya semakin sering digunakan maka tingkat kerusakan minyak akan semakin tinggi. Jika mengonsumsi minyak goreng yang sudah rusak maka akan menimbulkan rasa gatal pada tenggorokan. Oleh sebab itu, minyak jelantah sebaiknya tidak digunakan kembali untuk menggoreng bahan makanan. Minyak jelantah dapat dimanfaatkan untuk hal-hal lain yang bersifat ekonomis seperti mengubah menjadi biodiesel maupun dimurnikan menggunakan adsorben ampas tebu (Ramdja, 2014).

### 3. Kualitas Minyak Goreng

Proses pengolahan makanan umumnya dilakukan dengan dua cara, yaitu memasak dan menggoreng. Umumnya masyarakat Indonesia

menggunakan minyak untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik agar terhindar dari berbagai jenis gangguan kesehatan. Penggunaan Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih minyak goreng yang berkualitas baik yaitu sebagai berikut (Nasruddin, 2015).

a. Komposisi

Komposisi suatu minyak goreng tentunya akan menjadi faktor pertama yang menentukan kualitas minyak dan hal ini sangat mudah dilakukan dengan membaca label kemasan.

b. Warna

Salah satu ciri minyak goreng sehat dan layak dikonsumsi adalah warnanya yang berwarna bening dan jernih. Semakin bening dan jernih menunjukkan kualitas yang semakin baik.

c. Aroma

Minyak goreng yang baik memiliki aroma yang khas. Minyak goreng yang sudah lama tentu akan beraroma tidak sedap karena telah mengalami kerusakan. Jika minyak ini dikonsumsi, maka, potensi gangguan kesehatan akan meningkat.

d. Tidak mudah beku

Minyak goreng sehat dan layak konsumsi adalah minyak yang tidak mudah membeku atau memiliki titik beku yang rendah. Hal ini juga dapat menjadi tanda bahwa minyak hanya mengandung sedikit lemak jenuh.

e. Menyerupai air

Minyak goreng sehat dan layak konsumsi memiliki karakteristik dan tekstur yang menyerupai air serta tidak lengket. Dengan

demikian, minyak goreng tidak akan terserap berlebihan ke dalam makanan. Jika merujuk ke konsep fisika, minyak goreng yang menyerupai air itu harus pula memiliki karakteristik fisik yang menyerupai air, seperti memiliki nilai viskositas dan indeks bias yang rendah. Berdasarkan literatur, air (aquades) memiliki nilai viskositas 1,002 mPa.s pada suhu 20°C dan nilai indeks bias 1,304. Indeks bias dan viskositas merupakan sifat optik yang representatif untuk menyatakan kualitas suatu cairan, termasuk minyak goreng (Idris, 2016).

#### **4. Analisis Minyak Goreng**

Analisis minyak yang sering dilakukan pada bahan makanan dapat dibedakan menjadi tiga tujuan, yaitu sebagai berikut:

- a. Penentuan kuantitatif, digunakan untuk menentukan kadar minyak yang terdapat dalam bahan makanan;
- b. Penentuan kualitas minyak sebagai bahan makanan yang berkaitan dengan proses ekstraksi, penjernihan (*refining*), penghilangan bau (*deodorizing*), penghilangan warna (*bleaching*), dan sebagainya.
- c. Penentuan sifat fisis dan kimia yang mencirikan sifat khas minyak.

Analisis ini pada dasarnya berhubungan erat dengan kekuatan daya simpan minyak, sifat goreng, bau maupun rasanya. Tolak ukur kualitas ini termasuk angka asam lemak bebas (*free fatty acid*), bilangan peroksida, tingkat ketengikan dan kadar air (Ramdja, 2014).

## B. Fluida

Fluida merupakan jenis zat yang dapat mengalir. Secara umum, bentuk fluida cenderung tidak tetap karena bergantung pada wadah atau penampungan tempat zat itu berada. Oleh sebab itu, pemanfaatan berbagai macam fluida dalam kehidupan sehari-hari cukup banyak ditemukan, bahkan tubuh manusia sebagian besar tersusun dari fluida. Fluida juga memiliki sifat memiliki massa, menempati wadah dan dapat memberikan tekanan ke segala arah. Pembahasan fluida digolongkan menjadi dua, yaitu fluida yang tidak mengalir (fluida statis) dan fluida yang mengalir (fluida dinamis). Air pada kolam renang atau bak penampungan serta minyak goreng didalam wadah merupakan beberapa contoh dari fluida statis. Zat cair yang disebutkan pada contoh tersebut cenderung relatif diam sehingga dikategorikan kedalam fluida statis, seperti ditunjukkan pada gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4 Minyak di dalam wadah merupakan fluida statis

Fluida dinamis juga mudah ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti air yang mengalir melalui pipa atau selang seperti pada gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 Fluida dinamis  
(sumber: Giancoli, 2013:66)

Aliran fluida dinamik dibedakan menjadi dua kategori, yaitu aliran yang bersifat tunak atau laminar (*steady*) dan aliran turbulen (*turbulent*). Pada aliran tunak masing-masing partikel fluida mengalir secara teratur dan tidak saling memotong, atau dengan kata lain laju masing-masing partikel dalam aliran tunak cenderung konstan. Sementara itu pada aliran turbulen, aliran fluida tidak teratur dengan laju partikel yang beragam sehingga tinjauannya sangat sulit.

Fluida statis maupun dinamis memiliki karakteristik zat pada umumnya seperti massa jenis. Massa jenis merupakan perbandingan massa suatu zat terhadap volumenya. Massa jenis sering juga disebut kerapatan dan merupakan salah satu sifat penting dari suatu zat. Massa jenis zat dapat ditentukan menggunakan persamaan

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

dengan  $m$  adalah massa zat dan  $V$  adalah volume zat.

Setiap fluida juga memiliki nilai massa jenis yang berbeda-beda sesuai karakteristik masing-masing fluida. Nilai massa jenis beberapa jenis fluida ditunjukkan pada tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3 Nilai massa jenis beberapa fluida

No	Jenis fluida	Massa jenis (kg/m <sup>3</sup> )
1	Air (4°C)	1.000
2	Minyak goreng	910 - 930
3	Minyak kelapa	924
4	Alkohol	785
5	Etil Alkohol	810
6	Raksa	13.546
7	Oli	880 - 940
8	Bensin	680
9	Air laut	1.230
10	Susu murni	1.020 - 1.050
11	Gliserol	1.261
12	Oksigen cair	1.141

(Hambali, 2015)

### C. Viskositas dan Indeks Bias

#### 1. Viskositas

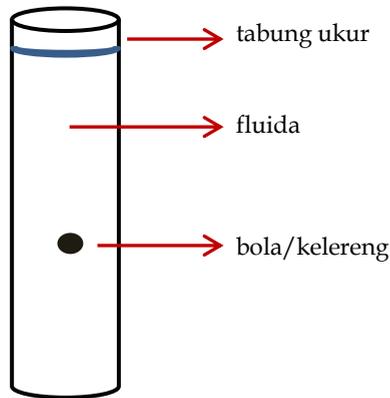
Viskositas atau kekentalan dapat dibayangkan sebagai gesekan antara satu bagian dengan bagian lain di dalam fluida. Setiap fluida mempunyai sifat kekentalan, hal itu terjadi karena partikel-partikel di dalam fluida tersebut bertumbukan (Giancoli, 2013).

Viskositas adalah ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan atau fluida. Kekentalan merupakan sifat cairan yang berhubungan erat dengan hambatan untuk mengalir. Cairan yang mengalir cepat seperti air, alkohol dan bensin mempunyai viskositas kecil. Sedangkan cairan yang mengalir lambat seperti gliserin, minyak castor dan madu mempunyai viskositas besar. Jadi viskositas tidak lain menentukan kecepatan mengalirnya suatu cairan. Terdapat banyak faktor

yang mempengaruhi nilai kekentalan suatu fluida, salah satunya adalah suhu. Pada suhu tinggi nilai viskositas suatu fluida akan menurun.

Viskositas berkaitan erat dengan gesekan yang terjadi antara molekul-molekul dalam suatu fluida yang dapat menahan aliran fluida sehingga dinyatakan sebagai indikator tingkat kekentalan. Jika gesekan yang terjadi besar, maka viskositas yang akan ditimbulkan juga besar. Jika gaya gesekan antara permukaan dua materi sebanding dengan gaya tekan suatu permukaan terhadap yang lain, maka gaya gesekan antara permukaan materi dengan medium tempat materi itu bergerak sebanding dengan kecepatan gerak materi tersebut terhadap mediumnya. Sementara itu gaya gesekan antara molekul-molekul fluida akan sebanding dengan gradien kecepatan aliran molekul-molekul itu.

Pada umumnya pengukuran koefisien viskositas fluida berdasarkan hambatan gerakan benda di dalam fluida. Nilai kuantitatif viskositas suatu fluida dapat dihitung dengan membandingkan gaya tekan per satuan luas terhadap gradien kecepatan aliran fluida (Warsito, 2015). Viskositas dapat diukur dengan beberapa metode diantaranya menggunakan difraksi Fraunhofer celah tunggal, metode viskometer Oswald, metode orifice (alat untuk mengukur laju aliran volume atau massa fluida di dalam saluran yang tertutup), metode temperatur dan rasio gesek yang tinggi, metode rotasi, metode vibrasi, metode ultrasonik maupun prinsip bola jatuh (*falling ball method*) menggunakan tabung panjang yang diisi fluida yang akan diukur nilai viskositasnya (Yusibani, 2017). Prinsip pengukuran viskositas dengan prinsip bola jatuh pada tabung kaca ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.6 Pengukuran nilai viskositas prinsip bola jatuh

Nilai viskositas dapat dihitung dengan persamaan:

$$\eta = \frac{2gr^2t(\rho_b - \rho_f)}{9s} \quad (2.2)$$

dengan  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi,  $r$  adalah jari-jari bola/kelereng,  $\rho_b$  adalah massa jenis bola/kelereng,  $\rho_f$  adalah massa jenis fluida, dan  $t$  adalah waktu yang diperlukan bola/kelereng yang melalui tabung dengan panjang  $s$ .

