

BIOSINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL TEMBAGA OKSIDA MENGGUNAKAN PREKURSOR CuSO_4 DENGAN PEREDUKSI PATI SERTA UJI ANTIBAKTERI

by Wara Dyah Pita Rengga

Submission date: 02-Aug-2018 01:58PM (UTC+0700)

Submission ID: 987011179

File name: nar_Nasional_Pendidikan_Vokasional_SNPV_2017_1_1_-442-448_2.pdf (734.54K)

Word count: 2591

Character count: 16016

BIOSINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL TEMBAGA OKSIDA MENGGUNAKAN PREKURSOR CuSO_4 DENGAN PEREDUKSI PATI SERTA UJI ANTIBAKTERI

Wara Dyah Pita Rengga¹, Eka Rahmayanti Kuda², dan Dilla Fadhilah³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

Email: wdpitar@mail.unnes.ac.id

ABSTRACT

Nanoparticles are part of nanotechnology which is useful in the field of environment and health. Copper oxide nanoparticles synthesized using precursor CuSO_4 by reducing starches and tested for their antibacterial properties. Biosynthesis using chemical reduction method of precursor Cu reduced by starch polymer solution. Variation concentrations of starch used are 0.05%, 0.1% and 0.15%. The solution of CuSO_4 mixed with starch solution at a temperature of 500°C and pH 8, then deposited and filtered, followed by drying to obtain a crystal powder of nanoparticles. The nanoparticles were characterized using XRD and TEM. Copper nanoparticles achieved in the form of a blue crystal that characterized the type of copper nanoparticles are CuO and Cu_2O . The smallest particle size of 14.67 nm obtained from starch concentration of 0.05% with an average size of 27.34 nm nanoparticles. The nanoparticles were tested using Escherichia coli which yielding antibacterial activity of sensitive resistance inhibiting category.

Keywords: nanoparticles, copper, starch, Escherichia coli, antibacterial

ABSTRAK

Nanopartikel merupakan bagian dari nanoteknologi yang bermanfaat di bidang lingkungan dan kesehatan. Nanopartikel tembaga oksida disintesis menggunakan prekursor CuSO_4 dengan pereduksi pati serta diuji kemampuan antibakterinya. Biosintesis menggunakan metode reduksi kimia dari prekursor Cu yang direduksi oleh larutan polimer pati. Variasi konsentrasi pati yang digunakan adalah 0,05%, 0,1% dan 0,15%. Larutan CuSO_4 dicampur dengan larutan pati pada suhu 500°C dan pH 8, setelah itu diendapkan dan disaring dan dilanjutkan dengan pengeringan untuk mendapatkan serbuk kristal nanopartikel. Serbuk nanopartikel dikarakterisasi menggunakan XRD dan TEM. Hasil penelitian didapat nanopartikel Cu berupa kristal berwarna biru yang dikarakterisasi jenis nanopartikel tembaganya adalah CuO dan Cu_2O . Ukuran partikel terkecil 14,67 nm pada konsentrasi pati 0,05% dengan rata-rata ukuran nanopartikel 27,34 nm. Nanopartikel tersebut diuji antibakteri menggunakan Escherichia coli didapatkan aktivitas penghambat termasuk kategori resistensi sensitif.

Kata kunci: nanopartikel, tembaga, pati, Escherichia coli, antibakteri

PENDAHULUAN

Pendahuluan Salah satu material yang potensial, di bidang teknik kimia adalah nanopartikel tembaga karena aplikasinya. Nanopartikel tembaga merupakan zat antimikrobia (Peryabin dkk, 2013) katalitis (Carnes, dkk, 2003), dan sensor gas (Zhang, dkk, 2008). Di bidang kesehatan dan pangan nanopartikel dapat dimanfaatkan dengan baik sebagai pembalut luka dan biosida (Borkow, 2010). Kegunaan tersebut berkembang dengan aplikasi nanopartikel tembaga sebagai

antibakteri (Chatterjee dkk, 2014) baik di pengelolaan udara bersih.

