

EFEK KONSENTRASI Cu PADA STRUKTUR DAN SIFAT HANTARAN LISTRIK NANOPARTIKEL CuPt

Marjoni Imamora¹, Setia Erlila R¹, Elvy Rahmi^{1,2}, Sri Maiyena¹,
Akrajas Ali Umar²

¹Program Studi Tadris Fisika Jurusan Tarbiyah STAIN Batusangkar. Jl. Sudirman 137 Kubu Rajo Lima Kaum Batusangkar 27213. ²Institute of Microengineering and Nanoelectronics (IMEN), Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.
E-mail: marjoniimamora@gmail.com,

ABSTRACT

The investigation of bimetallic CuPt Nanoparticles (CuPt NPs) with average diameters in the 196.7±98 nm range have been prepared by the Liquid phase deposition methods and synthesized directly on an indium tin oxide (ITO) substrate. CuPt NPs with high surface defect grown on (ITO) surface were prepared via a simple immersion of the substrate into a solution contains 1 mM Potassium Hexachloro Platinat (K_2PtCl_6), 0.2 mM Anhydrous Copper (II) Sulfate ($CuSO_4$) anhydrous, 0.01 M Sodium dodecyl sulfate (SDS) and 10 mM Formic acid for 4 h at room temperature. The modification of Cu^{2+} ion precursor play a role to determine the nanoparticles geometry obtained. The simultaneous reduction of metal ions leads to either a surface enriched with one component or an alloy type of structure depending on the bimetal composition. The bimetallic CuPt NPs dispersions are characterized by FESEM, EDX Mapping, XRD, HRTEM and XPS analysis.

Key words: CuPt, Liquid phase deposition, Bimetallic CuPt NPs.

PENDAHULUAN

Perkembangan aplikasi nanoteknologi dan nanosains pada material berukuran kecil ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$) atau nanopartikel telah menjadi sorotan utama, karena nanopartikel memiliki sifat katalis yang baik. Nanopartikel bisa terbentuk dari campuran satu logam atau *mono* dan bisa juga terbentuk dari campuran dua buah logam atau *alloy*. *Alloy* nanopartikel merupakan campuran dua atau lebih jenis logam dimana antara zat yang bercampur tersebut tidak memiliki bidang batas (campuran homogen), seperti bimetal, trimetal, dll. Bimetal merupakan campuran dari dua buah logam yang terbentuk secara acak, dan hal tersebut pernah dikembangkan oleh Akrajas Ali Umar, dkk terhadap platinum yang digabungkan dengan perak untuk membentuk AgPt NPs yang bersifat sebagai katalis. Tapi untuk sifat konduktivitas yang dimilikinya belum pernah di

uji oleh peneliti. Melihat hal ini peneliti menjadi tertarik untuk meneliti hal tersebut dengan menggunakan paduan Cu dan Pt dalam membentuk CuPt NPs.

