

ADLN – PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**POTENSI PAPARAN LASER DIODA UNTUK FOTOINAKTIVASI**

**BAKTERI *Staphylococcus aureus***

**SKRIPSI**



**PROGRAM STUDI S1 FISIKA**

**DEPARTEMEN FISIKA**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS AIRLANGGA**

**2016**

**POTENSI PAPARAN LASER DIODA UNTUK FOTOINAKTIVASI  
BAKTERI *Staphylococcus aureus***

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Fisika pada  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga

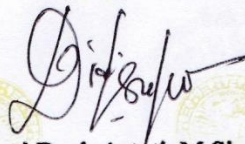
Oleh:

**INDIRA WASTU WIDYA  
NIM. 081113020**

Telah dinyatakan lulus ujian skripsi  
Pada tanggal: 26 Januari 2016

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



**Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si**  
NIP. 19690804 199412 2 001

Pembimbing II,



**Prof. Dr. Retna Apsari M.Si**  
NIP.19680626 199303 2 003



**HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

Judul : Potensi Paparan Laser Diode Untuk Fotoinaktivasi Bakteri  
*Staphylococcus aureus*  
Penyusunan : Indira Wastu Widya  
NIM : 081113020  
Pembimbing I : Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si  
Pembimbing II : Prof. Dr. Retna Apsari M.Si  
Tanggal Seminar : 26 Januari 2016

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si  
NIP. 19690804 199412 2 001

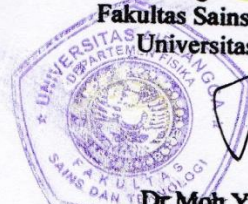
Pembimbing II,




Prof. Dr. Retna Apsari M.Si  
NIP.19680626 199303 2 003

Mengetahui:

Ketua Program Studi S1 Fisika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga



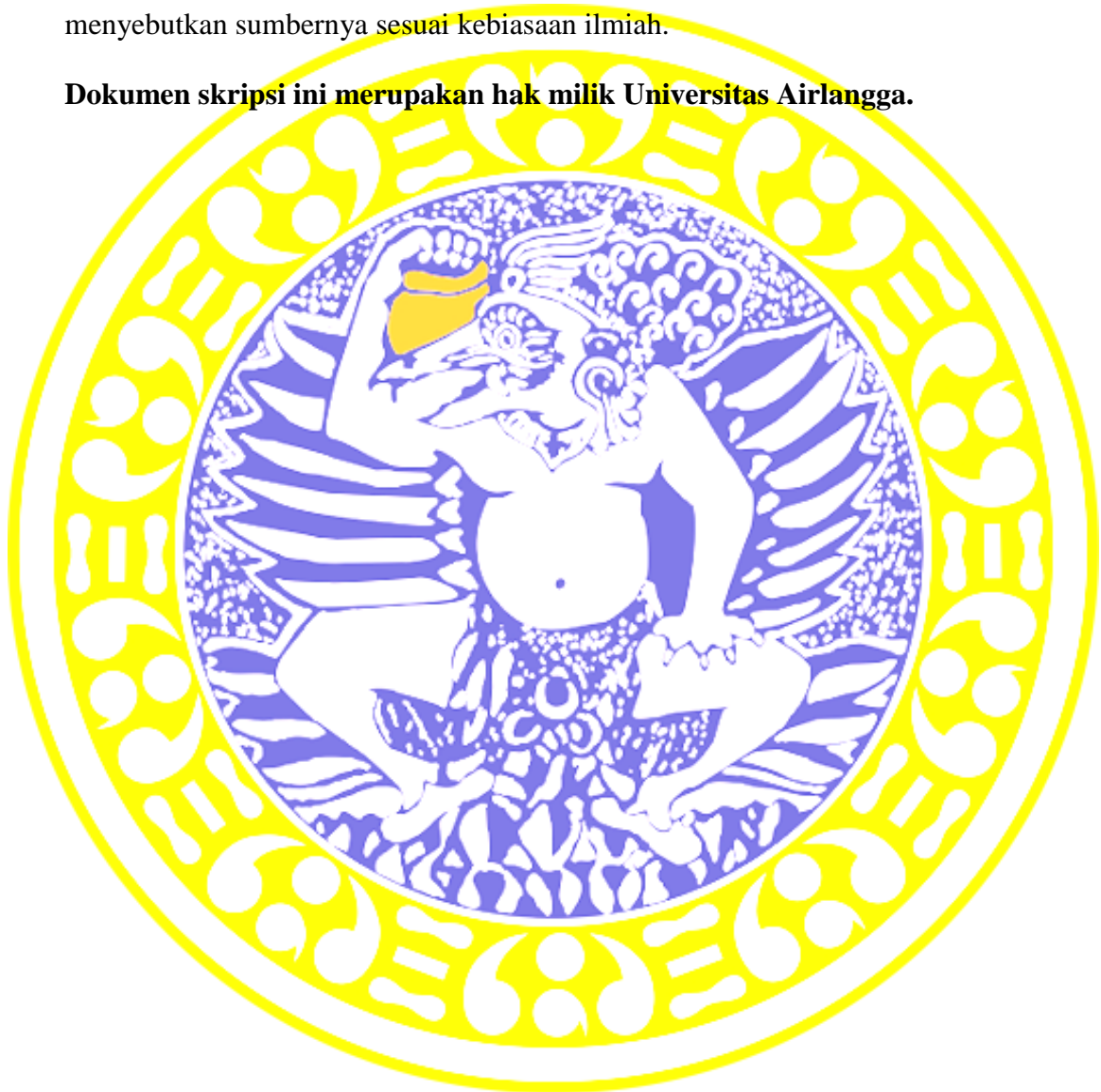
  
Dr. Moh. Yasin, M.Si

NIP.19670312 199102 1 001

### **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan di lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah.

**Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.**





**SURAT PERNYATAAN TENTANG ORSINALITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya:

Nama : Indira Wastu Widya

NIM : 081113020

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi Unair

Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul :

**POTENSI PAPARAN LASER DIODA UNTUK FOTOINAKTIVASI  
BAKTERI *Staphylococcus aureus***

Apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 26 Januari 2016



Indira Wastu Widya  
081113020

v

v

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan seru sekalian alam, yang telah berkenan melimpahkan cinta dan kasih sayang-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul **“Potensi Paparan Laser Dioda Untuk Fotoinaktivasi Luka Yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*”** tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun guna melaporkan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui potensi paparan laser dioda terhadap fotoinaktivasi bakteri *Staphylococcus aureus*.

Penyusunan naskah skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penyusun ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Moh. Yasin, M.Si., selaku Kepala Departemen Fisika sekaligus Ketua Program Studi S-1 Fisika yang saya hormati.
2. Ibu Dyah Hikmawati, M.Si., selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan serta arahan sejak awal masa perkuliahan.
3. Ibu Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si., selaku dosen pembimbing I yang bersedia meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan motivasi kepada penyusun dalam penyelesaian naskah skripsi ini.
4. Ibu Prof. Dr. Retna Apsari, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang senantiasa bersedia memberikan masukan dan dukungan kepada penyusun dalam penyelesaian naskah skripsi ini.
5. Bapak Drs. Pujiyanto, M.Si., selaku dosen penguji I sidang skripsi yang telah memberikan masukan, koreksi, saran serta perhatian.
6. Bapak Jan Ady, M.Si, selaku dosen penguji II sidang skripsi yang telah memberikan ilmu, koreksi serta saran dalam perbaikan naskah skripsi ini.
7. Kedua orang tua atas semangat dan doa yang tiada putusnya, terima kasih atas dukungannya baik secara moril maupun materiil.
8. Kakak saya Wisnu Katon serta adik saya Kemala Tri Maha Restu atas dukungan dan doanya yang selalu diberikan dengan tulus ikhlas.

9. Tirta Amerta Effendi, Ika Ningtyas, dan Vivin F.H. terimakasih sudah mau mendengarkan segala keluh kesah serta sarannya selama penggarapan skripsi ini
10. Geng bakteri ulala (Nobby, Pak alvat, Mbak Nike, Tirta, Ika, Vivin) yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian di Lab Gastro.
11. Tanti, Desy, Bhintari, Reny, dan Muti, terimakasih atas dukungannya kawan dan kebersamaan sejak awal masa perkuliahan.
12. Teman – teman HIRRADDII (Hatta, Iga, Risa, Reza, Adit, Dito, Dimas, Ivana) atas doa,dukungan dan hiburannya.
13. Kawan – kawan grup semester akhir, terimakasih atas dukungannya.
14. Seluruh penduduk kos mulyorejo 168, khususnya adek kos ku yang cantik yuk Lamongan (Lusan Kurniani) dan yuk Lumajang (I. A. Sukma) terimakasih sudah setia menemani, dan mau mendengarkan suka duka selama ini serta dukungan dan doanya.
15. Mbak neni dan mbak dyna, terimakasih atas dukungannya serta doanya, terimakasih atas saran dan quotes nya.
16. Keluarga KKN BBM-51 Munung Jatikalen atas dukungan dan doanya.
17. Teman-teman Fisika 2011 yang telah memberikan dukungan dalam pembuatan skripsi ini.
18. Serta seluruh orang yang telah mendukung saya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini, penyusun menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan naskah laporan skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan demi menutupi kekurangan ini.