Beberapa metode sudah banyak ditemukan oleh peneliti yang telah berhasil melakukan sintesis nanopartikel tembaga secara fisika dan kimia. Meskipun produk sudah didapatkan dari metode sebelumnya, namun ada kekurangan dari kedua metode tersebut yang terletak pada kebutuhan bahan baku yang mahal, kondisi reaksi pada suhu dan tekanan yang tinggi, dan waktu proses yang cukup lama (Lanje, dkk 2010). Proses fisika dan kimia tersebut adalah hidrotermal (Giannausi, dkk,

2014), elektrokimia (Hashemipour, dkk, 2011), sol gel (Vahidshad, dkk, 2011) dan reduksi kimia (Dang, dkk, 2011). Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan metode untuk menggunakan kondisi reaksi yang ramah lingkungan dan bahan baku yang lebih murah. Berdasarkan keempat cara tersebut, sintesis nanopartikel tembaga yang banyak digunakan adalah metode reduksi kimia. Meskipun reduksi kimia banyak diminati namun reduktor yang digunakan masih menggunakan reduktor sintetis yang berbahaya. Pengembangan dan penerapan produk kimia beserta prosesnya lebih diprioritaskan pada hasil sintesis dari bahan alam karena memanfaatkan kemurnian bahan alam tersebut, sehingga lebih mudah mengontrol karena merupakan zat tunggal.

Peran bioreduktor dari bahan alam dapat memberikan kontribusi pada pengurangan bioreduktor anorganik. Strategi untuk mengatasi masalah lingkungan melalui penggunaan bahan ramah lingkungan, jenis polimer dan bahan kimia yang aman dari bahan alam. Bioreduktor dari alam ini umumnya reaksi berjalan lambat tetapi dihasilkan nanopartikel yang lebih kecil pada konsentrasi kurang dari 1 N. Beberapa contoh bioreduktor yang menggunakan hidrogel berbasis pati menghasilkan gel antimikroba (Villanueva dkk, 2016), pembuat nanopartikel tembaga dari ekstrak madar didapat ukuran nanopartikel 20-30 nm (Sharma, dkk, 2015), ekstrak lidah buaya didapat ukuran 20 nm (Kumar dkk, 2015). Produk nanopartikel dengan bioreduktor sudah memberi bukti menghasilkan ukuran nanopartikel lebih kecil dibandingkan dengan nanopartikel komersial yaitu sebesar 40 nm.

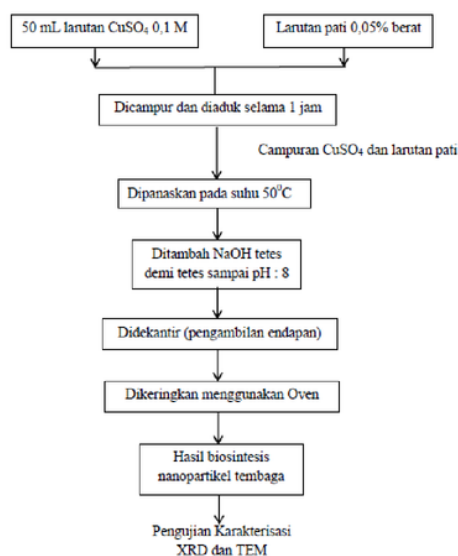
Metode reduksi-oksidasi merupakan metode yang sering digunakan untuk mensintesis nanopartikel, namun ada kendala ukuran partikel yang dihasilkan menjadi besar karena peneliti kurang memahami akibat aglomerasi, sehingga partikel yang terbentuk mengelompok menjadi partikel yang besar. Sintesis nanopartikel tembaga dengan proses yang tepat dihasilkan mempunyai ukuran yang lebih kecil dari produk sintesis komersial dan

mempunyai distribusi ukuran nanopartikel yang sempit dalam industri sangat menguntungkan.

Penggunaan pati dimanfaatkan sebagai bioreduktor karena memiliki gugus hidroksi dan amilosa dan amilopektin. Gugus hidroksi membantu mereduksi suatu prekursor untuk menjadi partikel logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati sebagai bioreduktor terhadap prekursor CuSO_4 yang digunakan untuk mensintesis nanopartikel tembaga.

