

SINTESIS NANOKOMPOSIT ZnO-MgO DAN ANALISIS EFEKTIVITAS SEBAGAI ANTIBAKTERI

Jessica Trifena Rompis¹, Henry Fonda Aritonang¹, Julius Pontoh¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sam Ratulangi Manado

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai sintesis nanokomposit ZnO-MgO dan analisis efektivitasnya sebagai antibakteri dengan variasi berat $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (1% & 2%) yang diambil dari berat $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$. Nanokomposit tersebut dikarakterisasi menggunakan XRD dan EDS serta diuji efektivitas antibakterinya. Uji efektivitas antibakteri menggunakan bakteri *Staphylococcus aureus* (Gram-positif) dan *Escherichia coli* (Gram-negatif). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran nanopartikelnya adalah 17,41 nm, dan 16,84 nm,. Kemudian efektivitas antibakteri diketahui berdasarkan luasnya zona bening yang terbentuk dan diperoleh masing-masing sebesar 16,7 mm, dan 17,9 mm, untuk bakteri *E.coli* dan 15 mm, 15,8 mm, untuk bakteri *S.aureus*. Nanokomposit ZnO-MgO lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dibandingkan dengan bakteri *S.aureus*.

Kata kunci :Antibakteri, ZnO-MgO, Nanokomposit.

ABSTRACT

Research on the synthesis of ZnO-MgO nanocomposites and analysis of its effectiveness as an antibacterial has been carried out with variations in molecular weight of $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (1%, & 2%) taken from the weight of $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$. The nanocomposites were characterized using XRD and EDS and tested for their antibacterial effectiveness. Antibacterial effectiveness test using *Staphylococcus aureus* (Gram-positive) and *Escherichia coli* (Gram-negative) bacteria. The results showed that the size of the nanoparticles were 17.41 nm, and 16.84 nm,. Then the effectiveness of antibacterial is known based on the extent of the clear zone formed and obtained respectively of 16.7 mm, and 17.9 mm, for bacteria *E. coli* and 15 mm, and 15.8 mm for *S.aureus* bacteria.

Keywords : Antibacterial, ZnO- MgO, Nanocomposite.

PENDAHULUAN

Perkembangan nanoteknologi telah memberi harapan baru dalam berbagai bidang. Nanoteknologi secara umum dapat didefinisikan sebagai teknologi rekayasa (desain), pembuatan dan aplikasi material yang berdimensi nanometer. Nanoteknologi tidak hanya sebatas tentang cara menghasilkan material atau partikel yang berukuran nanometer, melainkan memiliki pengertian yang lebih luas termasuk cara memproduksi serta mengetahui kegunaan sifat baru yang muncul dari material nano yang telah dibuat (Ariyanta,2014).

Beberapa partikel berukuran nano telah diakui sebagai agen antibakteri karena ukuran, struktur, dan sifatnya yang telah teruji sebagai antibakteri (Raghupathi *dkk.*, 2011). Oleh karena itu, nanoteknologi menawarkan cara untuk meningkatkan aktivitas dari agen anorganik yang bersifat antibakteri. Nanopartikel dari logam oksida semikonduktor seperti seng oksida (ZnO),

magnesium oksida (MgO), dan kalsium oksida (CaO) telah diselidiki sebagai agen antibakteri. (Roselli *dkk.*, 2003; Stoimenov *dkk.*, 2002; Shivastava *dkk.*, 2007).

Untuk meningkatkan fungsi dari bahan semikonduktor tersebut, beberapa peneliti melakukannya dengan cara mencampur (doping) dua atau tiga nanopartikel dari semikonduktor tersebut. Campuran nanopartikel tersebut dikatakan sebagai nanokomposit (Jumari *dkk.*, 2014). Nanokomposit yang dihasilkan dari doping nanopartikel ZnO oleh nanopartikel Ag telah diaplikasikan sebagai antibakteri dan terbukti efisien terhadap bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*). Doping ini menunjukkan bahwa sifat antibakterinya jauh lebih baik dibandingkan bila logamnya bekerja sendiri-sendiri (Karunakaran *dkk.*, 2011; Niggusie *dkk.*, 2018).

