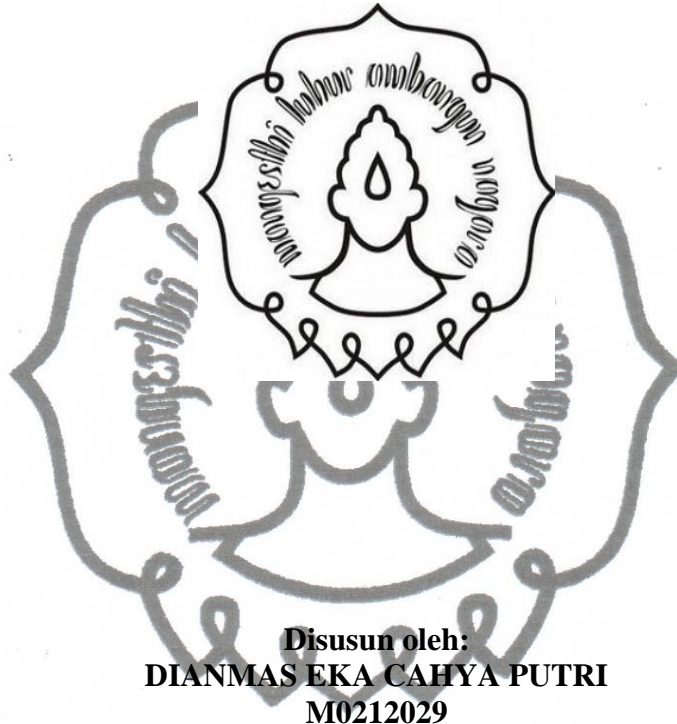


PENGEMBANGAN DAN PENGUJIAN *PLASTIC OPTICAL FIBER* (POF) BERBASIS BIOSENSOR UNTUK DETEKSI GLUKOSA DALAM DARAH MANUSIA



Disusun oleh:
DIANMAS EKA CAHYA PUTRI
M0212029

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Oktober, 2016

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Pengembangan dan Pengujian *Plastic Optical Fiber* (POF) berbasis Biosensor untuk Deteksi Kandungan Glukosa dalam Darah Manusia

Yang ditulis oleh

Nama : Dianmas Eka Cahya Putri

NIM : M0212029

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Selasa

Tanggal : 18 Oktober 2016

Anggota Tim Penguji

1. Ketua Penguji

Drs. Suharyana, M.Sc

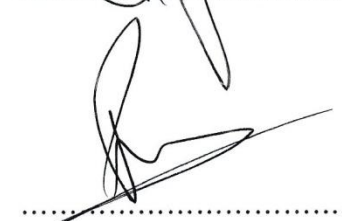
NIP. 196112171989031003



2. Sekretaris Penguji

Drs. Hery Purwanto, M.Sc

NIP. 195905181987031002



3. Anggota Penguji I

Mohtar Yunianto, S.Si, M.Si

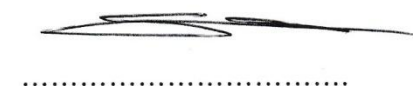
NIP. 198006302003011001



4. Anggota Penguji II

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

NIP. 197112111997022001



Disahkan pada tanggal, 2/11/2016

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta



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

NIP. 197210132000031002

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi dari skripsi saya yang berjudul “PENGEMBANGAN DAN PENGUJIAN *FIBER* OPTIK PLASTIK (POF) BERBASIS BIOSENSOR UNTUK DETEKSI GLUKOSA DALAM DARAH MANUSIA” adalah hasil kerja dan sepengetahuan saya hingga saat ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya hingga saat ini. Skripsi ini tidak berisi materi yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain kecuali yang telah tertulis untuk diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 30 September 2016

Dianmas Eka Cahya Putri
NIM M0212029



HALAMAN MOTTO

*Memulai dengan penuh keyakinan
Menjalankan dengan penuh keikhlasan
Menyelesaikan dengan penuh kebahagiaan*

Stop Dreaming and Start Doing !

