

# Observation the Change of Light Polarization Angle as the Effect of Applied Static Electrics Field at Cooking Oil

Oleh :  
Nina Widyastuti / J2D 004 186  
Jurusan Fisika FMIPA UNDIP  
2008

## ABSTRACT

*The non linear optic, especially concerning the effect of applied voltage and heating duration at cooking oil to the change of polarization angle at cooking oil has been studied.*

*External electrics field which used at this research resulted from two parallel plates  $5 \times 3$  cm, separate 2.5 cm and applied high voltage from 0 to 11 kV. Light sources which used in this research: red laser pointer ( $\lambda = 650$  nm) and green laser pointer ( $\lambda = 532$  nm) and used brands of cooking oil A, B, C. Every cooking oil devided into three conditions: before heated, after 8 minutes heated and after 16 minutes heated. The character which observed is effect of applied static electrics field and heating duration to change of laser polarization angle and the effect of inversion electrics field direction to change of light polarization angle.*

*Result of observation at three cooking oil type got that:*

- 1. An increasing of applied voltage given the biggest change of light polarization angle at cooking oil after 16 minutes heated.*
- 2. The biggest change of polarization angle occurred at oil of B after 16 minutes heated.*
- 3. Change of light polarization angle that happened after inverting electrics field **E** direction smaller than before inverting **E** direction.*

*Keywords : non linear optic, polarization, polarization angle.*

## INTISARI

Telah dilakukan studi optika non linier, khususnya tentang pengaruh pemberian tegangan dan lamanya pemanasan pada minyak goreng terhadap perubahan sudut polarisasi cahaya pada minyak goreng.

Medan listrik luar pada penelitian ini dihasilkan oleh dua pelat sejajar berukuran  $5 \times 3$  cm, terpisah 2,5 cm, yang diberikan tegangan dari 0 sampai 11 kV. Sebagai sumber cahaya digunakan laser merah ( $\lambda = 650$  nm) dan laser hijau ( $\lambda = 532$  nm) dan bahan yang digunakan adalah minyak goreng merek A, B, C. Ketiga minyak goreng ini dibagi dalam tiga kondisi: sebelum dipanaskan, setelah dipanaskan 8 menit dan setelah dipanaskan 16 menit. Perilaku yang diamati adalah perubahan sudut polarisasi cahaya laser akibat pemberian medan listrik statis pada minyak goreng dan pengaruh pembalikan polaritas medan listrik terhadap perubahan sudut polarisasi cahaya.

Hasil pengamatan pada ketiga jenis minyak didapatkan bahwa:

1. Kenaikan tegangan menghasilkan perubahan sudut polarisasi paling besar pada minyak setelah dipanaskan 16 menit.
2. Pada besar tegangan yang sama, perubahan sudut polarisasi cahaya yang paling besar terjadi pada minyak B setelah dipanaskan 16 menit dengan menggunakan sumber cahaya laser hijau.
3. Perubahan sudut polarisasi  $\beta$  yang terjadi setelah membalik arah medan listrik **E** lebih kecil daripada sebelum membalik arah **E**.

Kata kunci : optika non linier, polarisasi, sudut polarisasi.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bila sebuah gelombang elektromagnetik terpolarisasi melewati bahan-bahan tertentu, bidang polarisasinya terputar dan peristiwa ini disebut aktivitas optik. Jika seberkas cahaya terpolarisasi linier melalui bahan optis aktif, gelombang yang ditransmisikan juga terpolarisasi linier tetapi pada bidang lain yaitu bidang yang membentuk sudut  $\beta$  dengan bidang datang (Alonso dan Finn, 1992).

Minyak goreng merupakan salah satu bahan optis aktif karena mempunyai struktur molekul *chiral*, yaitu molekul yang mempunyai atom karbon (C) yang mengikat empat atom yang berbeda.

Standard mutu minyak goreng meliputi: kandungan air, kandungan asam lemak bebas, warna, bilangan peroksida, titik cair, kandungan gliserida, kejernihan, kandungan logam berat, dan bilangan penyabunan. Mutu minyak yang baik mempunyai: kadar air  $< 0,1\%$ , kadar kotoran  $< 0,01\%$ , kandungan asam lemak bebas  $< 2\%$ , bilangan peroksida  $< 2$ , bebas dari warna merah, kuning dan hijau (harus pucat) dan kandungan logam berat serendah mungkin (Ketaren, 1986).