Melalui penelitian ini, peneliti mencoba untuk mensintesis nanokomposit ZnO-MgO dan uji efektivitasnya sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) dan

* Korespondensi:

Telepon: +62 812-4450-362

Email: henryaritonang@unsrat.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.35799/cp.13.1.2020.30197>

Escherichia coli (*E. coli*). Untuk mensintesis nanokomposit ZnO-MgO tersebut dilakukan dengan metode kopresipitasi. Metode kopresipitasi adalah salah satu metode yang digunakan untuk mendapatkan partikel kecil yang berukuran nano. (Underwood dan Day, 1989). Dimana metode ini relatif mudah dan ekonomis. (Adam dkk., 2018; Thaweesaeng.,2013).

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan adalah alat-alat gelas (Iwaki Pyrex), alat uji EDS (JEOL JSM-6510 LA) dan XRD (Rigaku SmartLab 3kV), sonikator (Eyela), magnetic stirrer, sudip, kertas saring, hot plate (WiseStir MSH-20D, kertas pH universal (MERCK), neraca analitik (AE Adam), karet gelang, pipet tetes, Oven (Memmert), Tanur (IND88), gunting, cawan petri, kawat ose, incubatorincucell, autoclaf, pingset, pembakar spritus, mikropipet.

Bahan-bahan yang digunakan Akuades, $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$, $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, *Polyvinylpyrrolidone* (PVP), larutan NaOH 0.2M, larutan NaCl 0,9 %, tablet *cyprofoxasin*, bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *Nutrient Agar* (NA).

Sintesis nanokomposit ZnO-MgO

Untuk mensintesis nanokomposit ZnO-MgO, mengikuti prosedur Krishnamoorthy dkk. (2012) dengan modifikasi. Sebanyak 2,6145 gram $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ dan $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (1%, & 2%) dilarutkan dalam 100 mL akuades, kemudian diambil 50 mL dari larutan tersebut dan ditambahkan 5 mL PVP. Selanjutnya, larutan disonikasi selama 2 jam sambil ditetesi larutan NaOH 0,2 M sampai mencapai pH 11 dan membentuk endapan putih. Endapan tersebut disaring, dicuci dengan akuades sampai pH larutan menjadi 7. Selanjutnya, larutan disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Endapan disaring, dikeringkan di oven pada suhu 100°C selama 2 jam dan setelah itu endapan dikalsinasi di dalam tanur pada suhu 800°C selama 2 jam untuk mendapatkan kristal ZnO-MgO, prosedur yang sama diulang kembali untuk variasi dari MgO (2%).

Sintesis nanopartikel MgO

Untuk mensintesis nanopartikel MgO, mengikuti prosedur Krishnamoorthy dkk. (2012)

dengan modifikasi. Pembuatan larutan $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 0,1 M, dilakukan dengan menimbang $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 0,1 M sebanyak 2,5641 gram, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan akuades hingga tanda tera, kemudian diambil 50 mL dari larutan yang telah dibuat tadi. Kedalam larutan tersebut dimasukkan 5 mL PVP, disonikasi selama 2 jam sambil ditetesi larutan NaOH 0,2 M sampai mencapai pH 11 dan tidak lagi terbentuk endapan. Endapan disaring, dicuci dengan akuades sampai pH netral (7), lalu disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan suspensi dan endapan. Setelah terpisah, endapan diambil lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam, kemudian ditanur pada suhu 800°C selama 2 jam untuk menghasilkan kristal MgO.

Sintesis nanopartikel ZnO

Untuk membuat larutan $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 0,1 M, ditimbang sebanyak 2,6145 gram, dimasukkan dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan akuades hingga tanda tera, kemudian diambil 50 mL dari larutan yang telah dibuat. Kedalam larutan tersebut dimasukkan 5 mL PVP, larutan tersebut disonikasi sambil ditetesi larutan NaOH 0,2 M sampai mencapai pH 11 dan membentuk endapan putih. Endapan disaring, dicuci dengan akuades sampai pH 7, lalu disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Endapan diambil lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 2 jam, kemudian ditanur pada suhu 800°C selama 2 jam untuk menghasilkan kristal ZnO.

