

## Perbandingan Kualitas Minyak Sawit Bermerk dan Minyak Kelapa Menggunakan Parameter Viskositas dan Indeks Bias

Muhammad Nasir\*

*Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Ar-Raniry  
Jalan Syekh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh  
\*email: [muh.nasir@ar-raniry.ac.id](mailto:muh.nasir@ar-raniry.ac.id)*

### Article History

Received: 26 Oktober 2020  
Reviewed: 12 November 2020  
Published: 31 Desember 2020

### Key Words

Cooking oil;  
Coconut oil;  
Viscosity;  
Refractive Index.

### Abstract

This research aims to compare the quality of cooking oil using the viscosity and refractive index parameters. The sample used was cooking oil which is commonly used in Aceh, namely branded palm oil and coconut oil. Each sample was varied into three types, namely new cooking oil, once used and twice used. Measurement of the viscosity and refractive index of cooking oil was carried out at the Physics Education Laboratory of the State Islamic University of Ar-Raniry. Measurement of the viscosity of the sample was carried out using the principle of a falling ball on a glass tube, while the measurement of the refractive index used the principle of light refraction on a hollow glass prism made from ordinary commercial glass sheets. It was obtained that the viscosity of the branded palm oil and coconut oil samples were 0.5515 Pa.s and 0.5178 Pa.s. The refractive index values for branded palm oil and coconut oil samples were 1.5031 and 1.4967. The viscosity and refractive index of coconut oil sample are lower than branded palm oil, so it can be concluded that coconut oil has better quality than branded palm oil. The results of the data analysis also showed that the quality of the two cooking oil samples decreased after repeated use as indicated by the increase in the measured parameter. The branded cooking oil is better to use repeatedly up to two times because it has a minimum increase in viscosity and refractive index compared to coconut oil.

### PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia identik dengan konsumsi minyak goreng. 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 namun

dapat larut dalam pelarut organik. Minyak merupakan fase cair dari lemak (Hambali, 2015). Minyak berbentuk cair sebab memiliki titik leleh lebih rendah dari suhu ruang, sementara lemak memiliki bentuk padat sebab titik lelehnya lebih tinggi dari suhu ruang (Mujadin, 2015). Minyak yang dapat dikonsumsi (*edible fat*) dapat bersumber dari tumbuhan maupun hewan. Minyak yang diolah dari tumbuhan sangat mudah ditemukan seperti minyak kelapa, kelapa sawit, jagung, kacang kedelai, dan zaitun. Minyak-minyak ini digunakan oleh masyarakat Indonesia untuk menggoreng bahan makanan seperti ikan,

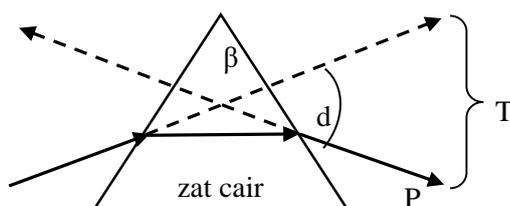
tempe, tahu, dan sebagainya (Sudarmadji, 2015). Minyak goreng memiliki keterkaitan yang erat dengan kesehatan. Makanan yang digoreng berpotensi tinggi memicu penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskular, diabetes dan stroke (Rusdiana, 2017).

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, minyak jagung dan minyak 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. Kementerian Perdagangan menyatakan bahwa masyarakat dapat mengonsumsi minyak goreng yang dijual di pasaran asal sudah melalui proses penyulingan ulang (Ali, 2015). Sementara itu, minyak kelapa diproses melalui ekstraksi daging buah kelapa yang telah tua dan dapat digunakan untuk menggoreng (Karouw, 2019). Minyak kelapa digunakan oleh sebagian kecil masyarakat khususnya di Aceh untuk memasak.