METODE

Pembuatan nanopartikel tembaga dilakukan dengan mencampurkan 50 mL CuSO_4 0,1 M dengan larutan pati 0,05%, 0,1 % dan 0,15% dan diaduk selama 1 jam. Campuran kemudian dipanaskan pada suhu 50°C dan dikondisikan sampai pH 8 dengan menambahkan NaOH. Setelah itu terjadi koloid dari nanopartikel tembaga yang lama-lama mengendap. Endapan nanopartikel tembaga didekantir kemudian dilanjutkan proses pengeringan agar membentuk serbuk kristal nanopartikel. Uraian proses pembuatan nanopartikel tembaga ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pembuatan Biosintesis Nanopartikel Tembaga

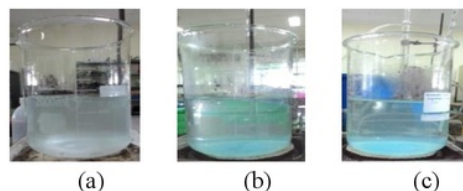
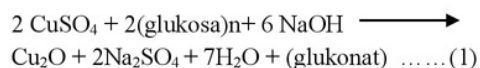
Beberapa alat analisis yaitu Fourier Transform Infrared (FT-IR) untuk mengetahui kandungan hidroksi pada serbuk pati. X-Ray Diffraction (XRD) Shimadzu 7000 digunakan untuk mengetahui jenis dan struktur nanopartikel tembaga apakah nanopartikel Cu, CuO, atau Cu₂O yang diketahui dari puncak pada 2 theta yang mempunyai bidang difraksi Bragg (hkl) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Perhitungan $h^2+k^2+l^2$ dari difraksi-difraksi tersebut dapat menentukan struktur kristal nanopartikel.

Transmission Electron Microscopy (TEM) digunakan untuk mengetahui distribusi ukuran nanopartikel tembaga. Transmission Electron Microscopy (TEM) JEOL JEM-1400 digunakan untuk mengetahui ukuran nanopartikel. Gambar partikel diukur dengan bantuan software image J. Prosedur yang dilakukan dalam menggunakan software image J adalah memasukkan gambar nanopartikel dari uji TEM ke software image J. Selanjutnya diatur kecerahan gambar yang akan dihitung diameternya dengan mengubah latar belakang gambar menjadi warna putih. Selanjutnya software image J menganalisa gambar suatu partikel yang berwarna hitam dengan latar belakang putih. Ukuran partikel dapat ditentukan dari gambar partikel yang muncul dalam image J, area partikel yang tampak dikonversi ke diameter rata-rata dan selanjutnya data dipindahkan ke perangkat lunak Microsoft Excel untuk analisa statistik, kemudian ditentukan distribusi ukuran partikel dan ukuran partikel rata-ratanya.

Pada uji antibakteri Semua alat disterilisasi di dalam autoklaf selama 10 menit pada suhu 100°C. Media tumbuh bakteri dibuat dengan melarutkan Nutrient Broth (NB) dalam 1000 mL aquades dan dididihkan. Campuran diaduk dengan magnetic stirrer sampai homogen. Media NB yang telah siap dimasukkan dalam erlenmeyer tahan panas lalu disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. Selanjutnya satu koloni sel bakteri diencerkan 100 kali sesuai dengan ketetapan McFarland agar didapatkan suspensi bakteri *Eschericia coli* kemudian dimasukkan ke dalam media NB. Selanjutnya cakram disk yang sudah direndam dengan larutan nanopartikel tembaga diletakkan di permukaan media NB lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah itu diamati dan diukur zona bening yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis nanopartikel tembaga menggunakan CuSO₄ 0,1 M sebanyak 50 mL dengan variasi konsentrasi pati yaitu 0,05%, 0,1% dan 0,15% (persen berat) pada 5 menit awal pencampuran terjadi larutan yang berwarna putih pucat. Setelah pengadukan 1 jam, warna larutan berubah menjadi biru muda. Larutan selanjutnya dipanaskan menjadi warna biru setelah dipanaskan 2 jam. Proses perubahan warna pada biosintesis nanopartikel tembaga dengan larutan pati dapat dilihat pada Gambar 2. Selanjutnya hasil serbuk nanopartikel tembaga tersebut dikarakterisasi dengan XRD dan TEM. Pembentukan nanopartikel CuO sama oleh reduktor NH₂OH.HCl membentuk nanopartikel CuO dari endapan Cu₂O seperti yang dapat dilihat pada persamaan (1) dan persamaan (2).



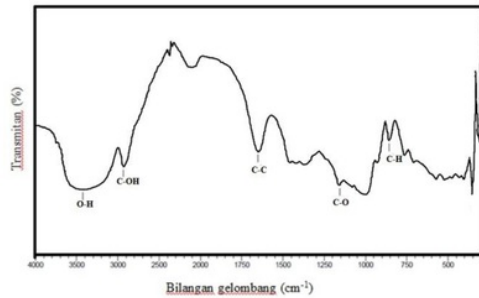
Gambar 2. Perubahan warna pada biosintesis tembaga menggunakan larutan pati pada waktu (a) 5 menit, (b) 1 jam, dan (c) 2 jam.