Surabaya, 26 Januari 2015

Penyusun

Indira Wastu Widya



Indira Wastu Widya, 2015, **Potensi Paparan Laser Diode Untuk Fotoinaktivasi Bakteri *Staphylococcus Aureus***, Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si dan Prof. Dr. Retna Apsari M.Si, Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

---

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemaparan dosis laser diode biru 405nm terhadap kematian bakteri staphylococcus aureus secara in vitro dengan menggunakan endogen fotosensitizer guna mengetahui dosis yang optimum untuk fotoinaktivasi bakteri. Dosis energi yang dipaparkan berkisar antara  $31,740 Jcm^{-2}$ . -  $71,415 Jcm^{-2}$ . Pemaparan laser menghasilkan persentase kematian bakteri tertinggi sebesar 55,22% pada dosis energi  $63,480 Jcm^{-2}$ . dan mengalami penurunan pesentase kematian pada dosis diatas  $63,480 Jcm^{-2}$ . Berdasarkan hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemaparan dosis energy laser diode biru berpotensi untuk menginaktivasi bakteri *staphylococcus aureus* sehingga dapat digunakan sebagai kandidat terapi fotodinamik.

**Kata kunci : Fotoinaktivasi, Laser dioda, Endogen fotosensitizer, Bakteri *Staphylococcus aureus*, Terapi fotodinamik**



Indira Wastu Widya, 2015, **Potention of Laser Diode Exposure For Photo inactivation of Bacterium *Staphylococcus Aureus***, This Scripts under the guidance of Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si and Prof. Dr. Retna Apsari M.Si, Department of physics, Faculty of science and technology, Airlangga University

---

### ABSTRACT

The aim of this research is to find out the effect of blue laser diode 405nm exposure to *Staphylococcus aureus* bacteria in vitro with endogen photosensitizer for determining the optimum energy dose in photoinactivation bacteria cells. The exposed energy dose range is from  $31,740 \text{ Jcm}^{-2}$ - $71,415 \text{ Jcm}^{-2}$ . The highest percentage of cell death was 55,22% on energy dose  $63,480 \text{ Jcm}^{-2}$  and the percentage of cell death decreased when energy dose above  $63,480 \text{ Jcm}^{-2}$ . Based on the result, it can be concluded that the exposed blue laser diode energy dose has potency to inactivate *Staphylococcus aureus* cells and can be used as a candidate of photodynamic therapy.

**Keyword : Photo inactivation, Diode laser, *Staphylococcus aureus* bacteria, Endogen Photosensitizer, Photodynamic therapy.**



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>SURAT PERNYATAAN TENTANG ORSINALITAS</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 <i>Photodynamic Inactivation</i> (PDI).....	6
2.2 Laser Dioda.....	7
2.3 Interaksi cahaya dengan jaringan.....	12
2.4 Interaksi Cahaya dengan Molekul.....	13
2.4.1. Endogen Porifirin.....	14
2.4.2. Fotoabsorpsi.....	16
2.4.3. Proses Quenching.....	18
2.4.4 Respon biologi.....	20
2.6 Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	25
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
3.2 BahandanAlatPenelitian.....	25
3.2.1 BahanPenelitian.....	25
3.2.2 PeralatanPenelitian.....	25
3.3 RancanganPenelitian.....	26
3.4 Variabel Penelitian.....	27
3.5 Prosedur Penelitian.....	28
3.5.1 Uji Karakterisasi Laser.....	29
3.5.1.1 Karakterisasi Panjang Gelombang.....	29
3.5.1.2 Karakterisasi Daya.....	29
3.5.1.2.1 Uji Stabilitas.....	30
3.5.1.3 Karakterisasi Luasan Berkas Laser.....	31
3.5.1.4 Karakterisasi Suhu Laser.....	31

