

**PENDUGAAN KANDUNGAN ASAM LEMAK DALAM
MINYAK GORENG BERBASIS SENSOR OPTIK
MENGUNAKAN *POLYMER OPTICAL FIBER* (POF)**



**Disusun oleh:
MAURA GUSTIA NOTARIN
M0212051**

SKRIPSI

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS ILMU MATEMATIKA DAN PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Mei, 2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

Pendugaan Kandungan Asam Lemak dalam Minyak Goreng Berbasis Sensor
Optik Menggunakan *Polymer Optical Fiber* (POF)

Oleh
Maura Gustia Notarin
M0212051

Telah Disetujui Oleh

Pembimbing I

Mohtar Yunianto S.Si., M.Si.
NIP. 198006302003011001

Tanggal: Mei 2017

Pembimbing II

Dr. Sayekti Wahyuningsih S.Si., M.Si.
NIP. 197112111997022001

Tanggal: Mei 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Pendugaan Kandungan Asam Lemak dalam Minyak Goreng Berbasis Sensor Optik Menggunakan *Polymer Optical Fiber*

Yang ditulis oleh

Nama : Maura Gustia Notarin

NIM : M0212051

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Kamis

Tanggal : 18 Mei 2017

Anggota Tim Penguji

1. Ketua Penguji

Drs. Hery Purwanto M.Sc.

NIP. 195905181987031002

.....

2. Sekretaris Penguji

Dr. Yofentina Iriani S.Si., M.Si.

NIP. 197112271997022001

.....

3. Anggota Penguji I

Mohtar Yuniarto S.Si., M.Si.

NIP. 198006302003011001

.....

4. Anggota Penguji II

Dr. Sayekti Wahyuningsih S.Si., M.Si.

NIP. 197112111997022001

.....

Disahkan pada tanggal,
Kepala Program Studi Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Fahru Nurosyid., S.Si., M.Si

NIP. 197210132000031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “PENDUGAAN KANDUNGAN ASAM LEMAK DALAM MINYAK GORENG BERBASIS SENSOR OPTIK MENGGUNAKAN *POLYMER OPTICAL FIBER* (POF)” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau di *photocopy* secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 25 April 2017

Maura Gustia Notarin

MOTTO

Terkadang kita sibuk dengan hari kemarin. Hidup adalah hari ini, kemarin adalah kenangan & esok adalah mimpi.

“Janganlah engkau menyebarkan kabar bohong; janganlah engkau membantu orang yang bersalah dengan menjadi saksi yang tidak benar” Keluaran 23:1

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan segala hasil kerja dalam karya ini kepada :

Bapak Ignatius Agus Saptono & Ibu Anastasia Sri Subekti

Inaka Istihara & Damianus Dismas Lukito Ornasto

Emanuel Rizky Ade Kurnia & Irene Freja Gracilia

Theresia YOLAnda Kesti

AOU & CFC 2012

Pendugaan Kandungan Asam Lemak dalam Minyak Goreng Berbasis Sensor Optik menggunakan Polymer Optical Fiber (POF)

MAURA GUSTIA NOTARIN
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Minyak goreng merupakan media penghantar panas pada makanan yang banyak dikonsumsi masyarakat. Selama proses penggorengan dengan minyak goreng terjadi reaksi hidrolisis yang membentuk asam lemak bebas. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kandungan asam lemak dalam minyak goreng menggunakan fiber optik berjenis *Polymer Optical Fiber*. Minyak goreng dengan variasi waktu pemanasan diuji menggunakan spektrometer UV-Vis dan spektrometer cahaya dengan POF. Puncak serapan khas yang dihasilkan spektrometer UV-Vis berada pada panjang gelombang 432,60 nm, sedangkan menggunakan spektrometer cahaya (LED biru) berada pada 467,90 nm. Berdasarkan penelitian diperoleh bahwa semakin lama waktu pemanasan menghasilkan nilai absorbansi yang semakin menurun. Penurunan nilai absorbansi menunjukkan meningkatnya asam lemak bebas pada minyak goreng.

Kata Kunci: sensor optik, fiber optik, absorbansi, asam lemak

Prediction of Fatty Acids in Cooking Oil Based Optical Sensors using Polymer Optical Fiber (POF)

MAURA GUSTIA NOTARIN

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRACT

Cooking oil is a heat conductor of food that is consumed by many people. During the process of frying with cooking oil, there is hidrolisis reaction which forming free fatty acids. The purpose of this research is to detect the free fatty acid in cooking oil using fiber optic type Polymer Optical Fiber (POF). Cooking oil which is warming time being variated is tested using UV-Vis spectrometer and light spectrometer with POF. Peak absorption wavelength from spectrometer UV-Vis is at 432,60 nm, while using light spectrometer (blue LED) is at 467,90 nm. Based on this research, is showed that the longer heating time the more the absorption value decrease. The decreases of absorption indicates that the free fatty acids in the cooking oil is increased.