Mayoritas masyarakat di Indonesia termasuk di Aceh menyayangkan apabila sisa minyak goreng yang telah dipakai langsung dibuang padahal pemakaian minyak goreng yang berulang akan menyebabkan kerusakan pada minyak dan mempengaruhi kualitasnya. Sifat fisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kualitas minyak goreng diantaranya warna, bau, titik beku, titik didih, bobot jenis, viskositas dan indeks bias (Warsito, 2015). Viskositas dan indeks bias merupakan dua sifat optik yang representatif untuk menyatakan kualitas suatu minyak goreng. Nilai viskositas dan indeks bias akan mengalami perubahan seiring perubahan kualitas minyak (Ramdja, 2015).

Dalam ilmu fisika, viskositas merupakan besaran yang menyatakan ukuran 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 lebih lambat. Zat yang dapat mengalir dengan 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 dan mengalami pemanasan berkali-kali akan mengubah nilai viskositasnya. Hal ini dapat dilihat secara fisis bahwa kekentalan produk minyak tersebut meningkat. Viskositas fluida dapat diukur dengan berbagai metode, diantaranya prinsip difraksi Fraunhofer celah tunggal atau metode pipa kapiler dengan prinsip bola jatuh (Yusibani, 2017).

Sementara itu, indeks bias adalah derajat penyimpangan cahaya yang dilewatkan pada sebuah medium yang dapat ditembusi cahaya. Indeks bias berhubungan dengan tingkat kejernihan suatu zat cair. Semakin jernih suatu zat cair maka nilai indeks biasnya semakin kecil dan semakin kecil pembelokan cahaya yang terjadi (Faradhilah, 2019). Dalam konsep pembiasan, indeks bias dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara nilai sinus sudut datang dan sinus sudut bias cahaya yang melalui suatu zat cair (Ghandoor, 2016). Pada dasarnya, pengukuran indeks bias menggunakan konsep pembiasan cahaya saat melewati dua medium dengan kerapatan (indeks bias) yang berbeda. Pengukuran indeks bias dapat ditentukan diantaranya menggunakan prinsip pembiasan sinar pada prisma kaca berongga (Idris, 2016) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prinsip pembiasan cahaya pada prisma kaca berongga

$T$  merupakan jarak antara titik acuan berkas sinar laser pada layar saat prisma belum diisi zat cair terhadap sisi keluarnya sinar serta  $P$  adalah jarak pembiasan yang dialami oleh sinar laser. Sementara itu, sudut deviasi  $d$  adalah sudut penyimpangan yang dibentuk dari perpotongan perpanjangan garis perambatan sinar datang dan sinar bias yang keluar dari prisma. Sudut deviasi minimum  $d_m$  adalah sudut deviasi berkas sinar saat sudut datang pada permukaan sisi masuk prisma sama dengan sudut bias pada sisi permukaan keluarnya.

Agar lebih efisien, sudut deviasi minimum dapat diaproksimasi menjadi sudut deviasi berkas sinar sehingga tidak memerlukan pengukuran besar sudut datang (Idris, 2016). Dengan menggunakan prinsip Phytagoras, sudut deviasi minimum  $d_m$  yang ditulis sebagai sudut deviasi  $d$  dapat dituliskan sebagai

$$\sin d_m \cong \sin d = \frac{T}{P} \quad (1)$$

sehingga  $d_m$  dapat ditulis

$$d_m \cong d = \sin^{-1}\left(\frac{T}{P}\right) \quad (2)$$

Adapun keterbaruan dari penelitian ini yaitu pengukuran indeks bias menggunakan metode pembiasan cahaya pada prisma kaca berongga. Kaca berongga ini dibuat sesuai kebutuhan dengan menggunakan kaca komersial biasa. Di samping itu, dalam penelitian ini dilakukan perbandingan kualitas minyak goreng yang melibatkan minyak kelapa (*coconut oil*). Perbandingan kualitas minyak goreng yang digunakan untuk konsumsi sehari-hari telah banyak dilakukan. Namun, pada penelitian ini perbandingan kualitas dilakukan antara minyak goreng sawit bermerk dan minyak kelapa biasa. Hal ini disebabkan kebiasaan sebagian masyarakat di Aceh terutama di daerah pedalaman yang menggunakan minyak kelapa untuk menggoreng bahan makanan. Perbandingan kualitas ini dilakukan untuk mengetahui minyak goreng yang memiliki kualitas terbaik diantara keduanya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimen. Untuk ketelitian hasil, pengukuran viskositas dan indeks bias sampel dilakukan