*Man Jadda Wajada, Man Shabara Zhafira,
Man Sara Ala Darbi Washala*

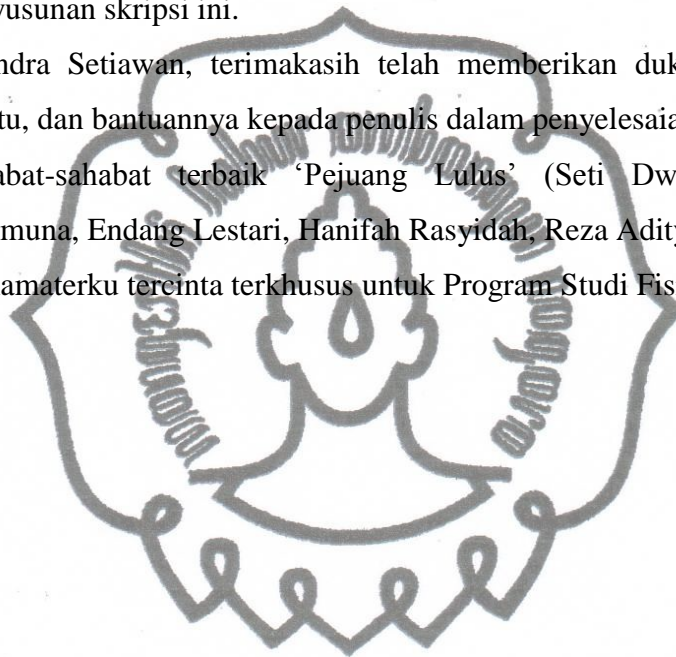
*“Siapa bersungguh-sungguh pasti berhasil, Siapa bersabar pasti
beruntung, Siapa menapaki jalan-Nya akan sampai tujuan”*

commit to user

HALAMAN PERSEMBAHAN

Atas rahmat Allah SWT dengan penuh rasa syukur, karya ini kupersembahkan kepada :

1. Bapak, Ibu dan Adekku tersayang yang selalu mendoakan dan memberikan segalanya yang tidak dapat penulis ungkapan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Poundra Setiawan, terimakasih telah memberikan dukungan, motivasi, waktu, dan bantuannya kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Sahabat-sahabat terbaik 'Pejuang Lulus' (Seti Dwi Hastuti, Sinta Maemuna, Endang Lestari, Hanifah Rasyidah, Reza Aditya, dll)
4. Almamaterku tercinta terkhusus untuk Program Studi Fisika FMIPA UNS.



Pengembangan dan Pengujian *Fiber* Optik Plastik (POF) Berbasis Biosensor untuk Deteksi Glukosa dalam Darah Manusia

Dianmas Eka Cahya Putri
Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Teknik sensor *fiber* optik dalam penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kandungan glukosa dalam serum darah manusia menggunakan *fiber* optik gores dengan panjang gelombang LED yang sesuai terhadap serapan kandungan glukosa dalam serum darah. Pengujian dilakukan menggunakan spektrometer UV-Visible dan Spektrometer Cahaya. Pada spektrometer cahaya digunakan *sensing fiber* optik menggunakan *fiber* optik gores. Zona *sensing* tersebut dilakukan dengan menggoreskan pada bagian *cladding* hingga *core* pada *fiberoptik*. Sensor *fiber* optik berdasarkan prinsip propagasi cahaya yaitu bertambahnya intensitas cahaya yang diterima akibat serapan yang terjadi ketika melewati sampel. Hasil sensitivitas yang tinggi ditunjukkan dengan nilai gradien dari linieritas dan linieritas yang baik ditunjukkan pada sensor *fiber* optik dari variasi panjang gelombang sumber cahaya yang digunakan. Semakin besar nilai konsentrasi glukosa maka semakin besar pula nilai absorbansi yang dihasilkan. Hasil yang didapat berupa puncak khas serapan glukosa UV-Vis pada panjang gelombang 581 nm dan spektrometer cahaya di LED Hijau pada panjang gelombang 514,2 nm dengan hasil regresi linier secara berurutan sebesar 0,97 dan 0,94 serta hasil koefisien serapan yang didapatkan sebesar $(3,68 \pm 0,32)10^{-4}$ dan $(10,63 \pm 3,32)10^{-4}$.

Kata Kunci: Glukosa, Serum Darah, Sensor *Fiber* Optik, Propagasi Cahaya, Zona *Sensing*

Development and Testing of Plastic Optical *Fiber* (POF) Based Biosensor for Glucose Detection in Human Blood

Dianmas Eka Cahya Putri
Physics Department, Mathematics and Sciences Faculty
Sebelas Maret University, Surakarta