Konsumsi per kapita minyak goreng di Indonesia mencapai 16,5 kg/tahun. Diperkirakan total konsumsi minyak goreng dalam negeri tahun 2005 mencapai 6 juta ton dengan 83,3% terdiri dari minyak sawit (Departemen Perindustrian, 2006). Besarnya manfaat dan tingginya kebutuhan masyarakat akan minyak goreng mendorong penulis untuk menggunakan minyak goreng sebagai bahan penelitian. Dalam penelitian ini penulis menitik beratkan pada perubahan sudut polarisasi cahaya  $\beta$  akibat pemberian medan listrik statis pada minyak goreng dengan lama pemanasan yang berbeda. Selanjutnya metode ini diharapkan dapat digunakan untuk menguji kualitas minyak goreng berdasarkan lamanya pemanasan.

Sebelumnya, kajian pengamatan perubahan sudut polarisasi cahaya pada medium transparan dalam medan listrik luar dihasilkan bahwa pemberian medan listrik luar yang semakin besar pada suatu larutan dan semakin besarnya konsentrasi larutan akan memperbesar perubahan sudut polarisasi cahaya yang melewati larutan tersebut. Dalam hal ini larutan yang digunakan adalah larutan gula dan larutan garam. Dalam keadaan tanpa medan listrik luarpun, larutan gula sudah dapat mengubah sudut polarisasi cahaya karena larutan gula bersifat optis aktif. Larutan gula disebut *dextrorotatory* karena dapat memutar sudut polarisasi searah putaran jarum jam atau arah positif (Sugiyanto, 2005).

Pada minyak goreng yang merupakan senyawa optis aktif, akan terjadi perubahan sudut polarisasi  $\beta$  jika dikenakan medan radio frekuensi (RF). Semakin besar medan RF yang diberikan, maka  $\beta$  yang terjadi juga semakin besar. Hal ini karena molekul minyak goreng berbentuk cis strukturnya cenderung melingkar dan renggang karena gaya Van der Waals yang lemah sehingga mudah dipengaruhi oleh medan. Kenaikan  $\beta$  yang terjadi berbentuk persamaan kuadratis. Frekuensi yang digunakan dalam interval 6,04 MHz – 11 MHz (Istianah, 2008).

Dari studi kualitas minyak goreng dengan parameter viskositas  $\eta$  yang pengukurannya menggunakan viskosimeter Oswald dan indeks bias  $n$  yang pengukurannya menggunakan spektrometer prisma dihasilkan bahwa minyak berkualitas terbaik adalah yang memiliki  $n$  dan  $\eta$  paling besar. Pada minyak goreng yang telah dipanaskan 2 kali, kerapatan molekulnya berkurang sehingga kecepatan cahaya yang melewati minyak menjadi lebih besar. Akibatnya nilai indeks bias yang terukur menjadi lebih kecil. Nilai  $\eta$  terkecil juga dihasilkan oleh minyak setelah dipanaskan 2 kali karena kerapatan minyak berkurang sehingga gesekan yang terjadi di dalam lapisan-lapisan minyak tersebut menjadi lebih kecil. Karena  $\eta$  disebabkan oleh gesekan-gesekan dalam lapisan cairan, makin besar gesekan, akan menimbulkan  $\eta$  yang makin besar. Nilai  $\eta$  dan  $n$  minyak terbaik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah:  $\eta = 3,91 \times 10^{-3}$  N.s/m<sup>2</sup> dan  $n = 1,44$  (Sutiah, 2008).

Pengaruh perubahan sudut polarisasi cahaya  $\beta$  pada medium transparan dalam medan Radio Frekuensi (RF) untuk pengujian kualitas minyak goreng menggunakan medan frekuensi  $\epsilon = 0 - 0,10227$  radMhzT dan medan magnet  $B = 9,8 - 38,48$  mT. Dari penelitian ini dihasilkan: semakin besar  $\epsilon$  yang diberikan pada minyak goreng,  $\beta$  yang dihasilkan akan semakin besar (Nailatussaadah, 2008).