Karakterisasi FTIR pada Larutan Pati

Serbuk pati dikarakterisasi menggunakan FTIR agar dapat mengidentifikasi biomolekul atau gugus fungsi yang terdapat didalamnya. Hasil spektra FTIR pati dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil sintesis FTIR terdapat gugus fungsi yang disajikan dalam Tabel 1. Selanjutnya kandungan gugus fungsi tersebut

dapat diamati dalam Gambar 3 yang menunjukkan bahwa struktur rantai molekul pada pati dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat di dalamnya, diantara adanya gugus OH yang menunjukkan adanya hidroksi sebagai ikatan yang mereduksi perukusor.



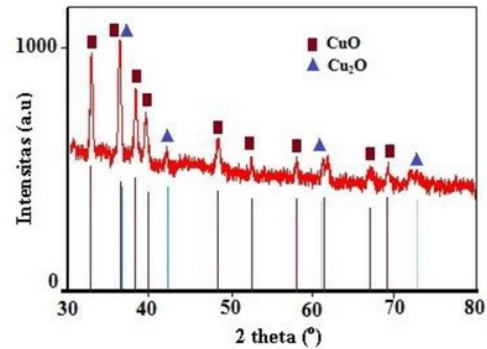
Gambar 3. Spektra FTIR pada Pati

Tabel 1. Gugus fungsi pada Larutan Pati

Hasil Penelitian	Gugus fungsi
3425 cm ⁻¹	O-H
2931,8 cm ⁻¹	C-OH
1651 cm ⁻¹	C-C
1157 cm ⁻¹	C-O
856 cm ⁻¹	C-H

Karakterisasi XRD pada Nanopartikel Tembaga

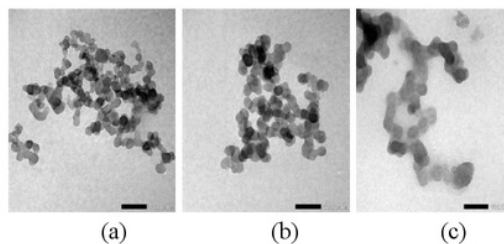
Serbuk nanopartikel tembaga hasil analisis XRD disajikan pada Gambar 4. Puncak-puncak difraksi yang terbentuk oleh nanopartikel tembaga CuO yang ditunjukkan pada nilai 2-theta yaitu 32,8°, 38,2°, 38,8°, 48,9°, 61,6°, dan 66,3° sesuai dengan JCPDS 80-0076. Selain itu, setelah diteliti kembali terdapat puncak-puncak difraksi nanopartikel lain milik Cu₂O yaitu 36,7°, 42,5°, 61,4°, dan 73,4° sesuai dengan JCPDS 78-2076. Jika pembentukan nanopartikel menggunakan suasana basa maka didapatkan nanopartikel CuO dan Cu₂O.



Gambar 4. Difraktogram Nanopartikel Tembaga

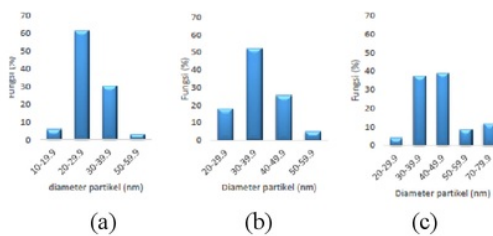
Hasil Karakterisasi TEM pada Nanopartikel Tembaga

Hasil sintesis CuSO₄ dengan bioreduktor larutan starch berupa serbuk nanopartikel CuO dan Cu₂O selanjutnya dikarakterisasi menggunakan TEM. Karakterisasi TEM digunakan untuk mengetahui morfologi, struktur, dan ukuran nanopartikel. Ada 3 sampel yang dikarakterisasi TEM dengan variasi konsentrasi yaitu 0,05%, 0,1% dan 0,15% ditentukan morfologi dan distribusi ukuran nanopartikelnya. Hasil analisa nanopartikel CuO dan Cu₂O dengan konsentrasi pati 0,05%, 0,1%, dan 0,15% dapat dilihat pada Gambar 5. Partikel CuO dan Cu₂O yang didapatkan bentuknya monoklinik dan kubik. Diameter yang paling kecil adalah 14,7 nm pada penggunaan konsentrasi bioreduktor 0,05%, dan yang paling besar adalah 75,4 nm pada bioreduktor 0,15%.