Karakterisasi nanokomposit hasil sintesis XRD

Pola XRD dicatat pada difraktometer sinar-X (PW1710, Philips), menggunakan Radiasi Cu $K\alpha$ ($\lambda = 0,15406$ nm) pada 40kV dan 30mA. Ukuran kristal dihitung dari FWHM puncaknya dengan menggunakan rumus Scherrer (Monshi dkk., 2012).

$$D = (K \lambda) / (\beta \cos \theta)$$

Di mana D adalah ukuran kristal rata-rata partikel ZnO-MgO, K adalah konstanta yang bernilai 0,94, λ adalah panjang gelombang sinar-X (0,15406 nm), β adalah (FWHM) dalam radian, dan θ adalah sudut difraksi.

Pembuatan stok variabel nanokomposit

Variable yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 3 variabel, variasi sampel uji berupa nanokomposit ZnO-MgO (1% & 2%), MgO, dan

ZnO dengan kontrol negatif berupa air, serta kontrol positif adalah *cyprofloxacin* yang merupakan antibiotik spektrum luas sehingga tepat untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram-positif maupun gram-negatif. Kontrol positif dibuat dengan cara melarutkan 0.05 gram serbuk tablet *cyprofloxacin* dalam 50 mL akuades. Selanjutnya diambil 1 mL larutan *cyprofloxacin* tersebut kemudian dimasukkan dalam labu ukur 10 mL, ditambahkan aquades sampai tanda tera. Pembuatan kontrol negatif dilakukan dengan cara memasukkan 10 mL aquades pada labu ukur sampai tanda tera.

Kultur bakteri

Pembuatan stok bakteri ini dilakukan untuk memperbanyak dan meremajakan bakteri, dengan cara menginokulasikan 1 ose biakan murni bakteri *S. aureus* dan *E. coli* ke dalam *Nutrient Agar*, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam di dalam inkubator.

Pembuatan media tumbuh *Nutrient Agar* (NA) dan sterilisasi alat

Sebanyak 12 gram NA dilarutkan dalam 750 mL (28 gram/1000mL) akuades. Dari 21 gram NA ini, dibagi menjadi 3 masing-masing menjadi 4 gram NA, dan dilarutkan kedalam 3 buah Erlenmeyer, masing –masing dengan volume 250 mL akuades. Hal ini bertujuan untuk pembuatan lapisan dasar dan untuk media pembedahan. Kemudian larutan NA yang telah dibuat beserta 8 cawan petri dan alat-alat gelas yang akan digunakan dalam pengujian ini dimasukkan ke dalam otoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit untuk disterilisasi. Setelah itu, masing- masing media dihomogenkan dengan stirrer diatas penangas air hingga mendidih. Kemudian didinginkan sampai suhu ± 45-50°C. Media yang tadi dibuat akan dibagi menjadi dua yaitu, media dasar dan media pembedahan.

Pembuatan larutan Mc Farland

Sebanyak 0,5 mL BaCl₂ 1,75 % (dibuat dengan cara melarutkan 1.75 gram BaCl₂ ke dalam 100 mL aquades) ditambahkan dengan 9,5 mL H₂SO₄ 1% (dibuat dengan cara 1 mL H₂SO₄ pekat ditambahkan aquades sampai 100 mL) sehingga volume larutan mencapai 10 mL. Kemudian, larutan dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan divortex dan dilihat kekeruhannya.

Pembuatan larutan Mc Farland

Sebanyak 0,5 mL BaCl₂ 1,75 % (dibuat dengan cara melarutkan 1.75 gram BaCl₂ ke

dalam 100 mL aquades) ditambahkan dengan 9,5 mL H₂SO₄ 1% (dibuat dengan cara 1 mL H₂SO₄ pekat ditambahkan aquades sampai 100 mL) sehingga volume larutan mencapai 10 mL. Kemudian, larutan dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan divortex dan dilihat kekeruhannya.

Pembuatan bakteri uji

Bakteri diencerkan dengan mencampurkan masing-masing 1 ose suspensi bakteri *S.aureus* dan *E. coli* ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 5 mL larutan NaCl 0,9%. Kemudian dihomogenkan menggunakan vortex dan kekeruhannya dibandingkan dengan kekeruhan 0.5 Mc Farland hingga kekeruhan larutan bakteri harus sama dengan kekeruhan larutan 0.5 Mc Farland. Jika kekeruhan larutan belum sama, maka ke dalam larutan bakteri ditambahkan lagi 1 ose suspensi bakteri hingga kekeruhan larutan bakteri sama dengan kekeruhan larutan 0.5 Mc Farland, sehingga jumlah bakteri memenuhi standart.

