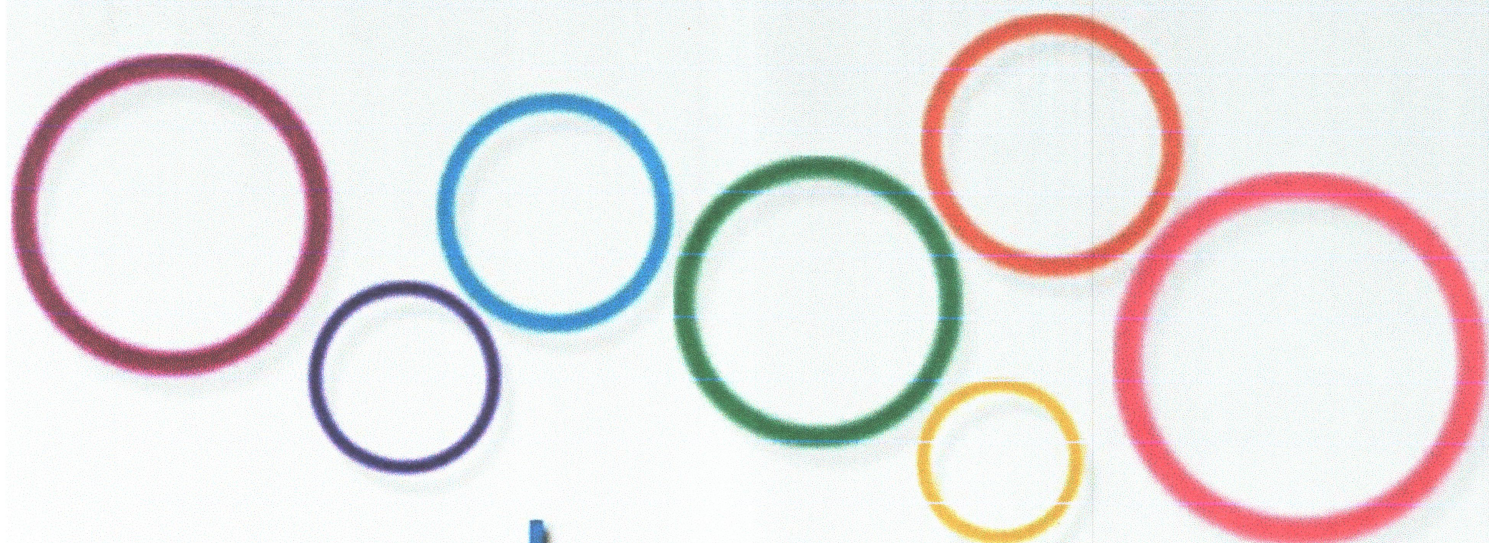




Journal of Physics
and Application



Jurnal Fisika dan Terapannya

Volume 2
Nomor 1
April 2014

ISBN: 9 772337 300009

Jurnal Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
Jl. Mulyorejo Kampus C UNAIR, Surabaya, Indonesia
Tel : +62-31-592 6501
Kode Pos: 60115
Fax : +62-31-592 6502, +62-31-592 6503
E-mail : fisika@fst.unair.ac.id

JURNAL FISIKA DAN TERAPANNYA

VOLUME 2, NOMOR 1, APRIL 2014

Penanggung Jawab

Prof.,Drs., Win Darmanto, M.Si,Ph.D.
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga, Indonesia

Dewan Redaksi (Editorial Board):

Ketua : Drs. Siswanto, M.Si.
Wakil Ketua: Dr. Retna Apsari, M.Si.
Anggota : Dr. Suryani Dyah Astuti, M.Si.
Mohammad Faried, ST.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah yang Maha Esa, berkat rahmat dan hidayahNya semata jurnal online edisi pertama ini dapat diterbitkan.