3.5.2	Tahap Pembuatan Kultur Bakteri <i>Staphylococcus Aureus</i> .....	32
3.5.3	Tahap Pemaparan Laser.....	34
3.5.4	Tahap Inkubasi.....	35
3.5.5	Tahap penghitungan koloni bakteri dan analisis data.....	35
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>36</b>
4.1	Hasil Penelitian.....	36
4.1.1	Hasil Karakterisasi Laser Dioda.....	36
4.1.1.1	Intensitas Laser Dioda.....	36
4.1.1.1.1	Stabilitas Daya Laser Dioda.....	36
4.1.1.1.2	Luas Berkas Laser.....	38
4.1.1.1.3	Penentuan Nilai Dosis Energi Laser Dioda.....	39
4.1.1.2	Karakterisasi Panjang Gelombang Laser Dioda.....	40
4.1.1.3	Karakterisasi Temperatur Laser Dioda...	40
4.1.2	Hasil Pemaparan Laser Dioda Biru Pada Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	41
4.1.2.1	Uji Absorbansi Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	43
4.1.2.2	Analisa Fotoinkativasi Bakteri Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dengan Variasi Dosis Energi Pemaparan Laser Dioda Biru.....	44
4.2	Pembahasan.....	46
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>53</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>54</b>
	<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>57</b>



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul Gambar	Halaman
2.1	Sifat cahaya laser.....	7
2.2	Cahaya keluaran laser dioda .....	9
2.3	Keluaran pancaran laser dioda dengan perubahan bentuk keluaran sepanjang penyebarannya.....	10
2.4	Interaksi cahaya dengan target.....	12
2.5	Struktur kimia <i>porphyrin</i> .....	14
2.6	Karakteristik spektrum serapan dan fluorescence dari fotosensitizer <i>porphyrin</i> .....	15
2.7	Mekanisme biosintesis <i>porphyrin</i> .....	16
2.8	Diagram skematik dan fotosensitasi yang dapat terjadi setelah aktivasi fotosensitizer oleh cahaya .....	19
2.9	Peroksidasi lipid yang dimediasi oleh radikal .....	21
2.10	Klasifikasi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	22
2.11	Kurva pertumbuhan bakteri.....	23
3.1	Diagram alir penelitian.....	28
3.2	Set-up alat karakterisasi panjang gelombang laser.....	29
3.3	Set-up alat karakterisasi daya laser.....	30
3.4	Termometer digital.....	32
3.5	Isolat bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	32
4.1	Grafik Hubungan jarak pemaparan terhadap daya laser.....	37
4.2	Grafik Stabilitas Daya (mW) Terhadap Waktu (s).....	38
4.3	Grafik karakterisasi panjang gelombang laser diode.....	40
4.4	Karakterisasi suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) terhadap waktu.....	41
4.5	Kurva pertumbuhan bakteri <i>Staphyococcus aureus</i> .....	42
4.6	Spektrum absorbansi porifirin bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	44
4.7	Diagram Jablonski.....	51

**DAFTAR TABEL**

<b>No</b>	<b>Daftar Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1	Dosis energi laser dioda pada variasi waktu pemaparan.....	39
4.2	Persentase kematian bakteri akibat adanya variasi dosis	45
4.3	Hasil analisis uji Anova.....	46
4.4	Penelitian fotoinaktivasi bakteri.....	47



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul Lampiran	Halaman
1	Spesifikasi Laser Dioda Biru 405nm.....	57
2	Tabel Hasil Pengukuran Panjang Gelombang menggunakan <i>Wavelengthmeter</i> .....	58
3	Tabel Hasil Karakterisasi Daya Terhadap Waktu.....	61
4	Tabel Karakterisasi Daya terhadap Jarak.....	88
5	Tabel Karakterisasi Suhu terhadap Waktu.....	89
6	Penghitungan Pola Gaussian dan Diamter Intensitas Berkas Laser Dioda.....	91
7	Data Uji Absorbansi bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dengan Spektroskopi <i>UV-Visible</i> .....	93
8	Kurva pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> .....	96
9	Data Penurunan Jumlah Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> akibat Fotoinaktivasi.....	97
10	Analisis Statistik Jumlah Koloni Bakteri <i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> Akibat Fotoinaktivasi.....	98
11	Alat dan Bahan yang Digunakan pada Penelitian.....	104