ABSTRACT

The goals of this study is to detect the glucose in human blood serum using optical *fiber* scratch with a wavelength of light sources corresponding to the absorption of glucose content in the blood serum. Testing is done using a spectrometer and a UV-Visible Light Spectrometer. In light spectrometer used optical *fiber* sensing using optical *fiber* scratch. The sensing zone to scratch the cladding to the core. Optical *fiber* sensors based on the principle of light propagation that is increasing the intensity of light received as a result of absorption that occurs when passing through the sample. The results demonstrated a high sensitivity to the value of the gradient of linearity and good linearity shown in the optical *fiber* sensor from variations in the wavelength of the light sources used. The greater the value of glucose concentration, the greater the absorbance values are generated. The results obtained in the form of a typical absorption peaks of glucose in the UV-Vis at a wavelength of 581 nm and a green LED light in the spectrometer at a wavelength of 514.2 nm with the results of linear regression 0.97 and 0.94. Result of koeficient absortivitas is $(3,68 \pm 0,32)10^{-4}$ and $(10,63 \pm 3,32)10^{-4}$.

Keywords: Glucose, Serum Blood, *Fiber* Optic Sensors, Propagarsi Light, Sensing Zone

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun Skripsi ini yang berjudul “Pengembangan dan Pengujian *Fiber Optik Plastik (POF)* Berbasis Biosensor untuk Deteksi Glukosa dalam Darah Manusia”. Shalawat serta salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Skripsi disusun berdasarkan apa yang telah penulis lakukan di Laboratorium *Optic and Photonic* serta di Laboratorium Terpadu Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam penyusunan laporan Skripsi ini penulis tidak lepas dari dukungan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Mohtar Yunianto, S.Si, M.Si selaku pembimbing I yang telah mendampingi selama penelitian, memberikan dukungan, motivasi serta saran-saran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Sayekti Wahyuningsih, S.Si, M.Si selaku pembimbing II yang telah mengajarkan kami banyak hal, memberikan dukungan, motivasi, saran-saran dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Dian Ariningrum selaku dokter dan pembimbing dari Klinik Budi Sehat Solo yang telah bersedia membantu penulis dalam memperoleh sampel dan telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan informasi serta berbagi ilmu dalam skripsi ini.
4. Bapak Ahmad Marzuki selaku ketua grup riset *Optic and Photonic* yang telah bersedia berbagi pengetahuan kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staff Program Studi Fisika FMIPA UNS yang telah banyak memberikan ilmu bermanfaat yang tidak ternilai.
6. Rekan-rekan *Optic and Photonic Research Grup* satu topik terkhusus untuk Mas Edi Prasetyo, Arlita Nur Permata, Aninda Virginia Putri, Martia Gitrin, Halimah Primeria, Widya Carolina, Devara Ega, Arum Luvita, Dian Putri, dll yang senantiasa membantu dan berbagi ilmu dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Sahabat-sahabatku Seti Dwi Hastuti, Sinta Maemuna, Endang Lestari dan Hanifah Rasyidah atas dukungan dan motivasinya.
8. Keluarga Besar Fisika Angkatan 2012 (CFC'12) atas dukungan dan kesolidan yang telah terbentuk selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini bukanlah tanpa kelemahan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kelanjutan yang lebih baik dan semoga karya ini bermanfaat.

commit to user

HALAMAN PUBLIKASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “PENGEMBANGAN DAN PENGUJIAN *FIBER* OPTIK PLASTIK (POF) BERBASIS BIOSENSOR UNTUK DETEKSI KANDUNGAN GLUKOSA DALAM DARAH MANUSIA” telah dipublikasikan pada:

International Conference on Advanced Material for Better Future (ICAMBF), pada tanggal 3 Oktober 2016.



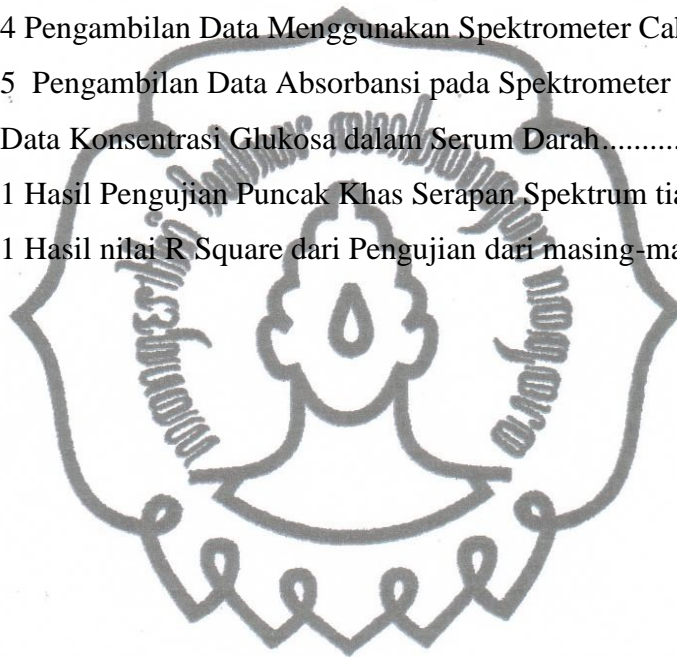
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
HALAMAN ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
HALAMAN PUBLIKASI	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	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. Teori Dasar Optik	5
2.2. Biosensor <i>Fiber</i> Optik	7
2.3. <i>Fiber</i> Optik Plastik (POF)	9
2.4. Penjalaran Cahaya pada <i>Fiber</i> Optik	10
2.5. Rugi-Rugi Daya <i>Fiber</i> Optik	12
2.6. Absorpsi	13
2.7. Rugi-Rugi Lekukan (<i>Bending Loss</i>)	13
2.8. Ultraviolet Visible (UV-Vis)	15
2.9. Sensor <i>Fiber</i> Optik	17
2.10. Glukosa dalam Darah	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan	19
3.2.1. Alat yang Digunakan	20
3.2.2. Bahan yang Digunakan	24