E-jurnal “Fisika dan Terapannya” ini merupakan media publikasi bagi sivitas di lingkungan departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Selain itu melalui media ini diharapkan dapat mencegah terjadinya praktek plagiasi dalam penelitian. Pada edisi pertama ini, diterbitkan sepuluh makalah hasil penelitian mahasiswa dari program studi S1 Fisika dan program studi Teknobiomedik, masing-masing memberikan sumbangan lima makalah. Topik makalah dari prodi S1 Fisika meliputi bidang biofisika, fisika material, fotonik dan komputasi, sedangkan topik makalah dari prodi teknobiomedik meliputi bidang biomaterial dan instrumentasi medis . Hal ini sesuai dengan kelompok bidang keahlian (KBK) yang dikembangkan pada kedua program studi tersebut.

Semoga jurnal ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua.

Ketua Departemen Fisika
FST Universitas Airlangga

Drs. S i s w a n t o, M.Si.

Jurnal Fisika dan Terapannya

(*Journal of Physics and Application*)

Volume 2, Nomor 1,
APRIL 2014

DAFTAR ISI

Alwiyah Siswanto Nurul Taufiqu Rochman	Pengaruh Variasi <i>Magnesium Oxide</i> (MgO) Terhadap Karakteristik Semen Gigi Modifikasi <i>Nano Zinc Oxide Eugenol</i> (ZOE)	1
Bandiyah Sri Aprillia Adri Supardi Herlik Wibowo	Analisis Perturbasi Geometri Pada Proses Disosiasi Molekul O₂ Oleh Katalis Atom Fe Metode <i>Density Functional Theory</i>	14
Intan Pamudiarti Sami'an Pujiyanto	Pemanfaatan Pengukuran Redaman Serat Optik Menggunakan OTDR Untuk Mendeteksi Kadar Glukosa Dalam Air	45
Istiqomah Welina Ratnayanti K Tri Anngono P	Analisis Perubahan Profil Potensial Otak Akibat Kebisingan Pada Penderita Hipertensi	52
Ni'matut Tamimah Suryani Dyah Astuti Mohammad Yasin	Potensi Pemaparan <i>Light Emitting Diode</i> (LED) Untuk Fotoaktivasi Bakteri <i>Streptococcus Mutans</i>	59
Tri Saktini Aminatun Jan Ady	Optimalisasi Sifat Mekkanik Paduan Kobalt Sebagai Implan Tulang <i>Prosthesis</i> Melalui Proses Sintering	69
Affan Muhammad Supadi Tri Anngono P	Rancang Bangun Sistem Pengukuran Kadar Hemoglobin Darah Berbasis Mikrokontroler	84
Ary Andini Dyah Hikmawati Sri Sumarsih	Potensi Kolagen Kulit Ikan Lele Sangkuriang (<i>Clarias gariepinus var</i>) Sebagai <i>Scaffold</i> Kolagen-Hidroksiapatit pada <i>Bone Tissue Engineering</i>	93
Gilang Daril Umami Aminatun Dwi Winarni	Sintesis Dan Karakterisasi Biokompatibilitas Si:Ca₁₀(Po₄)₆(Oh)₂ Dengan Metode Hidrotermal Untuk Aplikasi <i>Bone Filler</i>	106
Rizky Justitian Retna Apsari Franky Chandra S A	Rancang Bangun Elektromiograf Berbasis <i>Personal Computer</i>	118

Potensi Pemaparan *Light Emitting Diode (LED)* Untuk Fotoinaktivasi Bakteri *Streptococcus Mutans*

Ni'matut Tamimah¹, Suryani Dyah Astuti¹, Moh Yasin¹

¹Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga

*nimatuttamimah@gmail.com

Abstrak.

Pada penelitian kali ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemaparan LED pada spektrum gelombang tertentu untuk fotoinaktivasi bakteri *Streptococcus mutans* dengan cara mengetahui terlebih dahulu panjang gelombang cahaya yang sesuai dengan spektrum serap fotosensitizer bakteri *Streptococcus mutans*. Penelitian ini menggunakan metode *total plate counting* untuk mengetahui jumlah persentase kematian koloni bakteri. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa pemaparan LED ungu dengan panjang gelombang 408,6 nm dan energi sebesar 61,2 joule berpotensi untuk fotoinaktivasi bakteri *Streptococcus mutans* dengan menghasilkan efek fotoinaktivasi bakteri sebesar 42,11%.