Dari penentuan gugus fungsi sampel minyak goreng merek B, S, K (variasi  $0 \times$  pemanasan,  $1 \times$  pemanasan dan  $2 \times$  pemanasan) dengan menggunakan metode *Fourier Transform Infra Red (FTIR)* dihasilkan: ketiga sampel minyak mempunyai ikatan-ikatan senyawa sebagai berikut:  $(CH_3)$  tekukan (gugus metil) pada bilangan gelombang  $1373,32 \text{ cm}^{-1}$ ,  $(C = O)$  ester uluran (gugus karbonil) pada bilangan gelombang  $1743,65 \text{ cm}^{-1}$ ,  $(C - H)$  uluran alkana (gugus alkil) pada bilangan gelombang  $2854,65 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2924,09 \text{ cm}^{-1}$  serta  $(= CH)$  aromatis uluran pada bilangan gelombang antara  $3100 - 3000 \text{ cm}^{-1}$ . Perbedaan terjadi pada intensitas serapan sampel. Minyak B cenderung memiliki sifat absorpsi lebih baik daripada kedua sampel minyak yang lain, (Tabel 1.1) (Cholifah, 2008).

**Tabel 1.1** Intensitas serapan pada sampel minyak goreng B (Cholifah,2008).

Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	B $0 \times$ pemanasan (%A)	B $1 \times$ pemanasan (%A)	B $2 \times$ pemanasan (%A)
2924,09	78,455	78,536	83,669
2854,64	73,907	73,803	82,768
1743,65	73,127	73,606	82,003

## 1.2 Perumusan Masalah

Jika seberkas cahaya dilewatkan pada dua buah polarisator maka intensitas cahaya yang ditransmisikan akan mencapai nilai maksimum bila arah transmisi cahaya dari kedua polarisator tersebut saling sejajar. Sebaliknya, menghasilkan intensitas minimum bila arah transmisi cahaya dari kedua polarisator saling tegak lurus. Apabila di antara kedua polarisator ini diberikan suatu medium transparan yang dikenai medan listrik luar maka dimungkinkan arah sudut polarisasi cahaya yang ditransmisikan oleh polarisator tersebut mengalami perubahan. Jika cahaya yang melewati polarisator memiliki panjang gelombang yang berbeda dan medan

listrik luar yang dilewatkan ke bahan transparan arahnya dibalik, kemungkinan perubahan sudut polarisasi cahaya setelah melewati kedua polarisator juga akan berbeda.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sifat optis non-linear medium udara diabaikan.
2. Wadah terbuat dari kaca preparat. Sifat dielektrik kaca diabaikan.
3. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser merah dengan panjang gelombang 650 nm dan laser hijau dengan panjang gelombang 532 nm.
4. Bahan transparan yang digunakan adalah larutan gula dengan konsentrasi: 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35% dan larutan garam dengan konsentrasi: 5%, 35%, 50%. Pengertian larutan berkonsentrasi 10% berarti terdapat 10 g terlarut dalam 100 ml zat pelarut (Hardjono, 2001) serta minyak goreng dengan merek A, B dan C, masing-masing minyak dibedakan menjadi tiga kondisi: sebelum dipanaskan (kondisi 0), setelah dipanaskan selama 8 menit (kondisi 1) dan setelah dipanaskan selama 16 menit (kondisi 2).
5. Menggunakan medan listrik statis yang dihasilkan oleh sumber tegangan tinggi arus searah (DC) dari 0 sampai dengan 11 kV. Sumber tegangan tinggi tersebut dihubungkan dengan dua pelat sejajar berukuran panjang 5 cm, lebar 3 cm, terpisah sejarak 2,5 cm. Medan listrik dapat ditentukan dengan asumsi bahwa medan listrik  $E$  sebanding dengan tegangan,  $V$  dan berbanding terbalik dengan jarak antara dua pelat sejajar  $d$ , atau  $E = \frac{V}{d}$ .
6. Sifat optis yang diukur adalah perubahan sudut polarisasi cahaya dengan variasi medan listrik statis yang dilewatkan pada minyak goreng tiap kenaikan tegangan 1 kV.
7. Besarnya energi kalor yang diberikan oleh alat pemanas tiap satuan waktu pada semua sampel minyak goreng dianggap sama.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh kenaikan tegangan  $V$  terhadap perubahan sudut polarisasi sinar laser  $\beta$  pada beberapa merek minyak goreng dengan variasi besar tegangan tinggi arus searah  $V_{DC}$  yang diberikan pada dua pelat sejajar.
2. Untuk mengetahui pengaruh panjang gelombang cahaya laser  $\lambda$  yang digunakan terhadap perubahan sudut polarisasi cahaya  $\beta$  setelah melewati minyak goreng.
3. Untuk mengetahui pengaruh lama pemanasan minyak goreng terhadap perubahan sudut polarisasi cahaya setelah melewati minyak goreng tersebut.
4. Untuk mengetahui pengaruh perubahan polaritas medan listrik terhadap perubahan sudut polarisasi cahaya  $\beta$ .