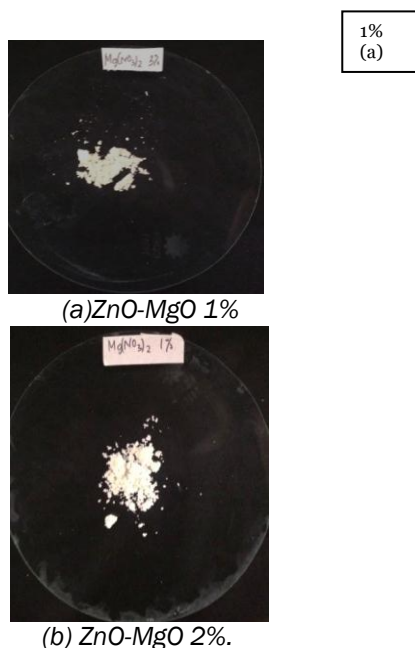
Uji daya hambat bakteri

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam menguji daya hambat bakteri adalah membuat media pengujiannya. Pada pengujian ini, terdapat dua bagian lapisan yang akan dibuat, yaitu lapisan dasar dan lapisan pembedahan. Pertama-tama lapisan dibuat dengan cara menuangkan masing-masing 10 mL dari 1 media larutan NA yang telah dibuat, dimasukkan ke dalam cawan petri kemudian didiamkan sampai larutan NA memadat. Setelah lapisan dasar memadat, pada permukaan lapisan tersebut diletakan 4 baja pencadang yang diatur jaraknya agar daerah pengamatan tidak bertumpu. Suspensi bakteri kemudian dicampurkan kedalam media pembedahan. Setelah lapisan dasar sudah benar-benar memadat, diambil 10 mL dari media pembedahan dan dituangkan di masing-masing petri yang sudah diberi pencadang, sebagai lapisan kedua. Setelah lapisan kedua memadat, besi pencadang diangkat menggunakan pinset. Hingga terbentuk sumuran-sumuran yang akan digunakan dalam uji bakteri. Sumuran yang telah terbentuk, kemudian di isi dengan, kontrol negatif sebanyak 0,1 mL, kontrol positif sebanyak 0,1 mL, dan sampel sebanyak 0,1 gram (2 ulangan). Setelah selesai di isi, diinkubasi ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam, dan diukur pada keesokan harinya dengan mengamati diameter zona bening (clear zone) yang terbentuk dengan menggunakan jangka sorong.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis nanokomposit ZnO-MgO

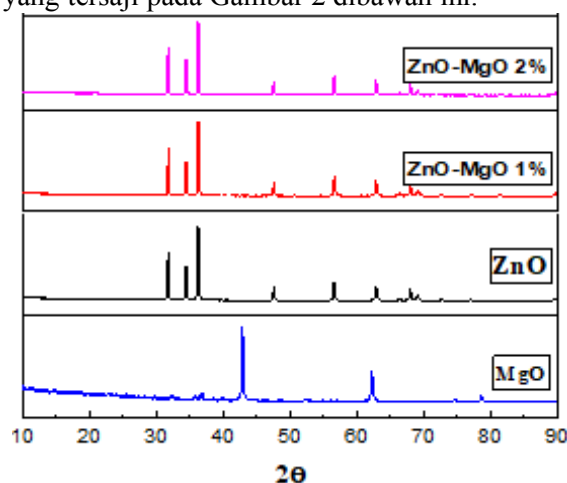
Sintesis nanokomposit ZnO-MgO dilakukan dengan metode kopresipitasi, yaitu dengan menyiapkan sebanyak 2,6415 gram $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ masing-masing sebanyak 1%, & 2% dari berat $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ lalu dilarutkan dalam 100 mL akuades, kemudian diambil sebanyak 50 mL dari larutan yang telah dibuat tadi dan ditambahkan 5 mL PVP sebagai capping agent. Selanjutnya, larutan disonikasi selama 2 jam sambil ditetesi larutan NaOH 0,2 M hingga terbentuk endapan dan larutan mencapai pH 11. Larutan disonikasi bertujuan untuk memecahkan partikel-partikel dalam larutan agar terdispersi sempurna dan tidak terjadi penggumpalan terhadap partikel-partikel. Endapan yang diperoleh dari hasil penelitian, dibilas dengan akuades hingga endapan tersebut mencapai pH 7. Selanjutnya, endapan tadi disaring dengan kertas saring, dan dipanaskan di dalam oven selama 2 jam pada suhu 100°C untuk mengurangi kadar air. Selanjutnya, dipanaskan di dalam tanur dengan suhu 800°C untuk mendapatkan kristal dan kristal yang dihasilkan berwarna putih. Kristal putih yang dihasilkan ini diharapkan adalah ZnO-MgO. Dari variasi konsentrasi prekursor $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang ditambahkan maka ZnO-MgO yang dihasilkan masing-masing sebanyak 0,282, 0,4571, gram. Adapun kristal ZnO-MgO tersebut seperti tampak pada