Kata kunci: Fotoinaktivasi, *streptococcus mutans*, fotosensitizer, *Light Emitting Diode (LED)*.

1. Pendahuluan

Rongga mulut merupakan salah satu tempat dalam tubuh yang mengandung mikroorganisme dengan keanekaragaman paling tinggi dibanding tempat lain. Mikroorganisme yang paling banyak di rongga mulut yaitu *Streptococcus sp* yang berperan terhadap awal terjadinya proses karies gigi (Brotosoetarno, 1997). Selain itu, koloni bakteri yang ditemukan pada awal pembentukan plak adalah bakteri *Streptococcus mutans* yang banyak diyakini para ahli sebagai penyebab utama terjadinya karies pada gigi (Michalek and Mc Ghee, 1982).

Streptococcus mutans bersifat asidogenik yaitu menghasilkan asam, asidodurik, mampu tinggal pada lingkungan asam, dan menghasilkan suatu polisakarida yang lengket disebut dextran. Oleh karena kemampuan ini, *Streptococcus mutans* bisa menyebabkan lengket dan mendukung bakteri lain menuju ke email gigi, pertumbuhan bakteri asidodurik yang lainnya, dan asam melarutkan email gigi (Hamada, 1980).

Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan mulut dan mencegah karies gigi, salah satunya yang paling efektif adalah penggunaan obat kumur. Menurut Widodo (1980) obat kumur digunakan karena kemampuannya sangat efektif menjangkau tempat yang sulit dibersihkan jika dibandingkan dengan sikat gigi dan dapat mencegah pembentukan plak. Namun efek negative dari obat kumur adalah mengandung bahan kimia sintetik yang dapat meninggalkan noda hitam pada gigi. Selain itu, limbah obat kumur yang tidak bisa ditelan langsung dan harus dibuang di selokan dapat merusak keseimbangan lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan alternatif lain yang lebih aman untuk menjaga kesehatan mulut dan mencegah karies gigi yang ramah lingkungan dan tanpa efek samping yang berbahaya.

Secara alamiah bakteri *Streptococcus mutans* menghasilkan endogen porfirin yaitu molekul pengabsorpsi cahaya yang bersifat fotosensitiser (peka terhadap cahaya). Setiap molekul porfirin berkemampuan mengabsorpsi cahaya bersifat spesifik, yaitu bergantung pada panjang gelombang tertentu. Penyerapan cahaya pada panjang gelombang dan dosis energi yang tepat dapat menimbulkan fotoinaktivasi pada bakteri (Papageorgiou *et al.*, 2000). Setiap bakteri memiliki potensi fotoinaktivasi yang berbeda-beda bergantung pada jenis dan kuantitas dari porfirin yang berperan sebagai molekul pengabsorpsi cahaya.

Fotoinaktivasi adalah penghambatan aktivitas metabolisme sel karena kerusakan membran sitoplasmik akibat peroksidasi oleh oksigen reaktif pada lipid dan protein mengakibatkan lisis sel atau inaktivasi sistem transport membran dan sistem enzim

transport membran pada bakteri tersebut (Hamblin & Hasan, 2003). Mekanisme fotoinaktivasi pada bakteri melibatkan proses fotosensitisasi, yaitu proses penyerapan cahaya oleh porfirin yang selanjutnya mengaktivasi reaksi dalam suatu substrat.