Keywords: optical sensors, fiber optic, absorbance, fatty acids

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, berkat dan kekuatan sehingga penulis dapat menyusun Skripsi yang berjudul “Pendugaan Kandungan Asam Lemak dalam Minyak Goreng berbasis Sensor Optik menggunakan *Polymer Optical Fiber* (POF)” dengan tepat waktu.

Skripsi disusun berdasarkan apa yang telah penulis lakukan di Laboratorium Optik dan Fotonik Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penelitian dilakukan sejak bulan Oktober 2016 hingga bulan April 2017. Dalam penyusunan laporan Skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus
2. Keluarga
3. Bapak Mohtar Yuniarto S.Si., M.Si. selaku pembimbing I yang telah membimbing serta memberi semangat dan motivasi dalam pengerjaan skripsi ini hingga selesai
4. Dr. Sayekti Wahyuningsih S.Si., M.Si. selaku pembimbing II yang telah membimbing serta memberi semangat dan motivasi dalam pengerjaan skripsi ini hingga selesai
5. Emanuel Rizky Ade Kurnia S.Si yang telah membimbing dan memberi banyak masukan hingga skripsi ini selesai
6. AOU (Ulul Rizkia S.Si, Aida Noor I. S.Si, Aprilia Tri A. S.Si, Silmi Nur L & Theresia O)
7. Teman-teman CFC 2012
8. Mas Edi, Arlita dan Lintang yang telah banyak membantu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini bukanlah tanpa kelemahan, untuk itu kritik dan saran sangat diharapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

PUBLIKASI

Sebagian skripsi saya yang berjudul “PENDUGAAN KANDUNGAN ASAM LEMAK DALAM MINYAK GORENG BERBASIS SENSOR OPTIK MENGGUNAKAN *POLYMER OPTICAL FIBER* (POF)” telah dipublikasikan di digilib UNS, 26 April 2017.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
PUBLIKASI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Batasan Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gelombang Optik.....	5
2.2 <i>Optical Sensors</i> Fiber Optik	6
2.3 <i>Polymer Optical Fiber</i> (POF)	7
2.4 Spektrometer UV-Vis.....	8
2.5 Kolesterol	10
2.6 Asam Lemak	11
2.5.1 Asam Lemak Jenuh	12
2.5.2 Asam Lemak Tak Jenuh	12
2.7 Reaksi Kimia pada Minyak	13
2.5.2 Reaksi Hidrolisis Minyak	14
2.5.2 Reaksi Oksidasi Minyak.....	15
BAB III METODELOGI PENELITIAN	16
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat Penelitian	16
3.2.1.1 Sumber Cahaya.....	17
3.2.1.2 <i>Chamber</i>	17
3.2.1.3 Spektrometer Cahaya	17
3.2.1.4 Adaptor	19
3.2.1.5 Spektrometer UV-Vis.....	19
3.2.2 Bahan Penelitian.....	19
3.2.2.1 <i>Polymer Optical Fiber</i> (POF).....	19

3.2.2.2	Komponen Elektronika.....	20
3.2.2.3	Sampel Minyak Goreng.....	20
3.2.3	<i>Software</i> Penunjang.....	20
3.2.3.1	Labview 2012.....	20
3.2.3.2	Microsoft Excel 2016.....	20
3.2.3.3	Origin Pro 8.....	21
3.3	Prosedur Penelitian.....	21
3.3.1	Persiapan Alat dan Bahan.....	22
3.3.2	Pembuatan Sumber Cahaya.....	22
3.3.3	Pembuatan Foto Detektor.....	22
3.3.4	Pembuatan Program menggunakan Labview.....	22
3.3.5	Penyusunan Alat dan Pengambilan Data.....	23
3.3.6	Analisis Data.....	24
3.3.7	Kesimpulan.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Sampel Minyak Goreng.....	26
4.2	Hasil Kalibrasi Spektrometer Cahaya.....	28
4.2.1	Kalibrasi dengan Laser He-Ne.....	29
4.2.2	Kalibrasi dengan LED <i>Super High 5 Watt</i>	30
4.3	Spektrometer UV-Vis.....	33
4.4	Spektrometer Cahaya.....	36
4.4.1	Hubungan Absorbansi sebagai Fungsi Waktu Pemanasan pada LED Biru.....	36
4.4.2	Hubungan Absorbansi sebagai Fungsi Waktu Pemanasan pada LED Merah.....	39
4.4.3	Hubungan Absorbansi sebagai Fungsi Waktu Pemanasan pada LED Kuning.....	43
4.4.4	Hubungan Absorbansi sebagai Fungsi Waktu Pemanasan pada LED Hijau.....	46
4.4.5	Hubungan Absorbansi sebagai Fungsi Waktu Pemanasan pada LED Putih.....	49
4.5	Perbandingan Hasil Spektrometer UV-Vis dan Cahaya.....	51
4.6	Karakteristik Serapan Asam Lemak dalam Minyak Goreng.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		59
5.1	Kesimpulan.....	59
5.2	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN 1.....		64
LAMPIRAN 2.....		65
LAMPIRAN 3.....		66
LAMPIRAN 4.....		67