Gambar 5. Hasil analisa nanopartikel CuO dan Cu₂O dengan konsentrasi pati (a) 0,05%, (b) 0,15 dan (c) 0,15%

Gambar 6 menunjukkan distribusi ukuran diameter dari nanopartikel yang terbentuk pada (a) adalah ukuran partikel dari 10-60 nm yang terbentuk dari bioreduktor 0,05%, pada (b) ukuran partikelnya 20-60 nm menggunakan bioreduktor konsentrasi 0,10%, sedangkan konsentrasi bioreduktor yang tinggi menghasilkan ukuran partikel 20-80 nm. Konsentrasi bioreduktor 0,15% menghasilkan nanopartikel yang paling besar diantara konsentrasi 0,10 dan 0,05%. Semakin kecil konsentrasi pati menyebabkan semakin besarnya persen kumulatif partikel CuO dan Cu₂O dengan diameter 10 nm yang dihasilkan. Ukuran nanopartikel yang dominan pada 20-40 nm untuk konsentrasi bioreduktor 0,05% sedangkan pada konsentrasi bioreduktor 0,10% ukuran partikel yang dominan adalah 20-50 nm. Distribusi ukuran partikel yang lebih homogen pada sintesis nanopartikel yang menggunakan konsentrasi bioreduktor 0,05%.



Gambar 6. Distribusi ukuran nanopartikel CuO dan Cu₂O dengan konsentrasi pati (a) 0,05%, (b) 0,10%, dan (c) 0,15%

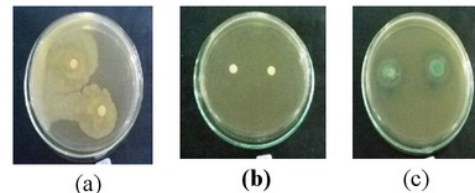
Distribusi ukuran pada Tabel 6 menyatakan bahwa hasil rata-rata karakterisasi TEM dengan variasi konsentrasi pati yaitu 0,05%, 0,10%, dan 0,15%. Hasil ukuran nanopartikel konsentrasi pati 0,05% lebih kecil jika dibandingkan dengan konsentrasi pati 0,10% dan 0,15%. Ukuran kristal tembaga sangat bergantung pada konsentrasi pereduksi yang mempengaruhi kecepatan proses reduksi. Hal ini yang menyebabkan ukuran diameter partikel tembaga beragam.

Tabel 6. Distribusi ukuran rata-rata nanopartikel Tembaga

Konsentrasi Larutan pati	Ukuran rata-rata partikel (nm)
0,05 %	27,34
0,1%	34,83
0,15 %	40,32

Uji Kemampuan Antibakteri pada Nanopartikel Tembaga

Pengujian nanopartikel CuO dan Cu₂O sebagai agen antibakteri dilakukan dengan mengukur daya zona hambat yang dihasilkan disekitar cakram disk dengan menghitung diameter vertikal dan horizontalnya kemudian dimasukkan ke dalam rumus. Proses dilakukannya uji antibakteri dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengukuran zona hambat bakteri nanopartikel Cu dan Cu₂O

Zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram disk dihitung diameter vertikal dan diameter horizontal dengan satuan millimeter (mm) dengan menggunakan jangka sorong. Tabel 8 menunjukkan hasil perhitungan diameter zona hambat bakteri *E.Coli* terhadap nanopartikel CuO dan Cu₂O. Pada zona hambat antibakteri didapat rata-rata 22,06 mm. Setelah itu nilai rata-rata zona hambat disesuaikan dengan standar nilai resistensi bakteri (Cappocino dan Sherman, 1983) pada Tabel 8. terhadap nanopartikel CuO dan Cu₂O. Hasil menunjukkan bahwa aktifitas hambatan tergolong kategori resisten sensitif terhadap bakteri.