Berbagai peristiwa berlangsung selama proses pemaparan cahaya terhadap bakteri. Peristiwa tersebut dimulai dengan tahap fotofisika, yakni dimulai dengan absorpsi foton cahaya oleh molekul porfirin. Penyerapan cahaya ini berlangsung sangat cepat dengan waktu sebesar 10^{-15} detik. Tahap selanjutnya diikuti proses fotokimia yang berperan dalam perubahan energi dan struktur elektron akibat eksitasi molekul setelah peristiwa absorpsi. Selain tahap fotofisika dan fotokimia, terdapat tahapan lain yaitu fotobiologi (Grossweiner, 2005). Proses fotobiologi melibatkan perubahan sel organisme akibat interaksi cahaya. Astuti (2010) melaporkan bahwa efek fotobiologi dalam SEM akibat bakteri *S. aureus* dengan penyinaran lampu *Light-emitting diode* (LED) terjadi kerusakan dinding sel pada bakteri dan kerusakan pompa membran konsentrasi sehingga menimbulkan lisis dalam tubuh bakteri tersebut.

Salah satu sumber cahaya yang memiliki rentang spektrum absorpsi porfirin type fotosensitiser adalah *Light-emitting diode* (LED), yaitu suatu semikonduktor kompleks yang dapat mengkonversi energi listrik menjadi cahaya, memiliki kelebihan antara lain hanya menghasilkan sejumlah kecil panas dalam cahaya yang ditimbulkan (Schubert, 2006). Dari beberapa penelitian melaporkan bahwa reaksi pada cahaya LED bergantung pada fotoaktivasi dan aktivitas fotobiomodulasi seluler oleh foton yang kemudian diubah menjadi energi sel, serta bersifat termal sehingga sangat aman dan tidak menimbulkan kerusakan pada lapisan dermis (Karu, 2003).

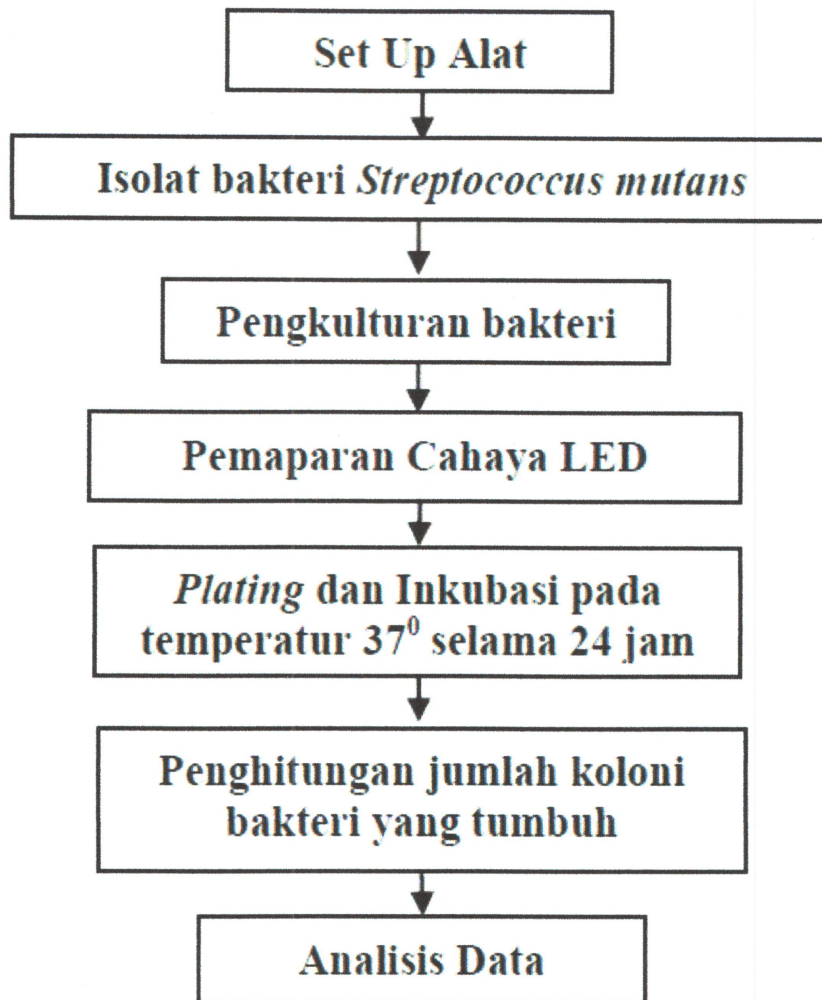
LED merupakan suatu semikonduktor kompleks yang dapat mengkonversi energi listrik menjadi cahaya. LED merupakan salah satu sumber cahaya yang memiliki rentang spektrum absorpsi porfirin type fotosensitiser. Selain itu LED memiliki kelebihan dibanding sumber cahaya lain untuk proses fototerapi karena LED hanya menghasilkan sejumlah kecil panas dalam cahaya yang ditimbulkan (Schubert, 2006) sehingga tidak menimbulkan kerusakan pada lapisan dermis (Karu, 2003). LED menghasilkan cahaya dengan berbagai macam warna dengan panjang gelombang tertentu. Warna cahaya yang diemisikan oleh LED bergantung pada komposisi dan kondisi dari material semikonduktor yang digunakan, baik infrared, visible, atau ultraviolet (Schubert, 2006).