Minyak goreng yang telah dipakai berulang dan mengalami pemanasan berkali-kali akan mengubah nilai viskositasnya. Hal ini terlihat secara fisis bahwa kekentalan produk minyak goreng tersebut meningkat.

## 2. Indeks Bias

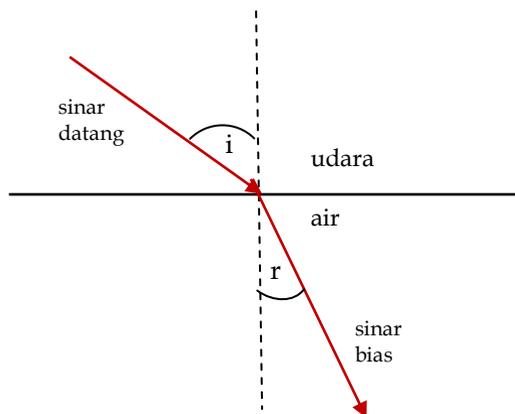
Pada tahun 1621 ditemukan hukum tentang pembiasan oleh seorang ilmuwan berkebangsaan Belanda yaitu Willebrord Snellius yang lebih dikenal dengan hukum Snellius. Hukum Snellius menjelaskan bahwa saat seberkas cahaya merambat dari suatu medium ke medium

lainnya yang memiliki perbedaan kerapatan dengan sudut datang  $i$ , maka cahaya akan dibiaskan dengan sudut bias  $r$ . Perbedaan kerapatan ini disebabkan karena kedua medium ini memiliki nilai indeks bias yang berbeda. Indeks bias diberi lambang huruf  $n$ . Menurut hukum Snellius indeks bias dapat dirumuskan

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (2.3)$$

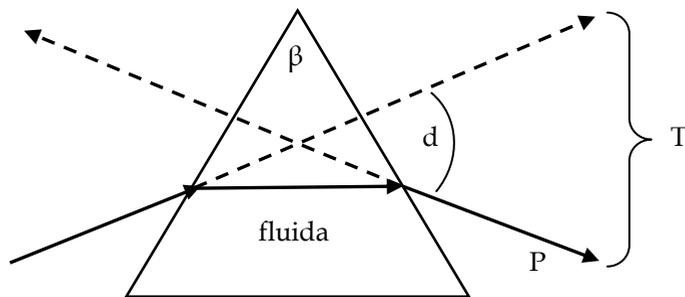
Indeks bias merupakan derajat penyimpangan cahaya yang dilewatkan pada suatu medium. Alat untuk mengukur nilai indeks bias disebut refraktrometer. Contoh indeks bias yang terjadi di keseharian kita adalah saat kita melihat permukaan kolam renang yang terlihat dangkal atau pensil yang terlihat bengkok saat berada di dalam gelas berisi air, hal ini disebabkan oleh terjadinya pembiasan cahaya (Giancoli, 2013).

Secara teori fisika, kecepatan cahaya di ruang hampa lebih cepat dari kecepatan cahaya di medium tertentu, sehingga nilai indeks bias ini selalu lebih besar dari satu. Semakin tinggi nilai indeks bias suatu medium maka semakin besar cahaya dibelokkan oleh medium tersebut. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2.7 berikut.



Gambar 2.7 Pembiasan cahaya

Dalam ilmu fisika, indeks bias menyatakan perbandingan antara kecepatan cahaya dalam ruang hampa udara dibandingkan dengan kecepatan cahaya pada suatu medium. Salah satu cara mengukur indeks bias yaitu menggunakan prinsip pembiasan pada prisma kaca. Pada dasarnya, pengukuran indeks bias seperti ini menggunakan konsep pembiasan cahaya saat melewati dua medium dengan kerapatan (indeks bias) yang berbeda. Berkas cahaya dilewatkan pada prisma kaca berongga yang diisi fluida untuk diukur sudut deviasi minimum berkas cahaya setelah melewati fluida dalam prisma seperti ditunjukkan pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Prinsip pembiasan cahaya pada prisma kaca berongga

Sudut deviasi  $d$  adalah sudut yang dibentuk oleh perpotongan dari perpanjangan garis perambatan cahaya bias yang meninggalkan prisma pada sisi permukaan keluar prisma berongga. Sudut deviasi minimum  $d_m$  adalah sudut penyimpangan (deviasi) berkas cahaya dari arah datang berkas cahaya saat sudut datang pada permukaan sisi masuk prisma sama dengan sudut bias pada sisi permukaan keluar prisma. Indeks bias fluida dalam prisma kaca tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(d_m + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta} \quad (2.4)$$

dengan  $d_m$  adalah sudut deviasi minimum antara berkas cahaya datang dengan cahaya yang dibiaskan oleh fluida,  $\beta$  adalah sudut pembias prisma (sudut yang dibentuk oleh dua permukaan prisma yang saling berpotongan) dan  $n$  adalah indeks bias fluida dalam prisma. Sudut deviasi minimum diaproksimasi menjadi sudut deviasi berkas cahaya saja sehingga tidak memerlukan pengukuran sudut datang berkas cahaya. Besarnya sudut deviasi berkas cahaya keluar dari prisma kaca ditentukan dengan teorema Pythagoras sehingga sudut deviasi minimum  $d_m$  dapat ditulis sebagai sudut deviasi  $d$  yaitu

$$\sin d_m \cong \sin d = \frac{T}{P} \quad (2.5)$$

$$d_m \cong d = \sin^{-1}\left(\frac{T}{P}\right) \quad (2.6)$$

dengan  $d$  adalah sudut deviasi antara berkas cahaya datang tanpa adanya fluida dalam prisma kaca berongga dengan berkas cahaya yang dibiaskan setelah lewat melalui fluida dalam prisma,  $T$  merupakan jarak antara titik acuan berkas cahaya laser pada layar ketika prisma tidak diisi fluida dengan sisi keluar prisma dan  $P$  merupakan jarak pembiasan cahaya laser, yaitu jarak antara titik keluar berkas cahaya laser pada sisi keluaran prisma ke layar.

Minyak goreng yang telah dipakai berulang dan mengalami pemanasan berkali-kali akan mengubah nilai indeks biasnya (Zhou, 2019). Hal ini terlihat secara fisis bahwa kekeruhan produk minyak goreng tersebut meningkat, artinya secara kualitas minyak tersebut telah mengalami perubahan.

#### D. Kajian (Penelitian)

Identifikasi adalah kegiatan mencari, menemukan, mengumpulkan, meneliti, mendaftarkan, mencatat data dan informasi dari kebutuhan lapangan. Secara intensitas kebutuhan dapat dikategorikan dua macam yakni kebutuhan terasa yang sifatnya mendesak dan kebutuhan terduga yang sifatnya tidak mendesak. Identifikasi sangat penting dilakukan untuk mengetahui informasi suatu hal secara komprehensif, misalnya kualitas suatu produk.

Studi dan kajian tentang kualitas minyak goreng telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti. Kisch (2013) melakukan kajian untuk mengetahui kualitas minyak dan diperoleh bahwa perubahan nilai indeks bias pada minyak dapat dijadikan suatu indikator untuk menentukan apakah minyak masih baru atau telah dipakai. Rosalina (2015) melakukan kajian tentang viskositas minyak goreng pada berbagai variasi suhu dan diperoleh bahwa nilai viskositas terendah dimiliki oleh minyak goreng yang telah digunakan secara berulang. Ghandoor (2016) melakukan penelitian tentang pengukuran indeks bias minyak menggunakan interferometer pipa kapiler yang ditembakinya sinar laser He-Ne dan diperoleh hasil bahwa nilai indeks bias menjadi hal yang penting bagi minyak karena menjadi salah satu faktor yang menentukan komponen penyusun minyak itu. Nilai indeks bias minyak yang diukur berada pada rentang 1,446 - 1,498. Nilai ini diperoleh dengan tingkat keakuratan sebesar  $5 \times 10^{-6}$ .

Sementara itu, Twort (2017) melakukan studi tentang *mineral oils* dan diperoleh bahwa minyak dengan nilai viskositas tertentu berbahaya bagi kesehatan tubuh manusia bahkan dapat menyebabkan tumor. Sutiah

(2015) melakukan penelitian tentang kualitas minyak goreng yang belum dipakai dan setelah dipakai menggunakan parameter fisika seperti viskositas dan indeks bias. Penelitian dilakukan menggunakan alat viscometer Ostwald dan prisma kaca. Hasilnya diperoleh bahwa minyak goreng mengalami penurunan kualitas setelah digunakan yang ditandai dengan menurunnya nilai viskositas dan indeks biasnya.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Rusdiana (2017) yang memperoleh bahwa minyak goreng kemasan dengan merk yang berbeda memiliki kualitas berbeda. Hal ini ditandai dengan nilai parameter fisika yang berbeda dari minyak goreng kemasan tersebut. Mujadin (2015) melakukan studi tentang kualitas minyak goreng yang telah dipakai dan hasilnya menunjukkan bahwa minyak kelapa (*coconut oil*) memiliki perubahan nilai indeks bias yang kecil meskipun telah digunakan secara berulang, berbeda dengan minyak goreng curah.