Gambar 1. Kristal yang diperoleh dari hasil sintesis (a) ZnO-MgO 1%, dan (b) ZnO-MgO 2%.

Analisis hasil pengujian XRD

Terbentuknya kristal putih dalam penelitian ini diharapkan adalah kristal ZnO-MgO. Oleh karena itu, untuk membuktikannya maka kristal ZnO-MgO dari masing-masing prekursor telah dibuktikan melalui data XRD yang tersaji pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Difraktogram ZnO, MgO, ZnO-MgO

Pembentukan fase kristalit ditunjukkan melalui pengukuran XRD. Terbentuknya partikel ZnO dan MgO dari masing-masing prekursor telah dibuktikan melalui data XRD, yaitu munculnya puncak-puncak karakteristik dari sampel yang mirip dengan puncak standar. Adapun puncak-puncak sampel ZnO yang dihasilkan dalam penelitian ini berada pada daerah 2θ 31,790 ; 34,350 ; 36,270 ; 47,580 ; 56,650 ; 62,940 ; 66,30 ; 67,90 ; 69,150 . Sementara itu puncak-puncak sampel MgO berada pada daerah 2θ 36,940 ; 42,930 ; 62,320 ; 74,940 ; 78,680. Puncak intensitas ini sesuai dengan daerah 2θ standar dari inorganic crystal structure database (ICSD) yaitu no 29272 dan no 9863 masing-masing untuk ZnO dan MgO. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa puncak dari sampel MgO mirip dengan puncak dari MgO standar begitu pun dengan puncak sampel ZnO mirip dengan ZnO standar.

Selanjutnya, kristalit ZnO-MgO (Gambar 2) yang diperoleh berdasarkan variasi konsentrasi prekursor $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang ditambahkan, tampak bahwa keempat difraktogramnya (ZnO-MgO 1%, ZnO-MgO 2%, ZnO-MgO 3%, dan ZnO-MgO 4%) menunjukkan kemiripan. Keempat difraktogram tersebut mirip dengan difraktogram kristalit ZnO. Tampak bahwa berdasarkan keempat difraktogram tersebut sepertinya sampel ZnO-MgO tidak mengandung kristalit MgO. Ini diduga karena konsentrasi prekursor $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang ditambahkan

terlalu kecil sehingga kristalit MgO yang dihasilkan juga sangat sedikit. Akibatnya puncak-puncak kristalit MgO tidak muncul pada difraktogram. Namun demikian, bila dilihat berdasarkan difraktogram dari masing-masing sampel ZnO-MgO (Lampiran 4) tampak bahwa intensitas puncak semakin menurun dengan meningkatnya kandungan MgO (berdasarkan meningkatnya konsentrasi prekursor $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Ini membuktikan bahwa sampel hasil sintesis tidak hanya mengandung ZnO tapi juga mengandung MgO. Adapun data intensitas puncak difraktogram masing-masing sampel ZnO-MgO pada daerah 2θ -nya, tersaji pada Tabel 1 berikut ini.