Banyak penelitian tentang fotodinamik yang berhasil menunjukkan bahwa keberhasilan fotoinaktivasi pada bakteri ditentukan oleh kesesuaian panjang gelombang cahaya dengan spektrum serap porfirin bakteri untuk terjadinya eksitasi molekul porfirin. Oleh karena itu penelitian ini merupakan upaya untuk mengetahui potensi pemaparan LED pada spektrum gelombang tertentu untuk fotoinaktivasi bakteri *Streptococcus mutans* sebagai upaya alternatif menjaga kesehatan mulut dan pencegahan karies gigi yang ramah lingkungan dan tanpa efek samping yang berbahaya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui panjang gelombang (dari lampu LED ungu $\lambda = 408.6$ nm, biru $\lambda = 430.05$ nm, hijau $\lambda = 527.5$ nm, dan merah $\lambda = 430.05$ nm) yang berpotensi fotoinaktivasi terhadap bakteri *Streptococcus mutans*. Penelitian tersebut merupakan penelitian eksperimen laboratoris dengan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial *pre test-post test control group design* dengan cara menyediakan satu kelompok kontrol selain kelompok perlakuan. Kelompok kontrol yang tidak diberi pemaparan tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa penurunan jumlah bakteri yang terukur adalah benar-benar hanya disebabkan karena perlakuan yang diberikan. Hal tersebut dapat dilihat dengan cara membandingkan antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan dilakukan dengan faktor panjang gelombang (dari LED ungu, biru, hijau dan merah) dan daya pemaparan PWM 75% serta lama waktu pemaparan 30 menit. Pada penelitian tahap pertama ini jumlah perlakuan yang diberikan adalah 4 sehingga replikasi 6 kali sehingga disediakan $6 \times 4 = 24$ satuan percobaan yang dilaksanakan secara acak.

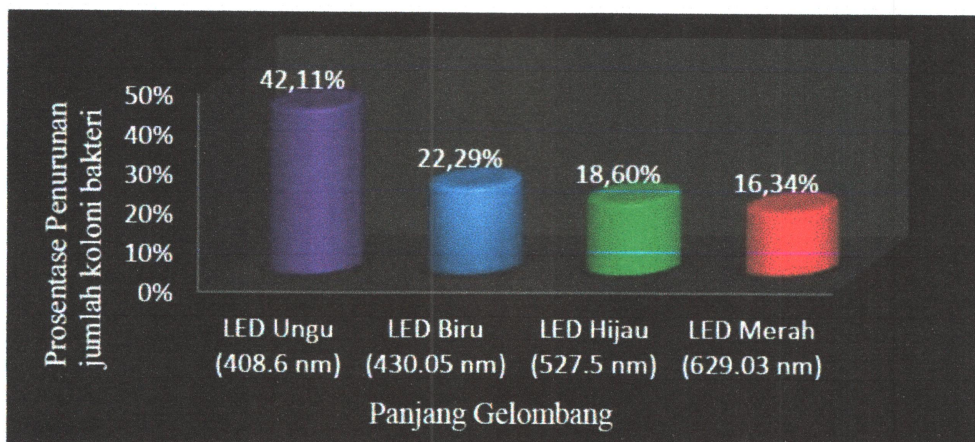
Prosedur penelitian ini diawali dengan set up alat dan pengkalibrasian alat. Setelah proses tersebut dilanjutkan dengan suspensi bakteri, pemaparan cahaya terhadap bakteri, dan proses penghitungan bakteri dengan metode TPC (*Total Plate Count*)