Penelitian lainnya juga telah dilakukan oleh Idris (2016) berkaitan dengan studi kualitas minyak goreng menggunakan prinsip pembiasan sinar laser He-Ne pada prisma kaca berongga (*hollow prism*). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai indeks bias minyak goreng meningkat seiring meningkatnya frekuensi pemakaian. Hasil pengukuran menunjukkan nilai indeks bias minyak baru lebih rendah dibandingkan minyak goreng yang telah dipakai, baik satu kali, dua kali maupun tiga kali. Nilai indeks bias minyak baru diperoleh 1,5152. Sedangkan minyak goreng yang telah dipakai satu, dua dan tiga kali untuk menggoreng memiliki nilai indeks bias berturut-turut 1,5246, 1,5328 dan 1,5402. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pengukuran indeks bias minyak goreng menggunakan *hollow prism* yang dibuat dari kaca komersial biasa

ini sangat akurat dan sangat sensitif karena dapat mengukur dengan tepat perubahan sangat kecil indeks bias minyak goreng. Namun, instrumen ini masih perlu dikembangkan dengan dimensi yang lebih kecil sehingga lebih praktis dan hemat.

Studi lainnya juga dilakukan oleh Yusibani (2017) tentang pengukuran nilai viskositas beberapa jenis minyak goreng setelah pemanasan juga telah dilakukan dan diperoleh hasil bahwa nilai koefisien viskositas minyak kelapa sawit setelah pemanasan satu jam terjadi kenaikan sebesar 33% untuk minyak curah dan 56% untuk minyak kemasan. Setelah 10 kali pengulangan pemakaian selama 30 menit diperoleh bahwa nilai koefisien viskositas minyak curah naik sebesar 45% dan minyak goreng kemasan sebesar 76%. Bahan makanan yang digoreng menggunakan minyak dengan nilai viskositas dan indeks bias yang relatif tinggi akan membuat minyak banyak menempel diatas permukaan bahan makanan sehingga menjadi kurang sehat. Namun, nilai viskositas dan indeks bias minyak juga tidak boleh terlalu kecil sebab akan membuat titik didih terlalu rendah sehingga menjadikan minyak lebih cepat habis.

Penelitian lainnya tentang pengukuran indeks bias minyak kelapa sawit menggunakan metode difraksi Fraunhofer menunjukkan bahwa pemakaian minyak goreng berulang akan menurunkan kualitasnya yang dicirikan dengan meningkatnya nilai indeks bias minyak sehingga dapat membahayakan kesehatan (Supriyadi, 2014). Warsito juga telah melakukan penelitian tentang desain dan analisis pengukuran viskositas dengan metode bola jatuh berbasis sensor *Optocoupler*. Dari studi tersebut diperoleh bahwa nilai viskositas gliserin yang diperoleh sesuai dengan

nilai yang tercantum pada literatur dan hanya memberikan kesalahan sebesar 0,57% (Warsito, 2015). Penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran nilai viskositas menggunakan prinsip bola jatuh memiliki keakuratan yang tinggi. Sementara itu penelitian yang dilakukan oleh Wei Zhou (2019) menunjukkan bahwa nilai indeks bias minyak mengalami penurunan secara bertahap saat minyak terus dipanaskan. Saat minyak dipanaskan dan mencapai suhu 70°C indeks bias minyak mencapai nilai minimum 1,462. Tingkat akurasi dalam penelitian ini adalah 0,0081-0,35%.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen. Pada penelitian eksperimen, terdapat tiga prinsip dasar yang harus diperhatikan yaitu *replication* (pengulangan dari eksperimen dasar), *randomization* (digunakan pada uji signifikan valid), dan *blocking* (isolasi *treatment* dari pengaruh faktor lain agar hasil eksperimen lebih akurat). Pada penelitian ini prosedur yang dilakukan berdasarkan standar pengujian viskositas dan indeks bias minyak goreng. Data diperoleh berdasarkan eksperimen yang dilakukan. Untuk memastikan keakuratan hasil, pengukuran dilakukan dengan pengulangan sehingga diperoleh nilai rata-rata dan kesalahan relatif.

### **B. Waktu, Lokasi dan Sampel Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Juli 2020 di dua lokasi yaitu Jalan Rahmat Nomor 20 Tungkop Aceh Besar sebagai tempat pengambilan dan penyiapan sampel minyak goreng serta Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Syiah Kuala Banda Aceh sebagai tempat pengujian viskositas dan indeks bias minyak goreng. Adapun sampel penelitian yang digunakan adalah minyak sawit bermerk, minyak sawit curah, dan minyak kelapa.

### **C. Alat dan Bahan**

#### **1. Alat**

- a. Sumber sinar laser hijau.

- b. Tabung gelas panjang yang dilengkapi dengan pembatas dari tali berwarna.
- c. Gelas ukur.
- d. Prisma kaca berongga.
- e. Corong
- f. Kelereng berjumlah dua butir dengan ukuran yang berbeda.
- g. Mistar besi.
- h. Jangka sorong.
- i. Mikrometer sekrup.
- j. Neraca O'haus.
- k. Stopwatch.

## **2. Bahan**

- a. Minyak goreng, terdiri dari minyak sawit bermerk, minyak sawit curah, dan minyak kelapa. Minyak goreng ini masing-masing divariasikan menjadi minyak goreng baru (belum dipakai), satu kali pakai, dan dua kali pakai.
- b. Tahu, penyiapan minyak goreng satu kali pakai dan dua kali pakai yaitu minyak goreng yang dipakai untuk menggoreng tahu selama 5 menit dengan api sedang.

## **D. Langkah-Langkah Penelitian**

### **1. Pengambilan sampel**

Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis minyak goreng, yaitu minyak sawit bermerk, minyak sawit curah, dan minyak kelapa. Masing-masing sampel minyak goreng tersebut divariasikan menjadi tiga jenis yaitu minyak goreng yang baru (belum dipakai),

minyak goreng satu kali pakai dan dua kali pakai. Semua sampel minyak goreng ini diperoleh dari pasar terdekat.

## 2. Penyiapan sampel

Penyiapan sampel minyak goreng dilakukan di Jalan Rahmat Nomor 20 Tungkop Aceh Besar. Penyiapan minyak goreng satu kali pakai dan dua kali pakai yaitu minyak goreng yang dipakai untuk menggoreng tahu selama 5 menit dengan api sedang seperti ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Proses penyiapan sampel

## 3. Pengukuran Viskositas dan Indeks Bias sampel

Pengukuran Viskositas dan Indeks Bias sampel minyak goreng dilakukan di Laboratorium Pendidikan Fisika FKIP Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

- a. Proses diawali dengan menentukan nilai massa jenis sampel minyak goreng yang telah dipersiapkan. Selanjutnya dilakukan pengukuran massa jenis kelereng yang akan digunakan. Jari-jari kelereng diukur menggunakan jangka sorong dan mikrometer skrup. Massa kelereng ditimbang

menggunakan neraca O'hauss. Proses ini dilanjutkan dengan pengukuran viskositas menggunakan prinsip kelereng jatuh pada tabung kaca panjang yang dilengkapi pembatas dari tali berwarna putih di bagian atas dan bawah tabung seperti ditunjukkan pada gambar 3.2. Jarak antar pembatas ini diukur menggunakan mistar besi. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai viskositas, viskositas rata-rata dan kesalahan relatif pengukuran setiap sampel. Perhitungan ini dilakukan menggunakan persamaan yang telah ditetapkan.



Gambar 3.2 Alat ukur viskositas menggunakan tabung kaca

- b. Pengukuran indeks bias minyak goreng menggunakan prinsip pembiasan cahaya menggunakan sinar laser hijau pada prisma kaca berongga (*hollow prism*). Proses ini diawali dengan pembuatan prisma kaca berongga. Prisma ini dibuat menggunakan kaca komersial biasa dengan transparansi yang

tinggi dan ketebalan 5 mm. Prisma kaca dibuat dengan alas berbentuk persegi dengan ukuran sisi 10 cm x 10 cm, demikian juga dengan sisi segitiganya dengan ukuran 10 cm seperti ditunjukkan pada gambar 3.3 berikut. Bagian-bagian kaca pembentuk prisma direkatkan dengan lem kaca yang berdaya rekat tinggi. Prisma kaca berongga ini akan diisi dengan minyak goreng. Pada salah satu sisi prisma dibuat sebuah lubang kecil untuk celah memasukkan minyak goreng ke dalam prisma kaca menggunakan corong plastik.



Gambar 3.3 Prisma kaca berongga

Pengukuran nilai indeks bias sampel minyak dilakukan dengan menembakkan berkas sinar laser hijau ke arah prisma kaca yang telah diisi sampel.

Langkah awal adalah mengukur nilai  $T$  dan  $P$  seperti yang terdapat pada gambar (2.7).  $T$  merupakan jarak antara titik acuan berkas cahaya laser pada layar ketika prisma tidak diisi fluida dengan sisi keluar prisma dan  $P$  merupakan

jarak pembiasan cahaya laser, yaitu jarak antara titik keluar berkas cahaya laser pada sisi keluaran prisma ke layar.  $T$  dan  $P$  diukur saat eksperimen dilakukan, kemudian sudut deviasi minimum  $d_m$  berkas cahaya laser dihitung menggunakan persamaan (2.6). Indeks bias minyak goreng dihitung menggunakan persamaan (2.4) dengan memasukkan nilai  $d_m$  yang diperoleh dari persamaan (2.6) dan nilai sudut pembias prisma ( $\beta$ ) yaitu  $60^\circ$ . Pengukuran akan dilakukan dengan memvariasikan jenis minyak goreng dan frekuensi pemakaian, serta dilakukan perulangan sebanyak lima kali agar diperoleh nilai yang lebih presisi. Tinggi rendahnya tingkat presisi suatu pengukuran dapat ditinjau berdasarkan nilai kesalahan relatif (Idris, 2016). Data pengukuran berulang ini akan digunakan untuk menghitung nilai rata-rata dan kesalahan relatif. Kesalahan relatif dihitung menggunakan persamaan

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (3.1)$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{S_x}{\bar{x}} \times 100\% \quad (3.2)$$

## E. Rencana Pembahasan

Adapun teknik analisis yang digunakan adalah dengan statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti

melalui data sampel sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum.

