



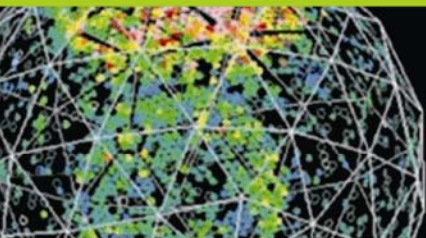
# PROSIDING

ISBN : 978-602-19655-5-9

## Seminar

Kontribusi Fisika 2013

Bandung, 2-3 Desember 2013



Penerbit :  
Program Studi Magister Pengajaran Fisika FMIPA ITB

2013

# Prosiding

## Seminar Kontribusi Fisika 2013

Bandung, 2 dan 3 Desember 2013



### Editor

Dr. Jusak Sali Kosasih

Dr. Syeilendra Pramuditya

Dede Enan, S.Ap.

ISBN : 978-602-19655-5-9

Program Studi Magister Pengajaran Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Bandung  
2013

<http://portal.fi.itb.ac.id/skf2013>

## **Dewan Pengarah**

Prof. Dr. Umar Fauzi  
Dr. Euis Sustini  
Dr. Siti Nurul Khotimah  
Dr. Khairul Basar

## **Panitia Penyelenggara**

Ketua : Dr. Jusak Sali Kosasih  
Sekertaris : Dr. Syeilendra Pramuditya  
Bendahara : Dr. Fatimah A. Noor, Nuri Trianti, M.Si.  
Web dan Publikasi : Aghust Kurniawan, S.Si.  
Acara : Nina Siti Aminah, M.Si.  
Logistik : Agus Suroso, M.Si.  
Konsumsi : Dr. Fatimah A. Noor, Nuri Trianti, M.Si.  
Prosiding : Dr. Syeilendra Pramuditya, Dede Enan, S.Ap.  
Dokumentasi : Aghust Kurniawan, S.Si., Dede Enan, S.Ap.

**Penyelenggara :**  
Program Studi Magister Pengajaran Fisika FMIPA - ITB

**Didukung oleh :**  
Himpunan Fisika Indonesia (HFI)  
Program Magister Pengajaran MIPA ITB

## Foto Kegiatan



## Kata Pengantar

Seminar Kontribusi Fisika 2013 (SKF 2013) telah dilaksanakan pada tanggal 2 dan 3 Desember 2013 bertempat di Aula Barat Institut Teknologi Bandung. Seminar ini dapat terlaksana dengan sukses berkat dukungan dari Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, dan Himpunan Fisika Indonesia (HFI) Jawa Barat.

Seminar Kontribusi Fisika merupakan sarana pertukaran pikiran dan ide tentang peran penting fisika dalam kehidupan. Sebagai salah satu ilmu dasar, fisika selalu hadir dalam semua aspek kehidupan manusia dan menjadi pilar dari perkembangan jaman modern yang didukung oleh teknologi modern saat ini.

Seminar ini diikuti oleh lebih dari 100 peserta yang berasal dari 14 institusi di Indonesia. Peserta terdiri dari 5 orang pembicara utama, 76 presenter yang terbagi dalam 4 kelompok presentasi paralel, dan partisipan dari berbagai kalangan. Topik yang disampaikan dalam sesi panel cukup beragam, mulai dari konsep pendidikan fisika, sel surya, energi dan panas bumi, hingga teori relativitas khusus Einstein, dan pola pendidikan di Amerika Serikat. Keragaman bidang aplikasi dari fisika juga tercermin dari topik dan hasil penelitian yang disampaikan para presenter sesi paralel, di mana sebagian dari topik-topik tersebut merupakan hasil karya mahasiswa Program Studi Magister Pengajaran Fisika FMIPA ITB dan Program Studi Sains Komputasi FMIPA ITB. Prosiding seminar ini diterbitkan sebagai salah satu upaya mempublikasikan hasil-hasil karya tersebut.

Kami berupaya untuk menyelesaikan proses penyuntingan Prosiding SKF 2013 ini sebaik mungkin agar dapat diterbitkan tepat waktu. Tentu hal ini hanya dapat dilakukan dengan dukungan rekan-rekan penyunting serta kerjasama para peserta/pemakalah dalam melakukan perbaikan. Walau demikian kami sadar bahwa masih terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan prosiding ini. Kritik dan saran kami harapkan guna perbaikan pada penerbitan yang akan datang.