Gambar 2.1 Diagram alur mekanisme penelitian potensi pemaparan LED untuk fotoinaktivasi bakteri *Streptococcus mutans*

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian potensi pemaparan LED untuk fotoinaktivasi bakteri *Streptococcus mutans* yang menggunakan variasi panjang gelombang dari LED ungu, biru, hijau, dan merah, dengan daya konstan (PWM 75%) dan waktu konstan (30 menit) ini.



Gambar.3.1 Diagram batang persentase penurunan bakteri *Streptococcus mutans* terhadap variasi panjang gelombang.

Pada Gambar 3.1 menyatakan bahwa pemaparan dengan LED ungu (408,6 nm) menghasilkan penurunan jumlah koloni bakteri yang tumbuh paling tinggi jika dibandingkan dengan pemaparan menggunakan sumber LED yang lainnya yaitu sebesar 42,11%. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa LED ungu (408,6 nm) berada pada spektrum serap porfirin bakteri *Streptococcus mutans*. Hal tersebut disebabkan karena pemaparan cahaya dengan spektrum panjang gelombang yang sesuai dengan spektrum serap porfirin dapat menyebabkan fotoinaktivasi sel bakteri (Papageorgiou *et al.*, 2000).

Sumber cahaya LED ungu 408,6 nm sebagai sumber cahaya untuk fotoinaktivasi bakteri *Streptococcus mutans* tersebut sesuai dengan penelitian Metcalf (2006) dan Nisnevitch (2010) yang menunjukkan bahwa sumber cahaya dalam rentang panjang gelombang 380 nm-520 nm dapat menyebabkan efek fotoinaktivasi pada mikroorganisme mulut.

Proses fotoinaktivasi bakteri diawali dengan proses fotosensitisasi yakni penyerapan cahaya oleh porfirin selanjutnya mengaktifasi terjadinya reaksi kimia yang menghasilkan berbagai spesies oksigen reaktif bergantung pada jenis dan kuantitas dari porfirin yang berperan sebagai molekul pengabsorpsi cahaya (Nitzan, 2004). Mekanisme fotosensitisasi melibatkan proses fotofisika, fotokimia dan fotobiologi (Grossweiner, 2005).

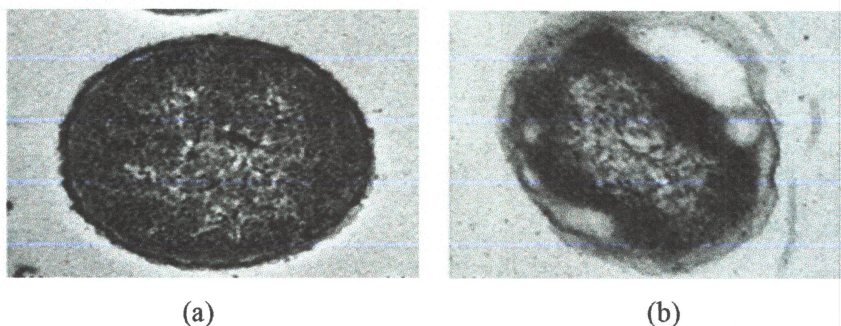
Pada proses fotofisika yaitu penyerapan cahaya oleh elektron di dalam molekul dan mengalami perubahan keadaan energi. Porfirin (molekul yang peka terhadap cahaya) mampu menyerap foton dari sumber cahaya yang spektrum serapnya sesuai hingga

terekstisasi dari tingkat vibrasi dasar dalam keadaan singlet (S_0) menuju tingkat vibrasi yang lebih tinggi (S_1, S_2, S_3 , dll). Pada saat proses perubahan tingkat vibrasi tersebut energi molekul berkurang atau hilang menjadi energi panas (kalor) karena antar reaksinya dengan molekul-molekul lain.