Teknik ini mendeskripsikan kondisi dari data yang telah diperoleh dan menyajikannya dalam bentuk tabel, grafik, diagram, dan bentuk penyajian data lainnya yang dinarasikan dalam bentuk uraian singkat. Hasil penelitian diperoleh dari proses pengukuran dan perhitungan menggunakan prinsip-prinsip dan persamaan yang telah tersedia. Pengukuran besaran-besaran terkait dilakukan menggunakan alat ukur yang tersedia di laboratorium dan jika diperlukan akan dikalibrasi sesuai kebutuhan eksperimen.

Hasil penelitian identifikasi kualitas beberapa jenis sampel minyak goreng ini akan dianalisis untuk setiap variasi jenis minyak goreng yang digunakan, baik data massa jenis, viskositas maupun indeks bias. Pengukuran juga akan dilakukan secara berulang untuk memperoleh hasil yang lebih teliti dengan mengambil nilai rata-ratanya lalu dihitung nilai kesalahan relatif. Data yang diperoleh akan dicatat dan diolah secara ilmiah. Data ini lalu disajikan dalam bentuk tabel agar mudah dilakukan identifikasi. Data yang diperoleh juga akan disajikan dalam bentuk grafik. Grafik yang disajikan merupakan grafik yang menunjukkan nilai viskositas dan indeks bias pada masing-masing minyak goreng untuk setiap variasi minyak baru, satu kali pakai dan dua kali pakai.

Dari data tersebut akan diidentifikasi kualitas minyak goreng untuk setiap jenis sampel minyak yang digunakan, yaitu minyak sawit bermerk, minyak sawit curah, dan minyak kelapa masing-masing untuk kondisi baru (belum dipakai), satu kali pakai dan dua kali pakai.

Kemudian, akan ditentukan jenis minyak goreng mana yang menunjukkan kualitas baik dan tidak baik, serta kondisi yang mana pula yang memiliki kualitas baik dan tidak baik. Hal ini harapannya akan menjadi referensi bagi para peneliti, universitas dan juga masyarakat dalam memilih dan menggunakan minyak goreng yang baik dalam kehidupan sehari-hari. Analisis data juga akan menunjukkan bagaimana tingkat keakuratan prisma kaca berongga yang digunakan untuk menentukan nilai indeks bias sampel minyak.

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Massa Jenis Minyak Goreng

Massa jenis tiap minyak goreng diukur menggunakan neraca O'hauss dan gelas ukur yang diisi minyak goreng dengan volume 100 ml. Data massa tiap sampel minyak goreng disajikan dalam tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Massa sampel minyak goreng ( $V = 100 \text{ ml}$ )

No	Jenis Minyak Goreng	Massa (gram)	
1	Minyak Goreng Curah	Baru	91,3
		Satu kali pakai	91,0
		Dua kali pakai	90,2
2	Minyak Goreng Bermerk	Baru	92,0
		Satu kali pakai	91,7
		Dua kali pakai	91,1
3	Minyak Kelapa	Baru	92,5
		Satu kali pakai	92,3
		Dua kali pakai	91,8

Perhitungan massa jenis tiap minyak goreng menggunakan persamaan (2.1) dengan  $m$  adalah massa minyak goreng dan  $V$  adalah volume minyak goreng yang dalam hal ini telah ditentukan 100 ml atau  $1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ . Contoh perhitungan massa jenis minyak goreng curah baru adalah sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{91,3 \times 10^{-3} \text{ kg}}{1 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 913 \text{ kg/m}^3$$

Contoh perhitungan massa jenis minyak kelapa baru adalah sebagai berikut.

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{92,5 \times 10^{-3} \text{ kg}}{1 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 925 \text{ kg/m}^3$$

Hasil perhitungan tiap massa jenis minyak goreng yang digunakan dalam penelitian ditampilkan dalam tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Massa jenis tiap minyak goreng

No	Jenis Minyak Goreng		Massa Jenis (kg/m <sup>3</sup> )
1	Minyak Curah	Baru	913
		Satu kali pakai	910
		Dua kali pakai	902
2	Minyak Bermerk	Baru	920
		Satu kali pakai	917
		Dua kali pakai	911
3	Minyak Kelapa	Baru	925
		Satu kali pakai	923
		Dua kali pakai	918

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa massa jenis sampel minyak goreng menurun seiring pengulangan pemakaian. Minyak kelapa memiliki massa jenis paling tinggi diantara dua jenis sampel minyak lainnya dan minyak curah memiliki nilai massa jenis paling rendah. Setelah digunakan satu kali, semua sampel minyak goreng mengalami penurunan massa jenis yang tidak terlalu besar, namun setelah digunakan dua kali untuk menggoreng penurunan nilai massa jenisnya cukup besar.

## 2. Data Viskositas Minyak Goreng

Pengukuran viskositas tiap jenis minyak goreng menggunakan prinsip bola jatuh. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini meliputi tabung kaca yang dilengkapi pembatas dari karet gelang (batas atas dan batas bawah), gelas ukur, kelereng, mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca, dan stopwatch. Jarak yang digunakan antara batas karet gelang atas dan bawah adalah 40 cm untuk semua jenis minyak goreng. Hasil pengukuran massa, diameter dan jari-jari kelereng besar dan kecil ditunjukkan pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Massa dan jari-jari kelereng

No	Massa (g)	Diameter (cm)	Jari-jari (cm)
1	2,8	1,208	0,604
2	5,1	1,512	0,756

Volume kelereng diperoleh menggunakan persamaan menghitung volume bola yaitu

$$V = \frac{4\pi r^3}{3}$$

dengan  $r$  adalah jari-jari kelereng dalam satuan meter (m). Contoh perhitungan volume dan massa jenis kelereng untuk kelereng kecil ( $r = 0,00604$  m,  $m = 2,8 \times 10^{-3}$  kg) sebagai berikut.

$$V = \frac{4\pi r^3}{3}$$

$$V = \frac{4(3,14)(0,00604)^3}{3}$$

$$V = 9,20 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

Sementara itu, massa jenis kelereng ditentukan menggunakan persamaan (2.1) di atas.

$$\rho = \frac{2,8 \times 10^{-3}}{9,20 \times 10^{-7}} = 3.043,47 \text{ kg/m}^3$$

Hasil perhitungan volume dan massa jenis kelereng disajikan dalam tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Volume dan massa jenis kelereng

No	Volume (m <sup>3</sup> )	Massa jenis (kg/m <sup>3</sup> )
1	9,20 x 10 <sup>-7</sup>	3.043,47
2	1,81 x 10 <sup>-6</sup>	2.817,67

Selanjutnya, akan dilakukan pengukuran viskositas sampel minyak goreng menggunakan tabung gelas panjang yang dilengkapi pembatas dari karet gelang di bagian atas dan bawah tabung. Dalam proses ini akan diukur nilai  $t$  yaitu waktu jatuh yang diperlukan bola/kelereng melalui tabung kaca yang telah diisi sampel minyak mulai dari batas yang diberi tanda tali berwarna di bagian atas dan bawah dengan panjang  $s = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$ .

### 3. Perhitungan Nilai Viskositas Minyak Goreng

Viskositas sampel minyak goreng dihitung dengan persamaan (2.2). Viskositas dinyatakan dalam satuan Pa.s (pascal sekon). Contoh perhitungan viskositas untuk minyak curah baru ( $\rho_f = 913 \text{ kg/m}^3$ ) dengan nilai  $t = 1,28$  detik,  $r = 0,604 \times 10^{-2} \text{ m}$  dan  $\rho_b = 3.043,47 \text{ kg/m}^3$  adalah sebagai berikut.

$$\eta = \frac{2gr^2t(\rho_b - \rho_f)}{9s}$$

$$\eta = \frac{2(10)(0,604 \times 10^{-2})^2(1,28)(3043,47 - 913)}{9(0,4)}$$

$$\eta = \frac{1,9897}{3,6}$$

$$\eta = 0,5527 \text{ Pa.s}$$

Contoh perhitungan viskositas untuk minyak bermerk satu kali pakai ( $\rho_f = 917 \text{ kg/m}^3$ ) dengan nilai  $t = 0,92$  detik,  $r = 0,756 \times 10^{-2} \text{ m}$  dan  $\rho_b = 2.817,67 \text{ kg/m}^3$  adalah sebagai berikut.

$$\eta = \frac{2gr^2t(\rho_b - \rho_f)}{9s}$$

$$\eta = \frac{2(10)(0,756 \times 10^{-2})^2(0,92)(2817,67 - 917)}{9(0,4)}$$

$$\eta = \frac{1,9987}{3,6}$$

$$\eta = 0,5552 \text{ Pa.s}$$

Pengukuran besaran-besaran terkait untuk menentukan nilai viskositas tiap sampel dilakukan berulang hingga lima kali, lalu dihitung nilai viskositas rata-rata untuk tiap sampel. Selanjutnya, dihitung nilai kesalahan relatif untuk tiap sampel minyak goreng menggunakan persamaan (3.1) dan (3.2).