Akhirnya, kami selaku panitia SKF 2013 mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung terselenggaranya acara SKF 2013 dan terselesainya penyuntingan dan penerbitan Prosiding ini. Semoga SKF 2013 dan Prosiding ini dapat membawa manfaat bagi kita semua.

Sampai jumpa di seminar SKF berikutnya.

Dr. Jusak Sali Kosasih  
Ketua SKF 2013

## Aktivitas Antimikrobal Nanopartikel Zinc Oxide (ZnO) pada Strain *Staphylococcus Aureus*

Kapas Fernando Pasaribu\*, Donn Richard Ricky dan Horasdia Saragih

### Abstrak

Resistensi bakteri terhadap antimikroba terjadi sangat cepat akhir-akhir ini. *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) merupakan strain bakteri yang memiliki kemampuan resistensi tinggi. Ragam penyakit seperti: diare, dehidrasi, mastitis, osteomyelitis dan endokarditis dapat disebabkan oleh *S. aureus*. *S. aureus* merupakan golongan bakteri gram positif yang memiliki membran luar yang tebal sehingga resisten terhadap penicillin. Kemampuan resistensi *S. aureus* dapat menghambat tubuh dalam proses pembentukan antibodi tubuh hingga kematian. Zinc Oxide (ZnO) adalah suatu material yang mampu menghasilkan  $\text{OH}^{\cdot}$ ,  $\text{O}_2^{\cdot}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang mampu merusak membran sel mikroorganisme sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif baru untuk membasmi bakteri *S. Aureus*. Jumlah  $\text{OH}^{\cdot}$ ,  $\text{O}_2^{\cdot}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang dihasilkan oleh ZnO sangat tinggi ketika ukurannya berada pada orde nanometer. ZnO berukuran nanometer (nanopartikel ZnO) telah berhasil difabrikasi dengan menggunakan reaktor mikro. Polimer polyvinylpyrrolidone (PVP) digunakan sebagai material pengkapsulasi. Ukuran nanopartikel ZnO divariasikan dengan memvariasikan konsentrasi PVP. Ragam ukuran nanopartikel ZnO yang difabrikasi, secara invitro dengan media blood agar menggunakan metode difusi cakram di petridish, telah diuji untuk membasmi bakteri *S. Aureus*. Pengujian dilakukan selama 48 jam di dalam inkubator pada temperatur 37°C. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa semakin kecil ukuran nanopartikel ZnO semakin efektif menghambat perkembangan *S. Aureus*.

**Kata-kata kunci:** antibakteri, blood agar, difusi cakram, in vitro, *S. aureus*, nanopartikel ZnO.

### Pendahuluan

Metal oksida merupakan material yang memiliki sifat antibakteria oleh karena mampu menghasilkan  $\text{OH}^{\cdot}$ ,  $\text{O}_2^{\cdot}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  ketika terpapar sinar ultraviolet ataupun sinar tampak [1,2,3,4].  $\text{OH}^{\cdot}$ ,  $\text{O}_2^{\cdot}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang dihasilkan secara efektif mampu merusak membran sel mikroorganisme. Zinc oksida (ZnO) merupakan material oksida yang memiliki toksisitas rendah sehingga aman digunakan sebagai antibakteria terhadap mikroorganisme patogen [5,6]. Namun dalam ukuran makro, ZnO menghasilkan jumlah  $\text{OH}^{\cdot}$ ,  $\text{O}_2^{\cdot}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  yang sedikit sehingga memiliki aktivitas antibakteria yang rendah.

Pada penelitian ini bakteri *S. aureus* digunakan sebagai subjek untuk menguji aktivitas antibakteri nanopartikel ZnO. *S. aureus* merupakan salah satu bakteri yang paling banyak merugikan manusia karena memiliki daya resisten terhadap penicillin dalam bentuk kista. Zaoutis *et al.* [7] melaporkan bahwa kontak kulit, pemakaian benda bersama, dan kurangnya kebersihan personal dapat mengakibatkan kontaminasi penyebaran *S. aureus*. Beberapa ragam penyakit dapat ditimbulkan oleh *S. aureus* seperti: diare, dehidrasi, mastitis, osteomyelitis, endokarditis dan cystic fibrosis [8]. Perez *et al.* [9] menginvestigasi bahwa *S. aureus* merupakan golongan bakteri gram