Pada saat berada di tingkat vibrasi yang tinggi, molekul berada pada keadaan yang tidak stabil sehingga akan kembali menuju ke tingkat vibrasi dasar. Hal tersebut dapat dilakukan dengan dua cara. Yang pertama, yakni dengan melepaskan tambahan energi yang diterimanya dengan meningkatkan intraksi antar molekul. Yang kedua, molekul akan memancarkan sebuah foton sehingga molekul tersebut dapat langsung kembali menuju keadaan vibrasi dasar (S_0) yang disebut *internal conversion* atau melewati keadaan triplet terlebih dahulu (T) yang disebut dengan *intersystem crossing*.

Dalam mekanisme fotosensitisasi *intersystem crossing* sangat berperan penting dalam keberhasilan fotoinaktivasi bakteri karena menghasilkan spesies oksigen reaktif. Setelah molekul mengalami *intersystem crossing*, maka terjadilah proses fotokimia. Pada proses fotokimia menghasilkan molekul oksigen reaktif dari reaksi fotokimia tipe 1 dan oksigen singlet pada fotokimia tipe 2 yang bersifat racun dan dapat menghancurkan sel-sel target.

Proses terakhir adalah proses fotobiologi yang melibatkan perubahan sel organisme akibat interaksi cahaya pada tingkat kompleksitas yang berbeda-beda. Pada hasil percobaan telah dibandingkan penampang bakteri *Streptococcus mutans* dari kelompok kontrol dan kelompok perlakuan dengan menggunakan SEM (Gambar 3.2). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi kerusakan membran sel pada bakteri. Membran sel sangat penting dalam proses metabolisme bakteri sehingga kerusakannya dapat menyebabkan lisis dalam tubuh bakteri tersebut.



Gambar 3.2 (a) Bentuk bakteri *S.mutans* kelompok kontrol (b) Bentuk bakteri *S.mutans* kelompok perlakuan yang terjadi kerusakan pada membran sel.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis data hasil penelitian, diperoleh bahwa pemaparan *Light Emitting Diode* (LED) ungu dengan panjang gelombang 408,6 nm dengan energi sebesar 61,2 joule berpotensi untuk fotoinaktivasi bakteri *Streptococcus mutans* dengan menghasilkan efek fotoinaktivasi bakteri sebesar 42,11%.

5. Daftar Pustaka

- Ackerman E, Ellis L, Williams L, 1988, Ilmu Biofisika, Airlangga University Press.
- Ashkenzi H., Malik Z., Harth Y., Nitzan Y., 2003, Eradication of *Propionibacterium acnes* by its endogenic porphyrin after illumination with high intensity blue light, *FEMS Immunol. Med. Microbiol* 35 p. 684-688.
- Astuti, Suryani Dyah., 2010. Potensi Light Emitting Diode (LED) Biru Untuk Fotoinaktivasi Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dengan Porphyrin Endogen. Pascasarjana Universitas Airlangga
- Beiser, Arthur. 1987. *Konsep Fisika Modern, edisi keempat*. PT Gelora Aksara Pratama: ITB
- Brotosoetarno S., 1997, Peran Serta Mikroorganisme dalam Proses Terjadinya Karies Gigi dalam *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Indonesia*. Volume 7. Edisi Khusus KPPIKG IX. Jakarta : FKG Universitas Indonesia.
- Fekrazad, Reza, 2011, Evaluation of the effect of photoactivated disinfection with Radachlorin® against *Streptococcus mutans* (an in vitro study), *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* (2011) 8, 249-253.
- Ghozali, Imam. 2006. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Cet. IV. Badan Penerbit Universitas Diponegoro : Semarang.
- Grossweiner LI, 2005. *The Science of Phototherapy: An Introduction*, Springer: USA.
- Haken, Hermann dan Wolf, Hans Christoph. 1995. *Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry: Introduction to Experiment and Theory*. Springer: German.
- Hamada Shigeyuki, 1980, Isolation And Serotyping Of *Streptococcus Mutans* From Teeth And Feces Of Children, *Journal Of Clinical Microbiology*, Vol. 11, No. 4, pp. 314-318.
- Hamblin, M.R., Hasan, T., 2003, Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to