a. minyak goreng curah

Contoh data perhitungan nilai viskositas untuk minyak goreng curah ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Nilai viskositas minyak goreng curah baru

No	$x$	$\bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	0,5597	0,5536	0,00003721
2	0,5527		0,00000081
3	0,5560		0,00000576
4	0,5505		0,00000961
5	0,5493		0,00001849
$\Sigma(x - \bar{x})^2$			0,00007188

Selanjutnya kesalahan relatif dihitung dan diperoleh

$$S_x = \sqrt{\frac{0,00007188}{5(5-1)}} = 0,00189$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{0,00189}{0,5536} = 0,0034.$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai viskositas rata-rata sampel minyak goreng curah baru sebesar 0,5536 Pa.s dengan kesalahan relatif pengukuran 0,0034. Dengan menggunakan cara yang sama, diperoleh nilai viskositas rata-rata untuk sampel minyak goreng curah satu kali pakai sebesar 0,5641 Pa.s dengan kesalahan relatif 0,0038. Sementara itu untuk sampel minyak goreng curah dua kali pakai diperoleh nilai viskositas rata-rata sebesar 0,5778 Pa.s dengan kesalahan relatif 0,0033.

b. Minyak goreng bermerk

Contoh data perhitungan nilai viskositas untuk minyak goreng bermerk ditunjukkan pada tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Nilai viskositas minyak goreng bermerk baru

No	$x$	$\bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	0,5504	0,5515	0,00000121
2	0,5489		0,00000676
3	0,5536		0,00000441
4	0,5502		0,00000169
5	0,5547		0,00001024
$\Sigma(x - \bar{x})^2$			0,00002431

Selanjutnya kesalahan relatif dihitung dan diperoleh

$$S_x = \sqrt{\frac{0,00002431}{5(5-1)}} = 0,0011$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{0,0011}{0,5515} = 0,0020.$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai viskositas rata-rata sampel minyak goreng bermerk baru sebesar 0,5515 Pa.s dengan kesalahan relatif pengukuran 0,0020. Dengan menggunakan cara yang sama, diperoleh nilai viskositas rata-rata untuk sampel minyak goreng bermerk satu kali pakai sebesar 0,5564 Pa.s dengan kesalahan relatif 0,0022. Sementara itu untuk sampel minyak goreng bermerk dua kali pakai diperoleh nilai viskositas rata-rata sebesar 0,5677 Pa.s dengan kesalahan relatif 0,0088.

c. Minyak kelapa

Contoh data perhitungan nilai viskositas untuk minyak kelapa ditunjukkan pada tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 Nilai viskositas minyak kelapa baru

No	$x$	$\bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	0,5165	0,5178	0,00000169
2	0,5176		0,00000004
3	0,5186		0,00000064
4	0,5202		0,00000576
5	0,5165		0,00000169
$\Sigma(x - \bar{x})^2$			0,00000982

Selanjutnya kesalahan relatif dihitung dan diperoleh

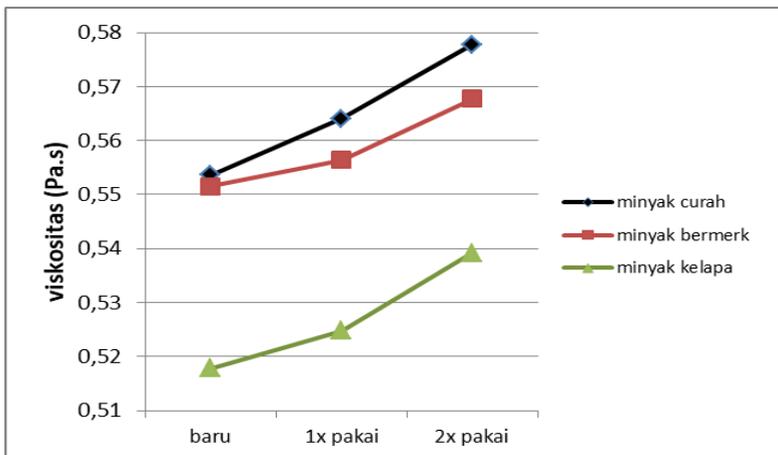
$$S_x = \sqrt{\frac{0,00000982}{5(5-1)}} = 0,00070$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{0,00070}{0,5178} = 0,0013.$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai viskositas rata-rata sampel minyak kelapa baru sebesar 0,5178 Pa.s dengan kesalahan relatif pengukuran 0,0013. Dengan menggunakan cara yang sama, diperoleh nilai viskositas rata-rata untuk sampel minyak kelapa satu kali pakai sebesar 0,5248 Pa.s dengan kesalahan relatif 0,0036. Sementara itu untuk sampel minyak kelapa dua kali pakai diperoleh nilai viskositas rata-rata sebesar 0,5392 Pa.s dengan kesalahan relatif 0,0039. Selanjutnya, data hasil perhitungan viskositas sampel minyak goreng yang telah diperoleh ditampilkan dalam tabel 4.8 dan gambar 4.1 berikut ini.

Tabel 4.8 Nilai viskositas sampel minyak goreng

No	Jenis sampel		Viskositas (Pa.s)
1	Minyak curah	Baru	$0,5536 \pm 0,0034$
		Satu kali pakai	$0,5641 \pm 0,0038$
		Dua kali pakai	$0,5778 \pm 0,0033$
2	Minyak bermerk	Baru	$0,5515 \pm 0,0020$
		Satu kali pakai	$0,5564 \pm 0,0022$
		Dua kali pakai	$0,5677 \pm 0,0088$
3	Minyak kelapa	Baru	$0,5178 \pm 0,0013$
		Satu kali pakai	$0,5248 \pm 0,0036$
		Dua kali pakai	$0,5392 \pm 0,0039$



Gambar 4.1 Grafik nilai viskositas sampel minyak goreng

Gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa nilai viskositas semua sampel minyak goreng mengalami peningkatan setelah digunakan. Minyak goreng curah mengalami peningkatan nilai viskositas sebesar 0,0105 Pa.s (1,89%) setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar

0,0242 Pa.s (4,37%) setelah digunakan dua kali. Minyak goreng bermerk mengalami peningkatan viskositas sebesar 0,0049 Pa.s (0,88%) setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 0,0162 Pa.s (2,93%) setelah digunakan dua kali. Sementara itu, minyak kelapa mengalami peningkatan viskositas sebesar 0,007 Pa.s (1,35%) setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 0,0214 Pa.s (4,13%) setelah digunakan dua kali.

#### **4. Perhitungan Nilai Indeks Bias Minyak Goreng**

Pengukuran nilai indeks bias sampel minyak goreng dilakukan berdasarkan prinsip pembiasan cahaya menggunakan sinar laser hijau pada prisma kaca berongga (*hollow prism*). Prisma ini dibuat menggunakan kaca komersial biasa dengan ketebalan 5 mm. Prisma kaca dibuat dengan alas berbentuk persegi dengan ukuran sisi 10 cm x 10 cm, demikian juga sisi segitiganya dengan ukuran 10 cm (gambar 3.3).

Bagian-bagian kaca pembentuk prisma direkatkan dengan lem kaca yang berdaya rekat tinggi sehingga transmitansi sisi-sisi prisma sangat baik dan simetris. Pada salah satu sisi prisma dibuat sebuah lubang kecil untuk celah memasukkan minyak goreng ke dalam prisma kaca menggunakan corong plastik. Prisma kaca memiliki transparansi tinggi sehingga warna sampel minyak terlihat dengan jelas, sehingga terlihat jelas perbedaan warna sampel minyak baru dan minyak yang telah digunakan. Sampel minyak juga dapat ditempatkan dengan stabil dalam prisma sehingga eksperimen dapat dilakukan dengan lancar.

Untuk menentukan nilai indeks bias minyak goreng, telah diukur beberapa besaran yang diperlukan saat eksperimen dilakukan, yaitu nilai

$T$  dan  $P$  (Gambar 2.8).  $T$  merupakan jarak antara titik acuan berkas cahaya laser hijau pada layar ketika prisma tidak diisi fluida dengan sisi keluar prisma dan  $P$  merupakan jarak pembiasan cahaya laser, yaitu jarak antara titik keluar berkas cahaya laser pada sisi keluaran prisma ke layar.

Sudut deviasi minimum  $d_m$  berkas cahaya laser dihitung menggunakan persamaan (2.6). Contoh perhitungan nilai indeks bias sampel minyak kelapa baru dengan nilai  $T = 4,70$  cm dan  $P = 7,83$  cm adalah sebagai berikut.

$$d_m = \sin^{-1}\left(\frac{T}{P}\right)$$

$$d_m = \sin^{-1}\left(\frac{4,70}{7,83}\right)$$

$$d_m = \sin^{-1}(0,60025)$$

$$d_m = 36,688^\circ$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai indeks bias sampel minyak kelapa baru menggunakan persamaan (2.4) dengan memasukkan nilai  $d_m$  yang diperoleh dan nilai sudut pembias prisma  $\beta$  yaitu  $60^\circ$ . Indeks bias tidak memiliki satuan.