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Range panjang gelombang spektrum cahaya <i>visible</i>	10
Tabel 2. 2. Klasifikasi awal kolesterol total, HDL dan LDL (Ma, 2004)	11
Tabel 4. 1. Kandungan lemak total dalam minyak goreng	26
Tabel 4. 2. Hasil regresi linier menggunakan spektrometer UV-Vis dan cahaya .	52
Tabel 4. 3. Puncak serapan khas kandungan asam lemak, dan gradien pada minyak goreng	54
Tabel 4. 4. Regresi linier setelah dan sebelum normalitas	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Refraksi dan Refleksi pada Bidang datar	5
Gambar 2. 2. Refleksi Internal Total Cahaya pada Permukaan	7
Gambar 2. 3. Struktur Fiber Optik	8
Gambar 2. 4. Spektrum Elektromagnetik.....	9
Gambar 2. 5. Struktur Kimia dari Cis-Asam Lemak Tidak Jenuh dengan Trans-Asam Lemak Tidak Jenuh	13
Gambar 2. 6. Formasi Asam Lemak bebas pada Campuran Kedelai dan Minyak Wijen selama Penggorengan Tepung Donut pada Suhu 160°C	14
Gambar 2. 7. Perubahan Fisika dan Kimia dari Minyak selama Penggorengan...	15
Gambar 3. 1. Skema Rangkaian Sensor Deteksi Asam Lemak Menggunakan Fiber Optik	16
Gambar 3. 2. Bentuk <i>Chamber</i> dan Letak Fiber Optik.....	17
Gambar 3. 3. Skema spektrometer cahaya dan letak fiber optik.....	18
Gambar 3. 4. Skema Penelitian Menggunakan UV-Vis dan Sensor POF	19
Gambar 3. 5. Skema Rangkaian Sumber Cahaya	22
Gambar 3. 6. Skema Rangkaian Foto Detektor.....	22
Gambar 3. 7. Asumsi Grafik Hubungan Waktu Pemanasan sebagai Fungsi Absorbansi	24
Gambar 4. 1. Grafik hubungan panjang gelombang sebagai fungsi absorbansi menggunakan spektrometer UV-Vis pada 7 merk minyak goreng..	27
Gambar 4. 2. Reaksi Hidrolisis (Suroso, 2013)	28
Gambar 4. 3. Reaksi Oksidasi (Suroso, 2013)	28
Gambar 4. 4. Hasil pengukuran spektrum panjang gelombang laser He-Ne.....	29
Gambar 4. 5. Hasil pengukuran spektrum panjang gelombang LED Biru	30
Gambar 4. 6. Hasil pengukuran spektrum panjang gelombang LED Merah.....	31
Gambar 4. 7. Hasil pengukuran spektrum panjang gelombang LED Kuning	31
Gambar 4. 8. Hasil pengukuran spektrum panjang gelombang LED Hijau.....	32
Gambar 4. 9. Hasil pengukuran spektrum panjang gelombang LED Putih.....	33
Gambar 4. 10. Grafik hubungan absorbansi sebagai fungsi panjang gelombang menggunakan UV-Vis pada sampel minyak goreng	34
Gambar 4. 11. Grafik linier hubungan absorbansi sebagai fungsi waktu menggunakan spektrometer UV-Vis	35
Gambar 4. 12. Grafik referensi hasil pengukuran spektrum panjang gelombang cahaya pada LED Biru.....	37
Gambar 4. 13. Grafik absorbansi dengan panjang gelombang pada minyak goreng dari pemanasan 0 menit hingga 20 menit menggunakan spektrometer cahaya LED Biru	38
Gambar 4. 14. Grafik absorbansi sebagai fungsi waktu pemanasan minyak goreng pada panjang gelombang 467,9 nm	39
Gambar 4. 15. Grafik referensi hasil pengukuran spektrum panjang gelombang cahaya pada LED Merah.....	40