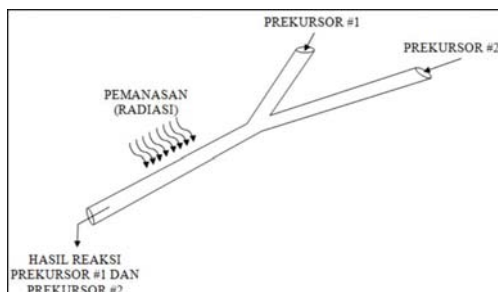
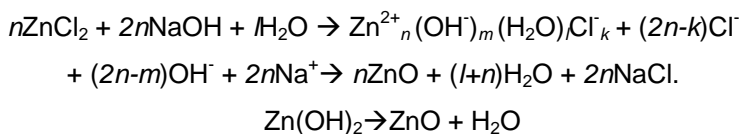
positif yang menghasilkan *cytotoxin* dan resisten terhadap *penicillin*. *S. aureus* juga memiliki sifat *hemolytic* yang mampu menghancurkan sel darah merah *hospes*. Sifat resistensi *S. aureus* dapat menghambat proses regenerasi sel di dalam tubuh hingga kematian pada *hospes*.

Sifat *hemolytic* dan tingginya resistensi terhadap *penicillin* mikroorganisme *S. aureus* sebagaimana diterangkan di atas menyebabkan sulitnya ragam penyakit yang muncul untuk diatasi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu zat yang memiliki sifat antibakteria, sehingga dapat menghambat aktivitas *S. aureus* dengan efektif. Ukuran partikel ZnO yang direkayasa dalam orde nanometer dengan menggunakan metode mikroreaktor berpotensi besar dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*.

### Eksperimen

Zinc chloride (ZnCl<sub>2</sub>), sodium hydroxide (NaOH) dan aquadest (H<sub>2</sub>O) digunakan sebagai prekursor yang dilarutkan ke dalam Etanol. Polyvinylpyrrolidone (PVP) digunakan sebagai material pengkapsulasi untuk meminiaturisasi material ZnO ke orde nanometer. Seluruh bahan-bahan tersebut diperoleh dari Merck dan digunakan langsung tanpa purifikasi. Nanopartikel ZnO difabrikasi menggunakan metode bottom-up menggunakan reaktor mikro berbentuk tabung. ZnCl<sub>2</sub> (10 mM), NaOH (16 mM), dan H<sub>2</sub>O (1000 mM) dilarutkan masing-masing ke dalam 200 mL ethanol. Ukuran nanopartikel ZnO divariasikan dengan menggunakan larutan polimer PVP pada konsentrasi yang berbeda (1g; 3g; 5g yang dilarutkan ke dalam 100 mL larutan ethanol). Larutan ZnCl<sub>2</sub>, NaOH, H<sub>2</sub>O dan PVP dialirkan secara bersamaan ke dalam reaktor mikro (Gambar 1).

Pola alir molekul cair dalam tabung reaktor mikro dimanfaatkan pada proses pencampuran dan reaksi, sehingga menghasilkan material hasil reaksi yang homogen. Proses pemanasan dibantu dengan menggunakan lampu pemanas pada temperatur 40°C, hal ini diperlukan sehingga proses pemutusan ikatan Zn(OH)<sub>2</sub> menjadi ZnO dan H<sub>2</sub>O dapat terjadi. Nanokoloid ZnO berpelarut etanol yang dihasilkan oleh reaktor mikro kemudian dievaporasi menggunakan evaporator. Reaksi kimia dalam proses fabrikasi ZnO secara sederhana adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Skema tabung reaktor mikro yang digunakan pada fabrikasi nanopartikel ZnO.

Aktivitas antibakteria nanopartikel ZnO diuji dengan metode difusi cakram menggunakan suspensi bakteri *S. aureus* pada media blood agar (99,9%; *Sigma-Aldrich*). Kultur *S. aureus* diperoleh dari *Sanbe Farma. Cotton bud* digunakan untuk menyebarkan bakteri pada media setelah dicelupkan ke dalam suspensi *S. aureus*. Bakteri disebarkan dengan metode garis pada blood agar di *petri dish* steril. Kertas cakram direndam ke dalam ragam cairan nanopartikel ZnO dengan ukuran yang berbeda dan dibagi ke dalam 3 kelompok di *petri dish*. Nanopartikel ZnO pada media *S. aureus* diinkubasikan pada temperatur 37°C selama 48 jam.