dengan pengulangan sehingga diperoleh nilai rata-rata dan kesalahan relatif. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2020 di dua lokasi yaitu Jalan KB No. 16A Baet Aceh Besar sebagai tempat penyiapan sampel serta Laboratorium Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Ar-Raniry sebagai tempat pengujian viskositas dan indeks bias sampel.

Sampel penelitian yang digunakan adalah minyak sawit bermerk dan minyak kelapa. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari sumber sinar laser He-Ne, tabung gelas panjang, gelas ukur, prisma kaca berongga, dua butir kelereng, mikrometer sekrup, corong, neraca O'hauss, stopwatch dan mistar besi. Sementara itu, bahan yang digunakan meliputi sampel minyak goreng bermerk dan minyak kelapa. Minyak goreng ini masing-masing divariasikan menjadi minyak goreng baru (belum dipakai), satu kali pakai, dan dua kali pakai. Bahan lainnya adalah tahu yang digoreng menggunakan minyak baru untuk penyiapan minyak goreng satu kali dan dua kali pakai (minyak jelantah). Sampel minyak digunakan untuk menggoreng tahu selama 5 menit dengan api sedang. Penyiapan sampel dilakukan di Jalan KB No. 16A Baet Aceh Besar.

Proses diawali dengan menentukan nilai massa jenis sampel minyak goreng. Selanjutnya dilakukan pengukuran massa jenis kelereng. Jari-jari kelereng diukur menggunakan mikrometer skrup. Volume kelereng dihitung menggunakan persamaan volume bola. 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 yang akan berfungsi sebagai tanda untuk menyalakan dan menghentikan stopwatch. Jarak antar pembatas ini diukur menggunakan mistar besi yaitu 30 cm. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai viskositas, viskositas rata-rata dan kesalahan relatif pengukuran setiap sampel. Perhitungan ini dilakukan menggunakan persamaan

$$\eta = \frac{2gr^2t(\rho_b - \rho_f)}{9s} \quad (3)$$

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

Pengukuran indeks bias minyak goreng menggunakan prinsip pembiasan cahaya menggunakan sinar laser He-Ne pada prisma kaca berongga (*hollow prism*). Proses ini diawali dengan pembuatan prisma kaca berongga menggunakan kaca komersial biasa dengan transparansi yang tinggi dan ketebalan 5 mm. Kaca dipotong menggunakan mesin pemotong kaca bermerk *Makita*. Bagian-bagian kaca pembentuk prisma direkatkan dengan lem kaca yang berdaya rekat tinggi. Pada salah satu sisi prisma dibuat sebuah lubang kecil untuk celah memasukkan minyak goreng ke dalam prisma kaca menggunakan corong plastik. Prisma kaca dibuat dengan alas berbentuk persegi dengan ukuran sisi 10 cm x 10 cm, demikian juga dengan sisi segitiganya berukuran 10 cm seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Langkah awal adalah mengukur nilai  $T$  dan  $P$  seperti yang terdapat pada Gambar 1.  $T$  dan  $P$  diukur dalam satuan cm dan diperoleh saat eksperimen dilakukan. Sudut deviasi minimum  $d_m$  berkas cahaya laser dihitung

menggunakan persamaan (2). Dengan memasukkan nilai  $d_m$  yang diperoleh dan nilai sudut pembias prisma ( $\beta$ ) yaitu  $60^\circ$ , nilai indeks bias sampel minyak goreng dapat dihitung menggunakan persamaan