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (d_m + \beta)}{\sin \frac{1}{2} \beta}$$

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2} (36,88 + 60)}{\sin \left(\frac{1}{2} \cdot 60\right)}$$

$$n = \frac{0,7482}{0,5}$$

$$n = 1,4965$$

Contoh perhitungan nilai indeks bias untuk minyak goreng curah baru dengan nilai  $T = 4,55$  cm dan  $P = 7,30$  cm adalah sebagai berikut.

$$d_m = \sin^{-1}\left(\frac{T}{P}\right)$$

$$d_m = \sin^{-1}\left(\frac{4,55}{7,30}\right)$$

$$d_m = \sin^{-1}(0,62328)$$

$$d_m = 38,55^\circ$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan nilai indeks bias sampel minyak goreng curah baru menggunakan persamaan (2.4) dengan memasukkan nilai  $d_m$  yang diperoleh dari perhitungan di atas dan nilai sudut pembias prisma  $\beta$  yaitu  $60^\circ$ .

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(d_m + \beta)}{\sin \frac{1}{2}\beta}$$

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(38,55 + 60)}{\sin(\frac{1}{2} \cdot 60)}$$

$$n = \frac{0,75785}{0,5}$$

$$n = 1,5157$$

Pengukuran besaran-besaran terkait untuk menentukan nilai indeks bias tiap sampel dilakukan berulang hingga lima kali, lalu dihitung nilai indeks bias rata-rata untuk tiap sampel. Selanjutnya, dihitung nilai kesalahan relatif untuk tiap sampel minyak goreng menggunakan persamaan (3.1) dan (3.2).

#### a. minyak goreng curah

Contoh data perhitungan nilai indeks bias untuk minyak goreng curah ditunjukkan pada tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Nilai indeks bias minyak goreng curah baru

No	$x$	$\bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	1,5091	1,5140	0,00002401
2	1,5182		0,00001764
3	1,5157		0,00000289
4	1,5102		0,00001444
5	1,5168		0,00000784
$\Sigma(x - \bar{x})^2$			0,00006682

Selanjutnya dihitung kesalahan relatif dan diperoleh

$$S_x = \sqrt{\frac{0,00006682}{5(5-1)}} = 0,00182$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{0,00182}{1,5140} = 0,0012$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai indeks bias rata-rata sampel minyak goreng curah baru sebesar 1,5140 dengan kesalahan relatif pengukuran 0,0012. Dengan menggunakan cara yang sama, diperoleh nilai indeks bias rata-rata untuk sampel minyak goreng curah satu kali pakai sebesar 1,5277 dengan kesalahan relatif 0,0062. Sementara itu untuk sampel minyak goreng curah dua kali pakai diperoleh nilai indeks bias sebesar 1,5394 dengan kesalahan relatif 0,0055.

b. minyak goreng bermerk

Contoh data perhitungan nilai indeks bias untuk minyak goreng bermerk ditunjukkan pada tabel 4.10 berikut ini.

Tabel 4.10 Nilai indeks bias minyak goreng bermerk baru

No	$x$	$\bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	1,4995	1,5031	0,00005776
2	1,5096		0,00004225
3	1,5081		0,000025
4	1,4931		0,0001
5	1,5092		0,00003721
$\Sigma(x - \bar{x})^2$			0,00026222

Selanjutnya dihitung kesalahan relatif dan diperoleh

$$S_x = \sqrt{\frac{0,00026222}{5(5-1)}} = 0,00362$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{0,00362}{1,5031} = 0,0024.$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai indeks bias rata-rata sampel minyak goreng bermerk baru sebesar 1,5031 dengan kesalahan relatif pengukuran 0,0024. Dengan menggunakan cara yang sama, diperoleh nilai indeks bias rata-rata untuk sampel minyak goreng bermerk satu kali pakai sebesar 1,5107 dengan kesalahan relatif 0,0069. Sementara itu untuk sampel minyak goreng bermerk dua kali pakai diperoleh nilai indeks bias sebesar 1,5186 dengan kesalahan relatif 0,0041.

c. minyak kelapa

Contoh data perhitungan nilai indeks bias untuk minyak kelapa ditunjukkan pada tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11 Nilai indeks bias minyak kelapa baru

No	$x$	$\bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	1,4895	1,4967	0,00005184
2	1,5088		0,00014641
3	1,4925		0,00001764
4	1,4965		0,00000004
5	1,4962		0,00000025
$\Sigma(x - \bar{x})^2$			0,00021618

Selanjutnya dihitung kesalahan relatif dan diperoleh

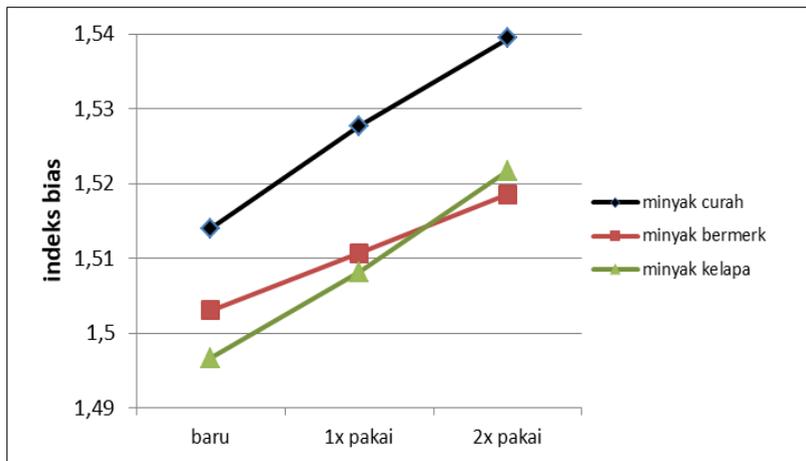
$$S_x = \sqrt{\frac{0,0021618}{5(5-1)}} = 0,00328$$

$$\text{Kesalahan relatif} = \frac{0,00328}{1,5031} = 0,0022$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai indeks bias rata-rata sampel minyak kelapa baru sebesar 1,4967 dengan kesalahan relatif pengukuran 0,0022. Dengan menggunakan cara yang sama, diperoleh nilai indeks bias rata-rata untuk sampel minyak kelapa satu kali pakai sebesar 1,5082 dengan kesalahan relatif 0,0060. Sementara itu untuk sampel minyak kelapa dua kali pakai diperoleh nilai indeks bias sebesar 1,5217 dengan kesalahan relatif 0,0095. Selanjutnya, data hasil perhitungan indeks bias sampel minyak goreng yang telah diperoleh ditampilkan dalam tabel 4.12 dan gambar 4.2 berikut ini.

Tabel 4.12 Nilai indeks bias sampel minyak goreng

No	Jenis sampel		Indeks bias
1	Minyak curah	Baru	1,5140 ± 0,0012
		Satu kali pakai	1,5277 ± 0,0062
		Dua kali pakai	1,5394 ± 0,0055
2	Minyak bermerk	Baru	1,5031 ± 0,0024
		Satu kali pakai	1,5107 ± 0,0069
		Dua kali pakai	1,5186 ± 0,0041
3	Minyak kelapa	Baru	1,4967 ± 0,0022
		Satu kali pakai	1,5082 ± 0,0060
		Dua kali pakai	1,5217 ± 0,0095



Gambar 4.2 Grafik nilai indeks bias sampel minyak goreng

Gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa nilai indeks bias semua sampel minyak goreng mengalami peningkatan setelah digunakan. Minyak goreng curah mengalami peningkatan nilai indeks bias sebesar

0,0137 (0,90%) setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 0,0254 (1,67%) setelah digunakan dua kali. Minyak goreng bermerk mengalami peningkatan indeks bias sebesar 0,0076 (0,50%) setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 0,0155 (1,03%) setelah digunakan dua kali. Sementara itu, minyak kelapa mengalami peningkatan indeks bias sebesar 0,0115 (0,77%) setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 0,025 (1,67%) setelah digunakan dua kali.

## **B. Pembahasan**

Minyak goreng merupakan minyak atau lemak yang berasal dari pemurnian bagian tumbuhan dan biasanya digunakan untuk menggoreng atau menumis bahan makanan. Minyak goreng umumnya berbentuk cair dalam suhu ruangan dan umumnya diperoleh dari tumbuhan-tumbuhan seperti kelapa dan kelapa sawit. Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas dan penambah kalori bahan pangan. Kualitas suatu minyak goreng dapat diketahui dari beberapa parameter fisika maupun kimia, diantaranya viskositas dan indeks bias. Kualitas suatu minyak goreng berbanding terbalik terhadap nilai viskositas dan indeks bias, sehingga jika nilai viskositas dan indeks biasnya meningkat maka kualitas minyak tersebut menurun (Zhou, 2019).

Eksperimen menunjukkan bahwa minyak kelapa memiliki massa jenis paling tinggi diantara dua jenis sampel minyak lainnya dan minyak curah memiliki massa jenis paling rendah. Massa jenis sampel minyak goreng menunjukkan penurunan seiring pengulangan pemakaian. Pada dasarnya, minyak goreng sehat dan bagus untuk dikonsumsi memiliki karakteristik dan tekstur yang menyerupai air (Mujadin, 2015). Nilai

massa jenis air (akuades) adalah  $1000 \text{ kg/m}^3$  ( $40^\circ\text{C}$ ). Dengan memperhatikan nilai massa jenisnya maka dapat dikatakan bahwa minyak kelapa lebih sehat dan lebih bagus untuk dikonsumsi dibandingkan dua jenis minyak sawit lainnya. Selain itu, dapat juga dikatakan bahwa minyak yang belum dipakai (baru) lebih sehat dan lebih bagus dikonsumsi dibandingkan minyak jelantah.