Aktivitas antibakteri diuji melalui ukuran zona inhibisi *S. aureus*. Zona inhibisi merupakan daerah yang menunjukkan fenomena daya hambat suatu material dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme. Zona inhibisi diukur dengan menggunakan penggaris dalam skala milimeter (mm).

### Hasil dan bahasan

Karakterisasi Nanopartikel ZnO berpelarut etanol dilakukan dengan uji respon absorbans pada panjang gelombang 200-800 nm dengan menggunakan alat ukur Spectrophotometer S-25 BELCO Germany. Pada Tabel 1 dipaparkan rangkuman hasil pengukurannya. Nanopartikel ZnO diinvestigasi puncak absorbansinya. Dari hasil investigasi didapatkan ukuran nanopartikel ZnO yang beragam oleh karena variasi konsentrasi PVP (1g PVP, 3g PVP dan 5g PVP). Diameter rata-rata suatu partikel dapat ditentukan dengan spektrum absorbans optiknya [10,11]. Kumbhakar *et al.* [12] telah menurunkan perumusan hubungan jari-jari nanopartikel ZnO dengan puncak absorbansi panjang gelombang, sehingga diameter nanopartikel ZnO dapat dicari menggunakan Persamaan 1.

$$r(nm) = \frac{-0,3049 + \sqrt{-26,23012 + \frac{10240,72}{\lambda_p(nm)}}}{-6,3829 + \frac{2483,2}{\lambda_p(nm)}} \quad (1)$$

Hasil karakterisasi menunjukkan variasi PVP sebagai pengkapsulasi dapat menghasilkan ukuran nanopartikel ZnO yang berbeda, dimana semakin besar jumlah PVP yang digunakan, maka semakin kecil ukuran diameter nanopartikel ZnO yang dihasilkan. Dari hasil uji, diperoleh ukuran diameter nanopartikel ZnO masing-masing: 2.57 nm, 2.09 nm, dan 2.02 nm.

Tabel 1. Hasil pengukuran diameter nanopartikel ZnO dengan variasi PVP.

Parameter	1 gr-PVP	3 gr-PVP	5 gr-PVP
$\lambda_{max}$	296 nm	260 nm	253 nm
Intensitas (a.u.)	1.043	1.301	0.843
r (nm)	1.285	1.045	1.01
d=2r(nm)	2.57	2.09	2.02

Keterangan:  $\lambda_{max}$  : puncak absorbansi; 2r : diameter nanopartikel.

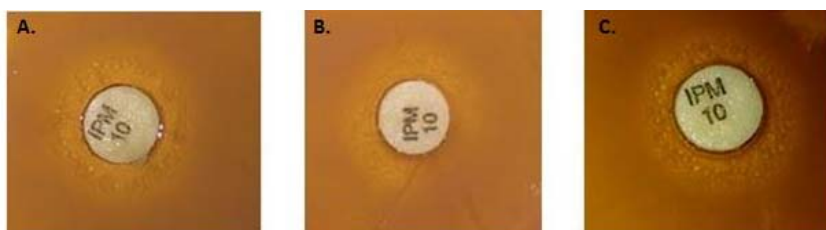
Aktivitas antibakteria nanopartikel ZnO pada strain *S. aureus* sebagai media uji diinvestigasi menggunakan penggaris untuk mengetahui zona hambatnya. Pada Tabel 2 dipaparkan hasil uji antibakteria nanopartikel ZnO pada *S. aureus* dengan menggunakan metode difusi cakram. Aktivitas antibakteria diketahui melalui



pengukuran zona inhibisi pada hasil eksperimen. Hasil pengukuran zona inhibisi menunjukkan adanya perbedaan daya inhibisi bakteri dari ketiga jenis ukuran nanopartikel ZnO. Dari hasil pengukuran diperoleh bahwa nanopartikel ZnO dengan diameter rata-rata  $d_1=2,02$  nm memiliki aktivitas inhibisi yang paling kuat dibanding nanopartikel ZnO dengan diameter rata-rata  $d_2=2,09$  nm dan  $d_3=2,57$  nm (Gambar 2), sedangkan nanopartikel ZnO pada ukuran 2,02 nm memiliki zona inhibisi yang lebih besar dari ukuran 2,09 nm. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran nanopartikel ZnO, maka semakin besar sifat antibakterinya.