Gambar 4. 16. Grafik absorbansi dengan panjang gelombang pada minyak goreng dari pemanasan 0 menit hingga 20 menit menggunakan spektrometer cahaya LED Merah	41
Gambar 4. 17. Grafik absorbansi sebagai fungsi waktu pemanasan minyak goreng pada panjang gelombang 629,9 nm	42
Gambar 4. 18. Grafik referensi hasil pengukuran spektrum panjang gelombang cahaya pada LED Kuning	43
Gambar 4. 19. Grafik absorbansi dengan panjang gelombang pada minyak goreng dari pemanasan 0 menit hingga 20 menit menggunakan spektrometer cahaya LED Kuning.....	44
Gambar 4. 20. Grafik absorbansi sebagai fungsi waktu pemanasan minyak goreng pada panjang gelombang 561,9 nm	45
Gambar 4. 21. Grafik referensi hasil pengukuran spektrum panjang gelombang cahaya pada LED Hijau	46
Gambar 4. 22. Grafik absorbansi dengan panjang gelombang pada minyak goreng dari pemanasan 0 menit hingga 20 menit menggunakan spektrometer cahaya LED Hijau.....	47
Gambar 4. 23. Grafik absorbansi sebagai fungsi waktu pemanasan minyak goreng pada panjang gelombang 589,2 nm	48
Gambar 4. 24. Grafik referensi hasil pengukuran spektrum panjang gelombang cahaya pada LED Putih.....	49
Gambar 4. 25. Grafik absorbansi dengan panjang gelombang pada minyak goreng dari pemanasan 0 menit hingga 20 menit menggunakan spektrometer cahaya LED Putih	50
Gambar 4. 26. Grafik absorbansi sebagai fungsi waktu pemanasan minyak goreng pada panjang gelombang 564,7 nm	51
Gambar 4. 27. Grafik hubungan absorbansi sebagai fungsi waktu pemanasan minyak goreng menggunakan spektrometer UV-Vis dan spektrometer cahaya (a) LED biru (b) LED merah (c) LED hijau (d) LED kuning dan (e) LED putih	53
Gambar 4. 28. Grafik hubungan panjang gelombang sebagai fungsi warna LED saat sampel minyak goreng dipanaskan (a) 0 menit (b) 5 menit (c) 10 menit (d) 15 menit dan (e) 20 menit	56
Gambar 4. 29. Grafik linier dari normalitas menggunakan (a) spektrometer UV-Vis dan spektrometer cahaya pada (b) LED biru (c) LED merah (d) LED hijau (e) LED kuning dan (f) LED putih.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Tabel Kandungan Lemak Total dan Warna Minyak Goreng pada 7 Merk	64
LAMPIRAN 2. Perhitungan pada Pengukuran Kalibrasi Laser He-Ne.....	65
LAMPIRAN 3. Data dan Perhitungan Hasil Pengujian Minyak Goreng pada Spektrometer UV-Vis.....	66
LAMPIRAN 4. Data dan Perhitungan Hasil Pengukuran Minyak Goreng pada Spektrometer Cahaya	67

DAFTAR SIMBOL

		Satuan
n_1	= Indeks bias medium pertama	
n_2	= Indeks bias medium kedua	
θ_1	= Sudut pada medium pertama	Radian atau derajat
θ_2	= Sudut pada medium kedua	
θ_i	= Sudut datang	
θ_r	= Sudut bias	
θ_c	= Sudut kritis	
π	= phi (3,14)	
λ	= Panjang gelombang	m
dB	= <i>Deci-Bell</i> (Satuan Atenuasi)	dB
T	= Transmittansi	%
A	= Absorbansi	
I_{mod}	= Intensitas modulasi	
I_{ref}	= Intensitas referensi	
I_t	= Intensitas setelah mengenai sampel	
I_0	= Intensitas sebelum mengenai sampel	
e	= eksponensial	
α	= Absorbktivitas	
k	= Bilangan gelombang	cm^{-1}
R^2	= Regresi linier	
d	= Diameter	m
A_0	= Absorbansi pada sampel 1	
A_1	= Absorbansi pada sampel 2	
A_2	= Absorbansi pada sampel 3	
A_3	= Absorbansi pada sampel 4	
A_4	= Absorbansi pada sampel 5	