Hasil pengukuran viskositas sampel minyak goreng curah menunjukkan nilai  $0,5536 \text{ Pa.s}$  dengan kesalahan relatif  $0,0034$ . Viskositas sampel minyak goreng bermerk diperoleh  $0,5515 \text{ Pa.s}$  dengan kesalahan relatif  $0,0020$ . Sementara itu, nilai viskositas sampel minyak kelapa adalah  $0,5178 \text{ Pa.s}$  dengan kesalahan relatif  $0,0013$ . Hasil ini mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh Rusdiana (2017) bahwa viskositas minyak goreng sawit bermerk (merk A, B dan C) berada pada interval  $0,5400 - 0,5500 \text{ Pa.s}$  dan untuk viskositas sampel minyak goreng curah bernilai  $0,555 \text{ Pa.s}$ . Hasil ini juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Yusibani (2017) bahwa nilai viskositas tertinggi diperoleh pada sampel minyak goreng curah. Viskositas minyak sangat erat hubungannya dengan massa jenis. Semakin tinggi nilai massa jenis suatu fluida maka nilai viskositasnya akan semakin rendah (Zhou, 2019). Pernyataan ini sesuai dengan hasil yang diperoleh bahwa sampel minyak yang memiliki massa jenis besar akan memiliki nilai viskositas yang kecil, demikian pula sebaliknya.

Minyak goreng curah mengalami peningkatan nilai viskositas tertinggi yaitu sebesar  $1,89\%$  setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar  $4,37\%$  setelah digunakan dua kali. Minyak kelapa mengalami peningkatan nilai viskositas di urutan kedua yaitu sebesar

1,35% setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 4,13% setelah digunakan dua kali. Sementara itu, minyak goreng bermerk mengalami peningkatan nilai viskositas terendah yaitu hanya 0,88% setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 2,93% setelah digunakan dua kali. Hal ini menunjukkan bahwa nilai viskositas sampel minyak goreng meningkat seiring pengulangan pemakaian sehingga dapat dinyatakan bahwa kualitas minyak goreng menurun setelah digunakan.

Berdasarkan hasil eksperimen ini, diketahui bahwa minyak goreng bermerk mengalami kenaikan nilai viskositas yang paling minimum dibandingkan dua sampel lain. Hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh oleh Yusibani (2017) bahwa minyak goreng sawit kemasan mengalami peningkatan viskositas yang relatif kecil sekali saat digunakan berulang. Hal yang sama juga dinyatakan oleh Rosalina (2015) bahwa nilai viskositas tertinggi diperoleh pada sampel minyak goreng yang telah digunakan secara berulang (minyak jelantah).

Hasil eksperimen pengukuran indeks bias sampel minyak goreng curah menunjukkan nilai 1,5140 dengan kesalahan relatif 0,0012. Indeks bias sampel minyak goreng bermerk diperoleh 1,5031 dengan kesalahan relatif 0,0024. Sementara itu, nilai indeks bias sampel minyak kelapa adalah 1,4967 dengan kesalahan relatif 0,0022. Hasil ini mendekati nilai yang diperoleh dalam penelitian Hambali (2015) yaitu nilai indeks bias sampel minyak sawit berkisar antara 1,495-1,515. Nilai indeks bias sampel minyak kelapa juga mendekati hasil yang diperoleh yaitu 1,495. Hasil ini juga tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Idris (2016) bahwa nilai indeks bias minyak goreng sawit curah adalah 1,5152 dengan kesalahan relatif 0,0002. Hasil ini juga diperkuat

oleh penelitian yang dilakukan oleh Rusdiana (2017) bahwa nilai indeks bias minyak sawit bermerk A, B dan C adalah sama yaitu 1,4942.

Selain viskositas, nilai indeks bias sampel minyak goreng juga meningkat seiring pengulangan pemakaian. Nilai indeks bias minyak baru lebih rendah dibandingkan minyak goreng yang telah dipakai, baik satu kali maupun dua kali. Hal ini memperkuat pernyataan bahwa kualitas minyak goreng menurun setelah digunakan. Minyak goreng curah mengalami peningkatan nilai indeks bias tertinggi yaitu sebesar 0,90% setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 1,67% setelah digunakan dua kali. Minyak kelapa mengalami peningkatan nilai indeks bias di urutan kedua yaitu sebesar 0,77% setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 1,67% setelah digunakan dua kali. Sementara itu, minyak goreng bermerk mengalami peningkatan nilai indeks bias terendah yaitu sebesar 0,50% setelah digunakan satu kali dan peningkatan sebesar 1,03% setelah digunakan dua kali.

Hasil pengukuran nilai indeks bias ini tidak jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Idris (2016) bahwa nilai indeks bias minyak goreng sawit curah meningkat 0,0094 (0,62%) setelah satu kali pemakaian dan meningkat 0,0176 (1,15%) setelah dua kali pemakaian. Hasil ini juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Rusdiana (2017) bahwa nilai indeks bias minyak sawit bermerk A, B dan C masing-masing meningkat 0,0114, 0,026 dan 0,026 setelah satu kali pemakaian serta meningkat 0,0658, 0,0824, dan 0,0658 setelah dua kali pemakaian. Selain itu, Mujadin (2015) melakukan studi tentang kualitas minyak goreng yang telah dipakai dan hasilnya menunjukkan bahwa minyak

sawit bermerk memiliki perubahan nilai indeks bias yang kecil meskipun telah digunakan secara berulang.

Minyak goreng yang baik adalah minyak goreng yang tidak berbau dan enak rasanya, jernih dan disukai warnanya, stabil dan tahan terhadap panas. Minyak goreng sehat dan layak konsumsi memiliki karakteristik dan tekstur yang menyerupai air serta tidak lengket. Dengan demikian, minyak goreng tidak akan terserap berlebihan ke dalam makanan. Jika merujuk ke konsep fisika, minyak goreng yang menyerupai air itu harus pula memiliki karakteristik fisik yang menyerupai air, seperti memiliki nilai viskositas dan indeks bias yang rendah (Ghandoor, 2016).

Berdasarkan hasil pengukuran eksperimen diperoleh bahwa sampel minyak kelapa baru memiliki nilai viskositas dan indeks bias yang paling kecil diantara dua sampel lain. Dengan demikian, dapat dijustifikasi bahwa minyak kelapa memiliki kualitas yang lebih baik diantara minyak goreng curah dan minyak goreng bermerk. Minyak kelapa memiliki titik asap lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa sawit. Titik asap adalah suhu pada saat minyak mulai menghasilkan asap ketika dipanaskan. Minyak kelapa tidak mudah rusak ketika dipakai untuk menggoreng dan hasil gorengan lebih baik serta tidak cepat gosong (Nasruddin, 2015). Selain itu, minyak goreng bermerk memiliki kualitas yang lebih rendah dibandingkan minyak kelapa namun berkualitas lebih tinggi dibandingkan minyak goreng curah.

Berdasarkan hasil diatas dapat pula dikatakan bahwa semakin besar frekuensi pengulangan pemakaian minyak goreng, maka semakin tinggi pula nilai viskositas dan indeks bias minyak tersebut serta semakin

menurun kualitasnya. Meningkatnya nilai viskositas dan indeks bias sampel minyak goreng setelah dipakai ini dapat disebabkan oleh reaksi kompleks yang terjadi selama proses penggorengan seperti pelarutan lemak dari bahan makanan (Zhou, 2019). Jika memperhatikan besar kenaikan nilai parameter ini untuk setiap sampel, maka dapat dikatakan bahwa sampel minyak goreng bermerk mengalami kenaikan yang paling kecil dibandingkan minyak goreng curah dan minyak kelapa sehingga lebih aman digunakan berulang hingga dua kali. Hal ini disebabkan karena minyak ini telah melalui serangkaian proses penyulingan dan pemurnian multi proses (enam tahap) sehingga lebih aman digunakan berulang hingga dua kali (Supriyadi, 2014).

Indeks bias berhubungan dengan tingkat kejernihan suatu zat cair, sedangkan viskositas berhubungan dengan kekentalan zat cair. Minyak goreng berkualitas tinggi ditandai dengan nilai kekentalan (viskositas) dan indeks bias yang rendah. Bahan makanan yang digoreng menggunakan minyak dengan nilai viskositas dan indeks bias yang relatif kecil akan membuat minyak tidak banyak menempel di atas permukaan bahan makanan sehingga lebih sehat. Namun, nilai viskositas dan indeks bias minyak juga tidak boleh terlalu kecil sebab akan membuat titik didih terlalu rendah sehingga menjadikan minyak lebih cepat habis (Yusibani, 2017).

Disadur dari berbagai sumber, konsumsi minyak goreng masyarakat Indonesia tergolong tinggi dan berpotensi meningkat terus setiap tahun. Pemilihan minyak goreng yang memiliki kualitas baik bagi kesehatan akan menjadi hal penting yang harus dilakukan oleh masyarakat. Dari hasil penelitian ini dapat dinyatakan bahwa minyak

goreng yang paling baik kualitasnya adalah minyak kelapa. Namun, harga minyak kelapa di pasaran relatif tinggi sehingga tidak semua lapisan masyarakat dapat membeli dan menggunakannya secara rutin. Oleh sebab itu, masyarakat dapat memilih minyak goreng kelapa sawit bermerk untuk keperluan sehari-hari. Selain harganya yang relatif lebih terjangkau, kualitas minyak ini tidak mengalami perubahan yang cukup signifikan setelah digunakan berulang.