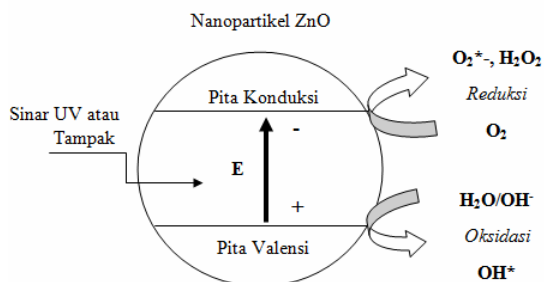
Tabel 2. Hasil uji zona inhibisi nanopartikel ZnO pada strain *S. aureus*.

	$d_1=2,58$ nm	$d_2=2,0$ 8 nm	$d_3=2,02$ nm
Zona inhibisi pada <i>S. aureus</i> (mm)	11	13	14



Gambar 2. Zona inhibisi antibakteri nanopartikel ZnO pada strain *S. aureus*. (A) zona inhibisi antibakteri nanopartikel ZnO berdiameter rata-rata  $d_1=2,57$ nm; (B) zona inhibisi antibakteri nanopartikel ZnO berdiameter rata-rata  $d_2=2,08$  nm; (C) zona inhibisi antibakteri nanopartikel ZnO berdiameter rata-rata  $d_3=2,02$  nm.

Aktivitas antibakteria nanopartikel ZnO melibatkan reaksi fotokatalis yang dapat menghasilkan  $\text{OH}^\cdot$ ,  $\text{O}_2^{\cdot-}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$  (Gambar 3). Reaksi fotokatalis nanopartikel ZnO dalam menghasilkan oksidan bebas melibatkan bantuan sinar ultraviolet (UV) dan sinar tampak sehingga menghasilkan pasangan elektron dan *hole*. Fotoeksitasi pada nanopartikel ZnO menghasilkan lompatan elektron dari pita valensi ke pita konduksi. Oksidasi molekul  $\text{H}_2\text{O}$  oleh *hole* menghasilkan gas hidrogen dan radikal hidroksil ( $\text{OH}^\cdot$ ). Sedangkan elektron yang tereksitasi akan mereduksi molekul  $\text{O}_2$  membentuk anion superoksida ( $\text{O}_2^{\cdot-}$ ). Jumlah oksidan bebas ( $\text{OH}^\cdot$ ,  $\text{O}_2^{\cdot-}$  dan  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) yang dihasilkan sangat besar apabila ukuran partikel ZnO berada pada orde nanometer oleh karena jumlah atom permukaan sangat besar. Davoudi *et al.* [13] melaporkan bahwa  $\text{H}_2\text{O}_2$  mampu menginaktivasi sel bakteri, sehingga dapat menghambat pertumbuhan *S. aureus*.



Gambar 3. Reaksi Fotokatalis nanopartikel ZnO menghasilkan oksidan bebas ( $OH^{\cdot}$ ,  $O_2^{\cdot-}$  dan  $H_2O_2$ ).

### Kesimpulan

Penggunaan nanopartikel ZnO sebagai antibakteria telah diuji pada mikroorganisme strain *S. aureus* dengan menggunakan metode difusi cakram. Nanopartikel ZnO dengan ragam ukuran diameter rata-rata ( $d_1=2,57\text{nm}$ ;  $d_2=2,08\text{ nm}$ ;  $d_3=2,02\text{ nm}$ ) telah digunakan. Dari hasil pengukuran zona inhibisi yang diperoleh masing-masing ragam ukuran nanopartikel ZnO sebagai hasil aktivitas antibakterinya menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO pada ukuran rata-rata  $2,02\text{ nm}$  memiliki daya hambat lebih besar dibanding ukuran nanopartikel ZnO yang lain ( $2,02\text{ nm} > 2,09\text{ nm} > 2,57\text{ nm}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran nanopartikel ZnO, semakin efektif dalam membunuh bakteri *S. aureus*.

### Ucapan terima kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DP2M) – DIKTI atas bantuan pendanaannya untuk melaksanakan kegiatan penelitian ini dan kepada *Sanbe Farma* yang telah menyediakan kultur bakteri *S. aureus*.