3.2.3. <i>Software</i> Penunjang	25
3.3. Prosedur Penelitian	26
3.3.1. Persiapan Alat dan Bahan	26
3.3.2. Pembuatan Light Source	27
3.3.3. Pembuatan Detektor	28
3.3.4. Pembuatan Interface	28
3.3.5. Pembuatan Program dengan Labview	29
3.3.6. <i>Set Up</i> Alat	31
3.3.7. Pengambilan Data	31
3.3.8. Teknik Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Serum Darah	37
4.2. Persiapan Serum Darah	38
4.3. <i>Fiber</i> Optik	38
4.3.1. Karakteristik <i>Fiber</i> Optik	38
4.3.2. Zona Sensing	39
4.4. Sensor <i>Fiber</i> Optik	44
4.4.1. Spektrometer Cahaya	44
4.4.1. Prinsip Spektrometer Cahaya	46
4.4.2. Kalibrasi Spektrometer Cahaya	47
4.4.3. Hasil Pengujian LED	49
4.5. Spektrometer UV-Vis	53
4.6. Absorbansi Cahaya dalam <i>Fiber</i> Optik	54
4.6.1. Hubungan Absorbansi Cahaya sebagai fungsi konsentrasi	54
4.6.2. Hubungan Absorbansi Cahaya sebagai fungsi Konsentrasi Glukosa dalam Serum Darah terhadap Panjang Gelombang .	55
BAB V PENUTUP	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3.1 Spesifikasi dari PMMA.....	9
Tabel 2.3.2 Transmisi Media POF	10
Tabel 3.3.2.1 Pengambilan Data Menggunakan UV-Vis.....	32
Tabel 3.3.7.2 Pengambilan Data Puncak Absorbansi pada UV-Vis	32
Tabel 3.3.7.3 Pengambilan Data Kalibrasi Spektrometer Cahaya	32
Tabel 3.3.2.4 Pengambilan Data Menggunakan Spektrometer Cahaya.....	33
Tabel 3.3.7.5 Pengambilan Data Absorbansi pada Spektrometer Cahaya.....	33
Tabel 4.1.1 Data Konsentrasi Glukosa dalam Serum Darah.....	37
Tabel 4.4.4.1 Hasil Pengujian Puncak Khas Serapan Spektrum tiap-tiap LED....	49
Tabel 4.6.2.1 Hasil nilai R Square dari Pengujian dari masing-masing LED.....	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.1 Sifat Cahaya ketika Mengenal Permukaan Bidang Datar	5
Gambar 2.1.2 Sudut Kritis (Suguanpong, 2000)	6
Gambar 2.2.1 Bentuk <i>fiber</i> optik dan garis sinar	9
Gambar 2.2.2 Struktur <i>Fiber</i> Optik.....	9
Gambar 2.2.3 Struktur <i>Fiber</i> Optik tampak depan	9
Gambar 2.3.1 Struktur POF	10
Gambar 2.4.1 Proses Perambatan Cahaya pada <i>Fiber</i> Optik	11
Gambar 2.7.1 <i>Fiber</i> Optik dalam keadaan normal.....	14
Gambar 2.7.2 <i>Fiber</i> Optik dengan respon berupa lekukan tajam	14
Gambar 2.7.3 <i>Microbending</i> akibat Perbedaan Laju Penyusutan	15
Gambar 2.8.1 Skema Spektrofotometri.....	16
Gambar 3.2.1 Skema Rangkaian Sensor Deteksi Glukosa Berbasis <i>Fiber</i> Optik.	19
Gambar 3.3.1 Skema Penelitian dengan UV-Vis dan Sensor <i>Fiber Optik</i>	27
Gambar 3.3.2.1 Rangkaian <i>Light Source</i>	28
Gambar 4.4.1.1 Spektrometer Cahaya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.4.2.1 Tampilan Hasil Program LabVIEW 2012.....	47
Gambar 4.4.3.1 Hasil Spektrum Laser HeNe.....	48
Gambar 4.4.3.2 Grafik Literatur Spektrum Laser HeNe.....	48
Gambar 4.4.4.1 Grafik Literatur Pengukuran Spektrum tiap-tiap LED.....	50
Gambar 4.4.4.1.1 Hasil Pengukuran LED Putih	50
Gambar 4.4.4.2.1 Spektrum panjang gelombang LED Merah.....	51
Gambar 4.4.4.3.1 Spektrum panjang gelombang LED Merah-Orange.....	52
Gambar 4.4.4.4.1 Spektrum panjang gelombang LED Merah.....	52
Gambar 4.4.4.5.1 Spektrum panjang gelombang LED Biru	53
Gambar 4.5.1 Grafik Absorbansi terhadap panjang gelombang pada UV-Vis.....	54
Gambar 4.5.2 Grafik Absorbansi terhadap Konsentrasi pada UV-Vis	54
Gambar 4.6.2.1 Grafik Absorbansi pada spektrometer cahaya.....	56