- infectious disease?, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, Science*, 3,436-450
- Karu, Tiina. 2003. *Low Power Laser Therapy* CRC Press LLC: New York
- König K, *et. al*, 2000, Red light kills bacteria via photodynamic action, *Institute of Anatomi II, Universitas Friedrich Schiller Jena, Jerman*. kkoe@mti-n.uni-jena.de [2000, 46 (7) :1297-1303].
- Juzenas P., 2002, Investigation of Endogenous Photosensitizer Protoporphyrin IX in Hairless Mouse Skin by Means of Fluorescence Spectroscopy, *Group of Photodynamic Therapy Departement of Biophysics, Institute for Cancer Research The Norwegian Radium Hospital*.
- Metcalf, D., Robinson, C., Devine, D., Wood, S., 2006, Enhancement of erythrosin-mediated photodynamic therapy of *Streptococcus mutans* biofilms by light fractionation, *J. Antimicrob. Chemother.* 58 (2006) 190–192.
- Michalek S M, McGhee J R, 1982, Oral streptococci with emphasis on *Streptococcus mutans*. In: McGhee J R *et al.* (eds) *Dental microbiology*. Harper and Row, Philadelphia, pp679-690.
- Nisnevitch, M., Nakonechny, F., Nitzan, Y. Bioorg, K., 2010, Photodynamic antimicrobial chemotherapy by liposome-encapsulated water-soluble photosensitizers, *Bioorg. Khim.* 6 (2010) 396–402.
- Nitzan, Y., Gutterman, Z., Malik and Ehrenberg, B., 1992, Inactivation of gram-negative bacteria by photosensitized porphyrins, *Photochem, Photobiol*, vol 55, pp. 89-96.
- Nugraha Ari W, 2008, *Streptococcus mutans* si Plak Dimana-mana, *Fakultas Farmasi USD, Yogyakarta*.
- Papageorgiu, P. *et al.*, 1999, Phototherapy with Blue (415nm) and Red (660nm) Light in The Treatment of Acne Vulgaris, *British Journal of Dermatology*: 2000.
- Paulino, Tony P., 2005, Use of hand held photopolymerizer to photoinactivate *Streptococcus mutans*, *Archives of Oral Biology* (2005) 50, 353—359.
- Paulo de Tarso Camillo de Carvalho, *et. al*, 2006, Photodynamic inactivation of *in vitro* bacterial cultures from pressure ulcers, *Acta Cirúrgica Brasileira - Vol 21 (Suplemento 4)*.
- Peck, Edson R., 1963, *Gaertner-Peck Spectrometer Manual*, Gaertner Scientific Corporation, Chicago.

- Pelczar, Michael J., Chan E.C.S, 2007, Dasar-dasar Mikrobiologi 1, Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
- Plaetzer K, Krammer B, BerlandaJ, Berr F, dan Kiesslich T.,2008. Photophysics and Photochemistry of photodynamic therapy : fundamental aspects. doi: 10.1007/s10103-008-0539-1.
- Rolim Juliana P.M.L. *et al.*, 2011, The antimicrobial activity of photodynamic therapy against *Streptococcus mutans* using different photosensitizers, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 106 (2012) 40–46.
- Schubert E.F., 2006, *Light Emitting Diodes*, 2nd ed., Cambridge University Press, USA.
- Wainwright, Mark., 2009, *Photosensitisers in Biomedicine*. Wiley- Blackwell:UK
- Wibowo, Arief, dkk, 2008, *Modul SPSS*, Departemen Biostatistika & Kependudukan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga: Surabaya.