ZnO-MgO 1%		ZnO-MgO 2%	
2θ	Int.*	2θ	Int.
31,38°	5865	31,78°	4413
34,47°	4200	34,47°	3306
36,29°	9233	36,27°	6979
47,6	1775	47,56°	1381
56,63°	2459	56,61°	1853
62,90°	1890	62,91°	1423
66,47°	6799	66,58°	1776
68°	1517	67,97°	1129
69,09°	707	69,09°	616

*Int=Intensitas

Tabel 1. Intensitas Puncak Difaktogram ZnO-MgO 1% & 2%) pada daerah 2θ

Berdasarkan pengukuran difraksi sinar-X, ukuran kristalit nanokomposit ZnO-MgO dihitung dari FWHM puncaknya dengan menggunakan rumus Scherrer (Monshi dkk., 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bertambahnya kandungan nanopartikel MgO dari 1% hingga 2% tidak menunjukkan hubungan yang linier yaitu makin bertambahnya ukuran kristalit nanokomposit. Ini kemungkinan disebabkan karena proses pertumbuhan kristalit tidak menggunakan bahan penstabil partikel seperti yang biasanya digunakan oleh kebanyakan peneliti, misalnya *polyvinyl pyrrolidone* (PVP) (Jinhui dkk., 2016), *polyvinyl alcohol* (PVA) (Sharmila dkk., 2016), *polyethylene glycol* (PEG) (Alla dkk., 2016) dan sebagainya. Namun demikian, penelitian ini telah berhasil mensintesis kristalit berukuran nano, seperti yang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi MgO terhadap ukuran kristalit ZnO-MgO

No	Nanopartikel	Ukuran (nm)
1	MgO	15,67
2	ZnO	14,91
3	ZnO-MgO 1%	17,41
4	ZnO-MgO 2%	16,84

Nanokomposit ZnO-MgO yang dihasilkan dalam penelitian ini, diuji efektivitas antibakterinya, yaitu terhadap bakteri Gram-negatif (*E.coli*) dan Gram-positif (*S.aureus*). Uji efektivitas antibakteri diukur berdasarkan daya hambat pertumbuhan bakteri (Bonang, 1992). Data daya hambat pertumbuhan bakteri tersaji dalam Tabel 3 berikut.

No	Sample	<i>E.coli</i> (mm)	<i>S.aureus</i> (mm)
1	ZnO-MgO 1%	16,7	15,6
2	ZnO-MgO 2%	17,9	15,85
3	Cyprofloxacin	30	29,8
4	Akuades	0	0

Tabel 3. Nilai daya hambat rata-rata ZnO, MgO, dan nanokomposit ZnO-MgO terhadap bakteri *E.coli* dan *S.aureus*

Tabel 3 menunjukkan bahwa nanopartikel MgO dan ZnO relatif lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dibandingkan bakteri *S.aureus*. Selanjutnya, nanopartikel ZnO menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menghambat pertumbuhan kedua bakteri tersebut karena memiliki nilai daya hambat rata-rata yang relatif lebih besar dibandingkan yang dihasilkan oleh nanopartikel MgO. Hasil penelitian ini dapat diduga mengapa sebagian besar para peneliti lebih banyak mensintesis nanopartikel ZnO karena mungkin nanopartikel ZnO lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri.

Kemampuan masing-masing nanopartikel ini dalam menghambat pertumbuhan bakteri ternyata berbeda ketika kedua nanopartikel tersebut digabung menjadi suatu nanokomposit. Ketika massa prekursor $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ yang ditambahkan hanya 1% dari berat $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (ZnO-MgO 1%), daya hambat nanokomposit ZnO-MgO 1% ini relatif lebih

besar dibandingkan bila hanya nanopartikel MgO atau nanopartikel ZnO berdiri sendiri. Ini menunjukkan bahwa nanokomposit ZnO-MgO 1% relatif lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dan bakteri *S.aureus*. Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa nanokomposit ZnO-MgO 1% relatif lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dibandingkan bakteri *S.aureus*.

Bila kandungan nanopartikel MgO terus ditingkatkan ternyata kemampuan daya hambat ZnO-MgO semakin meningkat. Ini menunjukkan bahwa bertambahnya kandungan nanopartikel MgO di dalam nanokomposit ZnO-MgO maka lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri, baik *E.coli* maupun *S.aureus*. Seperti pada nanokomposit ZnO-MgO 1%, nanokomposit ZnO-MgO 2% juga lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dibandingkan terhadap bakteri *S.aureus*.