Gambar 4.6.2.2 Grafik gabungan pada Spektrometer Cahaya dan UV-Vis 59

Gambar 4.6.2.3 Grafik Regresi Linier LED Hijau dan UV-Vis 60



DAFTAR SIMBOL

		Satuan
dp	= <i>Deph Penetration</i>	mm
r	= Koefisien Refleksi	
t	= Koefisien Transmisi	
I_r	= Intensitas cahaya yang dipantulkan	
I_t	= Intensitas cahaya yang dibiaskan	W/m^2
I_i	= Intensitas cahaya datang	W/m^2
I_{mod}	= Intensitas Modulasi	W/m^2
I_{ref}	= Intensitas Referensi	W/m^2
n	= Indeks Bias	
n_1	= Indeks Bias Medium Pertama	
n_2	= Indeks Bias Medium Kedua	
n_u	= Indeks Bias Udara	
n_{core}	= Indeks Bias <i>Core</i>	
$n_{cladding}$	= Indeks Bias <i>Cladding</i>	
dB	= <i>Decibel / Rugi-Rugi Fiber Optik</i>	
θ_1	= Sudut Sinar Datang dengan Garis Normal	Radian/derajat
θ_2	= Sudut Sinar Bias dengan Garis Normal	Radian/derajat
θ_c	= Sudut Kritis	Radian/derajat
θ_{maks}	= Sudut Maksimum	Radian/derajat
θ_r	= Sudut Refleksi	Radian/derajat
θ_i	= Sudut Sinar Datang	Radian/derajat
NA	= <i>Numerical Aperture</i>	
T	= Transmittansi	%
P_{in}	= Daya Input	W
P_{out}	= Daya Keluaran	W
π	= phi (3,14)	
λ	= Panjang Gelombang	nm
λ_{maks}	= Panjang Gelombang Maksimum	nm
A	= Absorbansi	
I_o	= Intensitas cahaya masuk	W/m^2
I_t	= Intensitas cahaya yang diteruskan	W/m^2
a	= Absorbtivitas	gram.cm/ml
b	= Tebal Kuvet yang digunakan	cm
c	= Konsentrasi dari sampel	ppm
V_{ref}	= Tegangan Referensi	Volt
V_{mod}	= Tegangan Modulasi	Volt

m	= slope	
N	= banyaknya celah/kisi	
$\sin \theta$	= Sudut Pola Interferensi terhadap terang pusat	Radian/Derajat
d	= lebar celah	m
n	= Pola Tersng ke (.....-2, -1, 0, +1, +2,.....)	



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Puncak Khas Serapan pada Spektrometer UV-Visible	69
Lampiran 2. Hasil Pengujian absorbansi sebagai fungsi panjang gelombang pada Spektrometer Cahaya	71
Lampiran 3. Hasil Data Pengujian Kalibrasi Laser HeNe menggunakan Spektrometer Cahaya	72
Lampiran 4. Hasil Kalibrasi Laser HeNe Menggunakan Spektrometer Cahaya	74