$$n = \frac{\sin\frac{1}{2}(d_m + \beta)}{\sin\frac{1}{2}\beta} \quad (4)$$

dengan  $d_m$  adalah sudut deviasi minimum antara berkas sinar datang dan sinar bias,  $\beta$  adalah sudut pembias prisma (sudut yang dibentuk oleh dua permukaan prisma yang saling berpotongan) dan  $n$  adalah indeks bias fluida dalam prisma. Pengukuran akan dilakukan dengan memvariasikan jenis minyak goreng dan frekuensi pemakaian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil perhitungan nilai viskositas dan indeks bias sampel minyak goreng yang telah diperoleh ditampilkan dalam Tabel 1 berikut. Viskositas sampel dinyatakan dalam satuan Pa.s (Pascal sekon) sedangkan indeks bias merupakan parameter yang tidak memiliki satuan.



Gambar 2. Prisma Kaca Berongga

Tabel 1. Nilai Viskositas dan Indeks Bias Sampel Minyak Goreng

| No | Jenis sampel   |                 | Viskositas (Pa.s)   | Indeks bias         |
|----|----------------|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1  | Minyak bermerk | Baru            | $0.5515 \pm 0.0020$ | $1.5031 \pm 0.0078$ |
|    |                | Satu kali pakai | $0.5564 \pm 0.0022$ | $1.5107 \pm 0.0069$ |
|    |                | Dua kali pakai  | $0.5677 \pm 0.0088$ | $1.5186 \pm 0.0076$ |
| 2  | Minyak kelapa  | Baru            | $0.5178 \pm 0.0013$ | $1.4967 \pm 0.0024$ |
|    |                | Satu kali pakai | $0.5248 \pm 0.0036$ | $1.5082 \pm 0.0090$ |
|    |                | Dua kali pakai  | $0.5392 \pm 0.0039$ | $1.5217 \pm 0.0095$ |

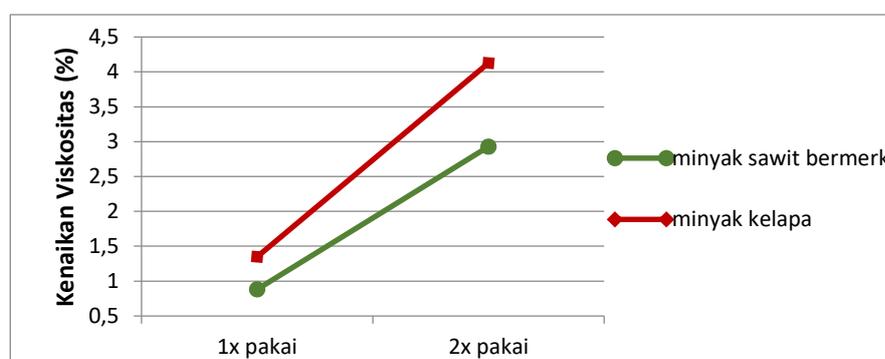
Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengukuran viskositas sampel minyak sawit bermerk baru diperoleh 0.5515 Pa.s dengan kesalahan relatif 0.0020. Viskositas sampel minyak kelapa baru adalah 0.5178 Pa.s dengan kesalahan relatif 0.0013. Hasil ini mendekati hasil penelitian yang dilakukan oleh (Rusdiana, 2017) bahwa viskositas minyak goreng sawit bermerk (merk A, B dan C) berada pada interval 0.5400 – 0.5500 Pa.s. Sementara itu, indeks bias sampel minyak sawit bermerk baru diperoleh 1.5031 dengan kesalahan relatif 0.0078. Indeks bias sampel minyak kelapa baru adalah 1.4967 dengan kesalahan relatif 0.0024. 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 sawit bermerk adalah 1.5042 dengan kesalahan relatif 0.0002.