### Referensi

- [1] LI Youji, MA Mingyuan, WANG Xiaohu, WANG Xiaohua, "Inactivated properties of activated carbon supported TiO<sub>2</sub> nanoparticles for bacteria and kinetic study", *Journal of Environmental Sciences* **20**, 1527–1533 (2008)
- [2] Sharma V., Shukla R.K., Saxena N., Parmar D., Das M., Dhawan A., "DNA damaging potential of zinc oxide nanoparticles in human epidermal cells", *Toxicol. Lett.* **185**, 211–218 (2009)
- [3] N. Padmavathy and R. Vijayaraghavan, "Mechanism of Interaction of nanocrystalline ZnO with microbes", *Journal of Biomedical Nanotechnology* **7**, 813-822 (2011)
- [4] Chang Y., Zhang M., Xia L., Zhang J. and Xing G, "The Toxic Effects and Mechanism of CuO and ZnO Nanoparticles", *Materials* **2012**, **5**, 2850-2871 (2012)
- [5] Amin SA, Pazouki M, Hosseinnia A, "Synthesis of TiO<sub>2</sub>-Ag nanocomposite with sol-gel method and investigation of its antibacterial activity against *E. coli*", *Powder Technol* **196**, 241-245 (2009)
- [6] S. Pal, Y. K. Tak and J. M. Song, "Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the gram-

- negative bacterium *Escherichia coli*", *Applied Environmental Microbiology* **73**, 1712-1720 (2007)
- [7] Zaoutis, T.E., P. Toltzis, J. Chu, T. Abrams, M. Dul, J. Kim, K.L. McGowan and S.F. Coffin, "Clinical and molecular epidemiology of community-acquired methicillin resistant *Staphylococcus aureus* infections among children with risk factors for health care-associated infection: 2001–2003", *Pediatric Infectious Diseases Journal* **25**, 343–348 (2006)
- [8] Fraunholz, Martin, Jörg Bernhardt, Jörg Schuldes, Rolf Daniel, Michael Hecker, and Bhanu Sinha. "Complete genome sequence of *Staphylococcus aureus* 6850, a highly cytotoxic and clinically virulent methicillin-sensitive strain with distant relatedness to prototype strains", *Genome announcements* **1** (5), e00775-13 (2013)
- [9] Perez, Leandro Reus Rodrigues, Ana Lúcia Souza Antunes, Jéssica Weiss Bonfanti, Jaqueline Becker Pinto, Eliane Wurdig Roesch, Diógenes Rodrigues, and Cícero Armídio Gomes Dias, "Detection of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* in Clinical Specimens from Cystic Fibrosis Patients by Use of Chromogenic Selective Agar", *Journal of clinical microbiology* **50** (7), 2506-2508 (2012)
- [10] Hale P.S., Maddox L.M., Shapter J.G., Voelcker N.H., Ford M.J., dan Waclawik E.R., "Growth Kinetics and Modeling of ZnO Nanoparticles", *Journal of Chemical Education* **82** (5), 775-778 (2005)
- [11] Haiss W., Thanh N.T.K., Aveyard J., dan Fernig D.G., "Determination of size and concentration of gold nanoparticles from UV-Vis spectra", *Analytical Chemistry* **79** (11), 4215-4221 (2007)
- [12] Kumbhakar P., Singh D., Tiwary C.S., dan Mitra A.K., "Chemical synthesis and visible photoluminescence emission from monodispersed ZnO nanoparticles", *Chalcogenide Letters* **5** (12), 387-394 (2008)
- [13] Davoudi M., Vakili T., Absalan A., Ehrampoush M. H., Ghaneian M. T., "Antibacterial Effects of Hydrogen Peroxide and Silver Composition on Selected Pathogenic Enterobacteria", *Middle-East Journal* **13**, 710-715 (2013)

Kapas Fernando Pasaribu\*  
Prodi S1 Biologi  
Universitas Advent Indonesia  
kapasfernando@gmail.com

Horasdia Saragih  
Dosen Fakultas Sains Hayati  
Universitas Advent Indonesia  
horas@unai.edu

Donn Richard Ricky  
Dosen Fakultas Sains Hayati  
Universitas Advent Indonesia  
donn.ricky@gmail.com

\*Corresponding author