Tabel 8. Hasil analisis diameter zona hambat nanopartikel CuO dan Cu₂O

Diameter Zona Hambat (mm)	Standar nilai resistensi (mm)	Keterangan
22,06	<14	Resistensi
	15-18	Resistensi sedang
	>19	Sensitif

(Cappucino dan Sherman, 1983)

SIMPULAN

Pembuatan nanopartikel tembaga oksida telah berhasil dilakukan menggunakan prekursor CuSO₄ dan pati sebagai pereduksi dengan metode reduksi pada suhu 50°C sehingga dihasilkan serbuk nanopartikel tembaga oksida dengan warna biru kehijauan. Hasil serbuk nanopartikel CuSO₄ yang dikarakterisasi memiliki 2 jenis kristal yaitu CuO dan Cu₂O dengan ukuran partikel terkecil 14,7 nm – 75,4 nm. Rata-rata ukuran partikel adalah 27,4 nm untuk konsentrasi pati 0,05%. Setelah itu, dilakukan uji aktivitas nanopartikel tembaga oksida sebagai antibakteri terhadap bakteri *Escherichia Coli* dan didapatkan hasil sebagai aktifitas penghambat yang tergolong sensitif.

DAFTAR RUJUKAN

Borko¹ G, Gabbay J, Dardik R, Eidelman AI, Lavie Y, Grunfeld Y, Ikher S, Huszar M, Zatcoff RC, Marikovsky M. 2010. *Molecular mechanisms of enhanced wound healing by copper oxide-impregnated dressings*. Wound Repair Regen, 18(2):266-275.

¹ Carnes, C. L., Klabunde, K. J. 2003. *The catalytic methanol synthesis over nanoparticle metal oxide catalysts*. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical* 194: 227–236.

Chatterjee A.K., Chakraborty R., Basu T. 2014. *Mechanism of antibacterial activity of copper nanoparticles*. *Nanotechnology* 25 (13): 1-12.

Cappucino, J.G., Sherman, N. 1983. *Microbiology: A Laboratory Manual*

(Seventh Edition). New York: Addison-Wesley Publishing company.

¹ Dang, M.T.D., Le T.T.T., Fribourg-Blanc, E., and Dang, M.C. 2011. *The influence of solvents and surfactants on the preparation of copper nanoparticles by a chemical reduction method*, *Advances In Natural Sciences: Nanoscience And Nanotechnology*, 2: 1-7.

Deryabin, D.G., Aleshina, E.S., Vasilchenko, A.S., Deryabina, T.D. 2013. *Investigation of Copper Nanoparticles Antibacterial Mechanisms Tested by Luminescent Escherichia coli Strains*. *notechnologies in Russia*, Vol. 8, 5–6, 402–408.

Hashemipour, H., Zadeh, M.E., Pourakbari, R. and Rahimi, P. 2011. *Investigation on synthesis and size control of copper nanoparticle via electrochemical and chemical reduction method*, *International Journal of Physical Sciences*. 6(18): 4331-4336.

¹ Kulkarni, VD dan Kulkarni, P.S. 2013. *Green Synthesis of Copper Nanoparticles Using Ocimum Sanctum Leaf Extract*. *International Journal of Chemical Studies*. 1(3) No. 3 hlm 1-4.

Kumar, PPNV, Shameem U, Kollu P, Kalyani, RL., Pammi, SVN., 2015. *Green Synthesis of Copper Oxide Nanoparticles Using Aloe vera Leaf Extract and Its Antibacterial Activity Against Fish Bacterial Pathogens*. *BioNanoScience*. 5 (3), 135-139.

Vahid¹ad, Y., Abdizadeh, H., Baharvandi, H.R., Akbari Baseri, M. 2011. *Sol-Gel Synthesis And Characterization Of Copper Stabilized Zirconia Nanoparticles*. *International Journal Of Modern Physics B*, 25(21): 2823-2839.

Villanueva ME, Diez AM, González JA2, Pérez CJ, Orrego M, Piehl L, Teves S, Copello GJ. 2016. *Antimicrobial Activity of Starch Hydrogel Incorporated with Copper Nanoparticles*. *ACS Applied Materials and Interfaces*. 8(25):16280-8.

1

Zhang Y, He, X., Li J., Zhang H, Gao X. 2007. *Gas-sensing properties of hollow and hierarchical copper oxide microspheres*. Sensors and Actuators B: Chemical., 128(1). 293-298.

BIOSINTESIS DAN KARAKTERISASI NANOPARTIKEL TEMBAGA OKSIDA MENGGUNAKAN PREKURSOR CuSO_4 DENGAN PEREDUKSI PATI SERTA UJI ANTIBAKTERI

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

2%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

18%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Negeri Semarang

Student Paper

18%

2

eprints.uny.ac.id

Internet Source

2%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On