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain sebagai berikut :

1. Mengetahui karakterisasi polarisasi cahaya pada minyak goreng.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dapat digunakan untuk menguji kualitas minyak goreng berdasarkan lamanya pemanasan minyak goreng tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alonso, M. dan Finn, 1992. "Dasar-Dasar Fisika Universitas", Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Cholifah, S., 2008. "Penentuan Gugus Fungsi Sampel Minyak Goreng Merek B, S, K (Variasi 0 × Pemanasan, 1 × Pemanasan, 2 × Pemanasan) dengan Menggunakan Metode *FTIR (Fourier Transform Infra Red)*, Skripsi jurusan Fisika FMIPA Undip, Semarang.
- Darfus, J., 1997, "*The Faraday Effect*", Ohio, Physics Departement, The College of Wooster.

- Departemen Perindustrian, 2007, "Gambaran Sekilas Minyak Kelapa Sawit",  
[www.depperin.go.id](http://www.depperin.go.id).
- Fessenden, R. J., dan Fessenden, J. S., 1982, "Kimia Organik", Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Hardjono, S., 2001, "Kimia Dasar", Yogyakarta, Gajah Mada University Press.
- Istianah, 2008, "Studi Pengaruh Medan Radio Frekuensi (RF) terhadap Perubahan Sudut Polarisasi pada Minyak Goreng", Skripsi jurusan Fisika FMIPA Undip, Semarang.
- Kamil, A., 2007, "Pengamatan Perubahan Sudut Putar Polarisasi Cahaya pada Medium Transparan dalam Medan *Radio Frequency (RF)*", Skripsi jurusan Fisika FMIPA Undip Semarang.
- Ketaren, 1986, "Pengantar Minyak dan Lemak Pangan", Jakarta, UI Press.
- Lehninger, A.L., 1993, "Dasar-Dasar Biokimia Jilid 2" diterjemahkan oleh Thenawijaya M., Jakarta, Erlangga.
- Muchtadi, T., 2000, "Asam Lemak Omega dan Manfaatnya bagi Kesehatan",  
<http://www.media-indonesia.com/minyak.htm>.
- Nailatussaadah, 2008, "Pengamatan Perubahan Sudut Polarisasi Cahaya pada Medium Transparan dalam Medan Radio Frekuensi untuk Menguji Kualitas Minyak Goreng", Skripsi jurusan Fisika FMIPA Undip, Semarang.
- Pedrotti, F. L. dan Pedrotti, L. S ., 1993, "*Introduction to Optics Second Edition*", New Jersey, Prentice-Hall. Inc.
- Rossi, B, 1962, "*Optics*", London, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Silalahi, 2002, "Asam Lemak Trans dalam Makanan dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan", Buletin Teknologi dan Industri Pangan, Vol XIII no.2.
- Soedjojo, P, 2001, "Asas-Asas Ilmu Fisika Jilid 4 Fisika Modern", Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Srinivasarao, M., 1999, "*Chirality and Polymers*", *Current Opinion in Colloid and Interface Science* (Vol. 4(5)), pp. 369-376.

- Sugiyanto, E., 2005, "Pengamatan Perubahan Sudut Putar Polarisasi Cahaya pada Medium Transparan dalam Medan Listrik Luar", Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Undip, Semarang.
- Sutiah, 2008, "Studi Kualitas Minyak Goreng dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias", Skripsi Jurusan Fisika FMIPA Undip Semarang.
- Tilley, R., 2000, "*Colour and Optical Properties of Materials*", England, John Willey & Sons Ltd.
- Tipler, P.A., 2001, "Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 2", diterjemahkan oleh Dr. Bambang Soegijono, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Vlack, V., 1986, "Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan bukan Logam)" Edisi keempat, terjemahan, Jakarta, Erlangga.
- Wade Jr, L.G., 1987, "*Organic Chemistry*", New Jersey, Prentice-Hall, Inc.