KESIMPULAN

Nanokomposit ZnO-MgO dapat disintesis dengan metode kopresipitasi, dengan berat kristal yang diperoleh yaitu 0,282 dan 0,4571 masing-masing dari konsentrasi ZnO-MgO 1%, & ZnO-MgO 2. Ukuran kristalit nanokomposit ZnO-MgO dengan variasi konsentrasi MgO 1-2% yaitu 17,41 nm dan 16,84 nm; Nanokomposit ZnO-MgO lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri dibandingkan bila nanopartikel ZnO dan MgO masing-masing berdiri sendiri. Selain itu, nanokomposit ZnO-MgO lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dibandingkan dengan bakteri *S.aureus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, R.E., Pozina, Willander. G & Nur, M. O. 2018. Synthesis of ZnO nanoparticles by co-precipitation method for solar driven photodegradation of congo red dye at different pH. *Photonics and Nanostructures-Fundamentals and Applications*. 32(1), 11-18.
- Alla, F., Adham, Z. Ahmed, M. Ahmed, S. Sayed, S. M. & Hassan, A. 2016. One-step synthesis of silver nanoparticles embedded with polyethylene glycol as thin films. *Journal of Adhesion Sciences and Technology*. 2016, 1-19.
- Ariyanta, A. 2014. Preparasi Nanopartikel Perak dengan metode reduksi dan aplikasinya sebagai antibakteri penyebab luka. *Jurnal Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 1(10), 36-42.
- Bonang, G. 1992. *Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan Edisi 16. Buku Kedokteran EGC*, Jakarta.
- Jinhui, L., Koji, I. Yosuke, T. & Woosuck, S. 2016. Synthesis and size control of monodispersed BaTiO₃-pvp nanoparticles. *Journal of Asian Ceramic Societies*. 4(4), 394-402.
- Jumari, A., Nurrokhima. & D.D. Indriyati, S.F. 2014. Pengaruh laju alir gas pembakar (LPG) terhadap pembuatan katalis heterogen nanokomposit ZnO/Fe₂O₃. *Ekulibrium*. 2(13), 35-40.
- Karunakan, C., Rajeswari, V. & Gomathisankar, P. 2011. Enhanced Photocatalytic and Antibacterial Activities of Sol-Gel Synthesized ZnO and Ag-ZnO. *Materials Science in Semiconductor Processing*. 14, 133-138.
- Monshi, A., Forouhu, M. R. & Monshi, M. R. 2012. Modified scherrer equation to estimate more accurately nanocrystallite size using XRD. *World Journal of Nano Science and Engineering*. 3(2), 154-160.
- Nigussie, Y.G., Tesfamariam, M. G. Tegegne, M. B. Weldemichel, A. Y. Gebreab, W. T. Gebrehiwot, G. D. & Gebremichel E. G. 2018. Antibacterial activity of Ag-doped TiO₂ and Ag-doped ZnO nanoparticles. *International Journal of Photoenergy*. 2018, 1-7.
- Raghupathi, R.K., Becker, J. St.Piere, J. & Zhao, D. 2011. Tuning of the crystallite and particle sizes of ZnO nanocrystalline materials in solvothermal synthesis and their photocatalytic activity for dye degradation. *Journal Physic Chemistry*. 115(1), 13884-13850.
- Roselli, M., Finamore, A. & Garaguso, I. 2003. Zinc oxide protects cultured enterocytes from the damage induced by escherchia coli. *Journal of Nutrion*. 133(12), 4077-4082.
- Sharmila, C., Vinuppriya, R. Selvi, C. Jincy, C. & Bellan, C. 2016. *Biosynthesis of PVA encapsulated silver nanoparticles*. 19(5), 319-324.
- Shivastava, S., Bera, T. & Roy, A. 2007. Characterization of enhanced antibacterial effect of novel silver nanoparticles. *Journal of Nanotechnology*.

- 18(22), 1-9.
- Stoimenov, P.K., Klinger, K.L. & Marchin, G.L. 2002. Metal oxide nanoparticles as bactericidal agents. *Langmuir*. 18(17), 6679-6686.
- Thaweesang, N., Suphankij, S. Pecharapa, W. & Techitdheera 2013. Struktural and optical properties of cu-doped ZnO nanoparticles synthesis by co- precipitation method for solar energy harvesting application. *Energy Procedia*. 34, 682-688.
- Underwood. & Day, 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Kelima*. Jakarta : Erlangga.