Presisi (ketelitian) dalam pengukuran diperoleh jika terdapat kesesuaian diantara beberapa data pengukuran yang dilakukan secara berulang. Tinggi rendahnya tingkat presisi suatu pengukuran dapat ditinjau berdasarkan nilai kesalahan relatif (Idris, 2016). Berdasarkan tabel 4.8 diatas, kesalahan relatif pengukuran viskositas sampel minyak goreng berada pada kisaran angka 0,0013–0,0088. Sementara itu, berdasarkan tabel 4.13 diatas kesalahan relatif pengukuran indeks bias sampel minyak goreng berada pada kisaran angka 0,0012–0,0095. Hal ini menunjukkan bahwa hasil eksperimen menggunakan instrumen dalam penelitian ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan analisis data hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa minyak kelapa memiliki nilai viskositas dan indeks bias yang lebih kecil dibandingkan minyak goreng curah dan minyak goreng bermerk, sehingga minyak kelapa memiliki kualitas yang lebih baik. Nilai viskositas dan indeks bias semua sampel minyak goreng mengalami peningkatan setelah digunakan. Hal ini menunjukkan kualitas minyak goreng menurun setelah digunakan. Minyak goreng bermerk mengalami kenaikan viskositas dan indeks bias yang paling kecil dibandingkan dua sampel lain sehingga minyak goreng bermerk lebih aman digunakan berulang hingga dua kali. Sementara itu, kesalahan relatif pengukuran viskositas dan indeks bias sampel minyak goreng masing-masing berada pada interval nilai 0,0013–0,0088 dan 0,0012–0,0095, sehingga hasil pengujian menggunakan instrumen dalam penelitian ini memiliki tingkat presisi yang tinggi.

#### **B. Saran**

Disarankan untuk melakukan pengembangan penelitian dengan menggunakan beberapa jenis sampel minyak lain yang juga digunakan dalam memasak oleh masyarakat Indonesia seperti minyak zaitun dan minyak jagung. Selain itu, disarankan untuk melakukan variasi beberapa jenis sampel minyak goreng bermerk yang dijual di pasaran agar memberikan hasil yang lebih representatif untuk minyak bermerk.

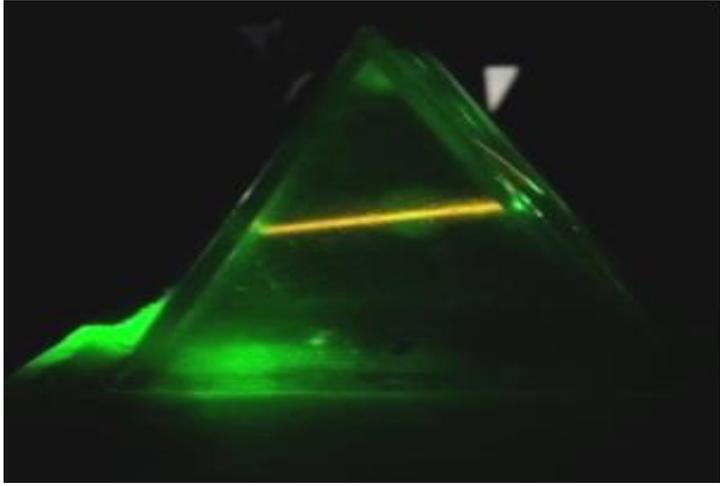
## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, B. (2015). *Prospek Perkebunan dan Industri Minyak Sawit dan Kelapa di Indonesia*. Medan: Bussiness Information Focus.
- Budijanto, S. (2015). Kajian Keamanan Pangan dan Kesehatan Minyak Goreng. *Jurnal Teknologi Pangan IPB*, 22.
- Ghandoor, E. (2016). Measuring the Refractive Index of Cruide Oil Using a Capillary Tube Interferometer. *Optics and Laser Technology Journal*, 45-49.
- Giancoli, D. C. (2013). *Physics*. London: LTD Press.
- Hambali, E. (2015). *PBA Minyak dan Lemak*. Bandung: PT Rineka Cipta.
- Idris, N. (2016). Pengembangan Alat Ukur Indeks Bias Menggunakan Prisma Kaca Berongga dari Lembaran Kaca Komersial Biasa dan Laser He-Ne untuk Pengujian Kualitas Minyak Goreng. *Jurnal Risalah Fisika Vol. 1 No. 2*, 39-46.
- Kisch, R. J. (2013). Using Refractive Index to Monitor Oil Quality in High Voltage Transformers. *Journal of British Columbia*, 12.
- LA, T. (2015). *Determination of the Hydrocarbon Composition of Crude Oils*. New York: New York Publishing.
- Mujadin, A. (2015). Pengujian Kualitas Minyak Goreng Berulang Menggunakan Metode Uji Viskositas dan Perubahan Fisis. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 23-28.
- Nasruddin. (2015). Studi Kualitas Minyak Goreng dari Kelapa (*Cocos nucifera L.*) Melalui Proses Sterilisasi dan Pengepresan. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol. 22 No. 1*, 9-18.
- Pahan, I. (2014). *Industri Minyak Kelapa Sawit di Indonesia*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Ramdja, F. (2014). Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Ampas Tebu sebagai Adsorben. *Jurnal Teknik Kimia No. 1 Vol. 17*, 22.
- Rusdiana, R. (2017). Analisis Kualitas Minyak Goreng Berdasarkan Parameter Viskositas dan Indeks Bias. *Jurnal Fisika FST UIN Walisongo*, 4.
- Sudarmadji. (2014). Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. *Jurnal Pertanian Indonesia*, 26.

- Supriyadi. (2014). Pengukuran Indeks Bias Minyak Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer. *Jurnal Ilmu Dasar Vol. 15 No. 2*, 43.
- Tumanggor, P. (2018). *Perkembangan Industri Minyak Goreng di Indonesia*. Jakarta: PT. Rineka Cahyana.
- Twort, C. (2013). The Significance of Density, Refractive Index and Viscosity of Mineral Oils in Relation to the Type and Degree of Animal Reaction. *Journal Manchester Committee on Cancer*, 14.
- Warsito. (2015). Desain dan Analisis Pengukuran Viskositas dengan Metode Bola Jatuh Berbasis Sensor Optocoupler dan Sistem Akuisisinya pada Komputer. *Jurnal Natur Indonesia*, 230-235.
- Yusibani, E. (2017). Pengukuran Viskositas Beberapa Produk Minyak Goreng Kelapa Sawit Setelah Pemanasan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 1-5.
- Zhou, W. (2019). Optical Properties of Crude Oil with Different Temperatures. *International Journal for Light and Electron Optics*, 12-17.

## FOTO-FOTO PENELITIAN







**BIODATA PENELITI**  
**PUSAT PENELITIAN DAN PENERBITAN LP2M**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH TAHUN 2020**

**A. Identitas Diri**

1.	Nama Lengkap <i>(dengan gelar)</i>	<b>Muhammad Nasir, M.Si</b>
2.	Jenis Kelamin L/P	Laki-Laki
3.	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli
4.	NIP	199001122018011001
5.	NIDN	1312019001
6.	NIPN <i>(ID Peneliti)</i>	131201900108001
7.	Tempat dan Tanggal Lahir	Nagan Raya, 12 Januari 1990
8.	E-mail	muh.nasir@ar-raniry.ac.id
9.	Nomor Telepon/HP	085275915771
10.	Alamat Kantor	Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry
11.	Nomor Telepon/Faks	0651-7551423
12.	Bidang Ilmu	Ilmu Fisika
13.	Program Studi	Pendidikan Fisika
14.	Fakultas	Tarbiyah dan Keguruan

**B. Riwayat Pendidikan**

No.	Uraian	S1	S2	S3
1.	Nama Perguruan Tinggi	Universitas Syiah Kuala	Institut Teknologi Bandung	
2.	Kota dan Negara PT	Banda Aceh, Indonesia	Bandung, Indonesia	
3.	Bidang Ilmu/ Program Studi	Pendidikan Fisika	Fisika	
4.	Tahun Lulus	2011	2015	

**C. Pengalaman Penelitian dalam 3 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1.	2018	Identifikasi Miskonsepsi Siswa dalam Pembelajaran Fisika Pada Materi Kinematika Gerak Lurus di SMA Negeri 4 Wira Bangsa Meulaboh	DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh Tahun Anggaran 2019

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 3 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Pengabdian	Sumber Dana
1.	2020	Narasumber Pelatihan Peningkatan Kemampuan Matematika SD Se-Aceh Tengah	Dinas Pendidikan Aceh Tengah
2.	2018	Ceramah motivasi sukses menghadapi SBMPTN 2018 bagi siswa/i SMA/MA kelas XII se-Kota Meulaboh	Pribadi

**E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun/Url
1.	Profil Miskonsepsi Siswa Pada Materi Kinematika Gerak Lurus di SMA Negeri 4 Wira Bangsa Meulaboh (2020)	Jurnal Pendidikan Fisika UIN Alauddin	Vol. 8, No. 1, Maret – Agustus 2020
2.	Calculation of Size Specific Dose Estimates (SSDE) Value at Cylindrical Phantom from CBCT Varian OBI v1.4 X-ray Tube EGSnrc Monte Carlo Simulation Based	Journal of Physics, Institute of Physics	694 (2016) 012040 doi:10.1088/1742-6596/694/1/012040

**F. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir**

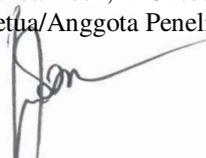
No.	Judul Buku	Tahun	Tebal Halaman	Penerbit

**G. Perolehan HKI dalam 10 Tahun Terakhir**

No.	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID
1	Identifikasi Miskonsepsi Siswa dalam Pembelajaran Fisika Pada Materi Kinematika Gerak Lurus di SMA Negeri 4 Wira Bangsa Meulaboh	2019	Paten Sederhana	000160497

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Banda Aceh, 2 Oktober 2020  
Ketua/Anggota Peneliti,



**Muhammad Nasir, M.Si**  
NIDN. 1312019001