Kualitas suatu minyak goreng berbanding terbalik terhadap nilai viskositas dan indeks bias, sehingga jika nilai parameter ini meningkat maka kualitas minyak tersebut menurun (Zhou, 2019). Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh bahwa sampel minyak kelapa baru memiliki nilai viskositas dan indeks bias yang lebih kecil. Dengan demikian, dapat dijustifikasi bahwa minyak kelapa memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan minyak sawit bermerk. Titik asap minyak kelapa lebih tinggi daripada titik asap minyak sawit. Titik asap adalah temperatur ketika minyak mulai

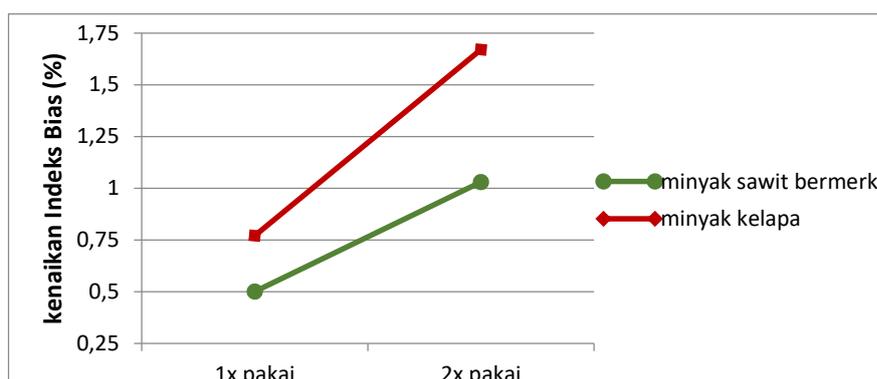
menghasilkan asap saat dipanaskan. Oleh karena itu, minyak kelapa tidak gampang rusak dan hasil masakan lebih baik serta tidak cepat gosong (Nasruddin, 2015).

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa nilai viskositas dan indeks bias sampel minyak goreng meningkat seiring pengulangan pemakaian. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas minyak goreng menurun setelah digunakan. Pernyataan ini tidak jauh berbeda dengan studi yang dilakukan oleh (Budijanto, 2015) bahwa nilai viskositas tertinggi diperoleh pada sampel minyak goreng yang telah digunakan secara berulang (minyak jelantah). Data kenaikan nilai viskositas sampel dapat ditampilkan dalam Gambar 3. Kenaikan nilai viskositas dinyatakan dalam persentase (%).

Gambar 3 menunjukkan bahwa minyak sawit bermerk mengalami kenaikan nilai viskositas sebesar 0.88% setelah digunakan satu kali dan 2.93% setelah digunakan dua kali sedangkan minyak kelapa mengalami kenaikan nilai viskositas sebesar 1.35% setelah digunakan satu kali dan 4.13% setelah digunakan dua kali. Berdasarkan hasil ini, diketahui bahwa minyak sawit bermerk mengalami kenaikan nilai viskositas yang lebih rendah dibandingkan minyak kelapa setelah digunakan berulang. 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. Sementara itu, data kenaikan nilai indeks bias sampel dapat ditampilkan dalam Gambar 4. Kenaikan nilai indeks bias juga dinyatakan dalam persentase (%).



Gambar 3. Persentase Kenaikan Viskositas Sampel



Gambar 4. Persentase Kenaikan Indeks Bias Sampel

Gambar 4 menunjukkan bahwa minyak sawit bermerk mengalami kenaikan nilai indeks bias sebesar 0.50% setelah digunakan satu kali dan 1.03% setelah digunakan dua kali, sedangkan minyak kelapa mengalami kenaikan nilai indeks bias sebesar 0.77% setelah digunakan satu kali dan 1.67% setelah digunakan dua kali. Berdasarkan hasil ini, diketahui bahwa minyak sawit bermerk juga mengalami kenaikan nilai indeks bias yang lebih rendah dibandingkan minyak kelapa setelah digunakan berulang. Hasil pengukuran nilai indeks bias ini tidak memberikan hasil yang jauh berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Idris, 2016) bahwa nilai indeks bias minyak sawit bermerk 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 indeks bias yang kecil meski telah digunakan secara berulang.

Berdasarkan hasil di atas dapat pula dikatakan bahwa semakin besar frekuensi pengulangan penggunaan minyak goreng, maka semakin tinggi nilai viskositas dan indeks bias minyak 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 pada kedua sampel, maka dapat dikatakan bahwa sampel minyak sawit bermerk mengalami kenaikan yang lebih kecil sehingga minyak sawit bermerk lebih aman digunakan berulang dibandingkan minyak kelapa. Hal ini disebabkan karena minyak ini telah melalui serangkaian proses penyulingan dan pemurnian multi proses (enam tahap) sehingga lebih aman digunakan berulang (Supriyadi, 2016).

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 (Elisa, 2015). Bahan makanan yang digoreng menggunakan minyak dengan nilai viskositas dan indeks bias yang relatif kecil seperti minyak kelapa akan membuat minyak tidak banyak terserap dan menempel diatas permukaan bahan makanan sehingga lebih sehat (Twort, 2015). Apalagi pada saat ini, sebagian masyarakat lebih menyukai makanan yang tidak mengandung banyak minyak. 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).

Presisi (ketelitian) dalam pengukuran diperoleh jika terdapat kecocokan diantara beberapa data pengukuran yang dilakukan dengan pengulangan. Pada dasarnya, tingkat presisi suatu pengukuran dapat ditinjau berdasarkan nilai kesalahan relatif (Idris, 2016). Berdasarkan Tabel 1, rata-rata kesalahan

relatif pengukuran viskositas sampel minyak goreng adalah 0.0036. Sementara itu, rata-rata kesalahan relatif pengukuran indeks bias sampel minyak goreng adalah 0.0072. Hal ini menunjukkan bahwa hasil eksperimen menggunakan instrumen dalam penelitian ini memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa minyak kelapa memiliki nilai viskositas dan indeks bias yang lebih kecil dibandingkan minyak sawit bermerk, sehingga minyak kelapa memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan minyak sawit bermerk. Nilai viskositas dan indeks bias kedua sampel minyak goreng mengalami peningkatan setelah digunakan. Dengan menganalisis kualitas setelah pemakaian, dapat dinyatakan bahwa minyak sawit bermerk mengalami kenaikan viskositas dan indeks bias yang lebih rendah dibandingkan minyak kelapa sehingga minyak sawit bermerk lebih aman untuk digunakan berulang.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan dana bantuan penelitian dengan kontrak No. 410/PPK-UIN/PUSLIT/I/2020 yang sumbernya berasal dari DIPA Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Tahun Anggaran 2020.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- 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.
- Elisa. (2015). Perbedaan Indeks Bias Minyak Goreng Curah dengan Minyak Goreng Kemasan Bermerk Sunco. *Jurnal Fisika Edukasi*, 76-80.
- Faradhilah. (2019). Mengukur Indeks Bias Berbagai Jenis Kaca Dengan Menggunakan Prinsip Pembiasan. *Indonesian Journal of Integrated Science Education Vol. 1 No. 2*, 23-28.
- Ghandoor, E. (2016). Measuring the Refractive Index of Cruide Oil Using a Capillary Tube Interferometer. *Optics and Laser Technology Journal*, 45-49.
- Hambali, E. (2015). *PBA Minyak dan Lemak*. Jakarta: 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.
- Karouw, S. (2019). Teknologi Pengolahan Minyak Kelapa dan Hasil ikutannya. *Jurnal Litbang Pertanian Vol. 38 No. 2*, 86-95.
- 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.
- Ramdja, F. (2015). 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. (2015). Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. *Jurnal Pertanian Indonesia*, 26-33.
- Supriyadi. (2016). Pengukuran Indeks Bias Minyak Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode Difraksi Fraunhofer. *Jurnal Ilmu Dasar Vo. 15 No. 2*, 43.
- Tumanggor, P. (2018). *Perkembangan Industri Minyak Goreng di Indonesia*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Twort, C. (2015). 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. (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.