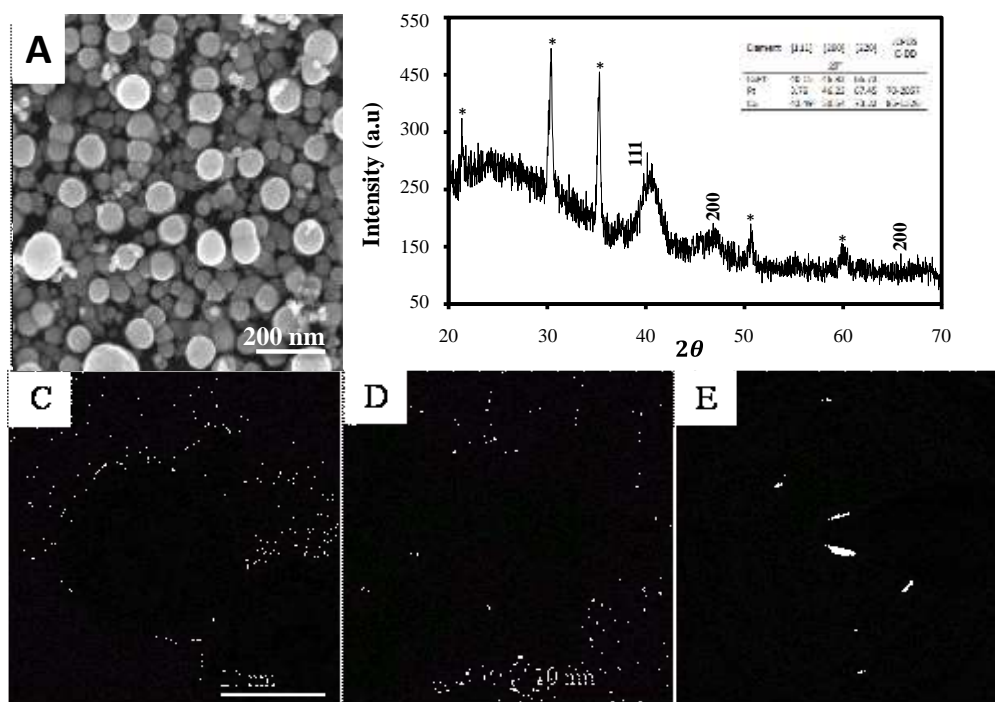
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan langsung di Institute of Microengineering and Nanoelectronics (IMEN), Universiti Kebangsaan Malaysia. Proses penelitian CuPt NPs dengan metode pemendapan fase cair (*Liquid Phase Deposisi*) dilakukan pada efek konsentrasi Cu (0,066 mM, 0,2 mM, 0,33 mM, 0,467 mM, dan 0,66 mM) untuk mengetahui struktur dan sifat hantaran listrik yang dimiliki oleh sampel. Proses sintesis dilakukan pada permukaan substrat ITO (*Indium Tin Oxide*) selama 4 jam dengan suhu 40 °C dan kecepatan 400 perputaran permenit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi CuPt NPs dapat menggunakan: (a) *Field Emission Scanning Electron Micoscope* (FESEM) yang digunakan untuk memvisualisasikan detail topografi yang sangat kecil pada permukaan, (b) *Energy Dispersive Spectrometer* (EDS) merupakan teknik analisis yang memberikan informasi tentang elemen, struktur atom, ciri-ciri khusus yang dimiliki oleh atom, (c) *X-Ray Diffractometer* (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin pada material dengan menentukan struktur kisi untuk

mendapatkan informasi tentang material tersebut, (d) *X-Ray Spektroskopi Fotoelectron* (XPS) merupakan teknik spektroskopi kuantitatif permukaan sensitif yang mengukur komposisi pada permukaan, rumus empiris, *chemical state*, dan keadaan elektronik dari unsur-unsur yang ada dalam suatu material, (e) *Transmission Electron Microscopy* (TEM) alat yang memiliki resolusi sangat tinggi dalam menentukan ukuran partikel, karena TEM mampu mengamati sampel dengan ukuran beberapa nanometer, (f) *Four Point Probe* (FPP) suatu metode yang digunakan untuk menentukan nilai hambatan suatu sampel.



Gambar 1 (A) FESEM CuPt NPs Efek Konsentrasi Cu 0,66 mM, (B) Spectrum XRD efek Konsentrasi Cu 0,66 mM, (C) Resolusi Rendah TEM CuPt NPs, (D) Resolusi Tinggi TEM CuPt NPs

Sintesis CuPt NPs dilakukan menggunakan 5 variasi CuSO_4 yaitu 0,066 mM; 0,2 mM; 0,333 mM; 0,467 mM; dan 0,66 mM. Proses sintesis membutuhkan 15 mL larutan penumbuh yang mampu mempercepat pertumbuhan NPs pada permukaan substrat ITO dan dinding wadah. Proses penumbuhan CuPt NPs dilakukan pada temperatur konstan 40 °C

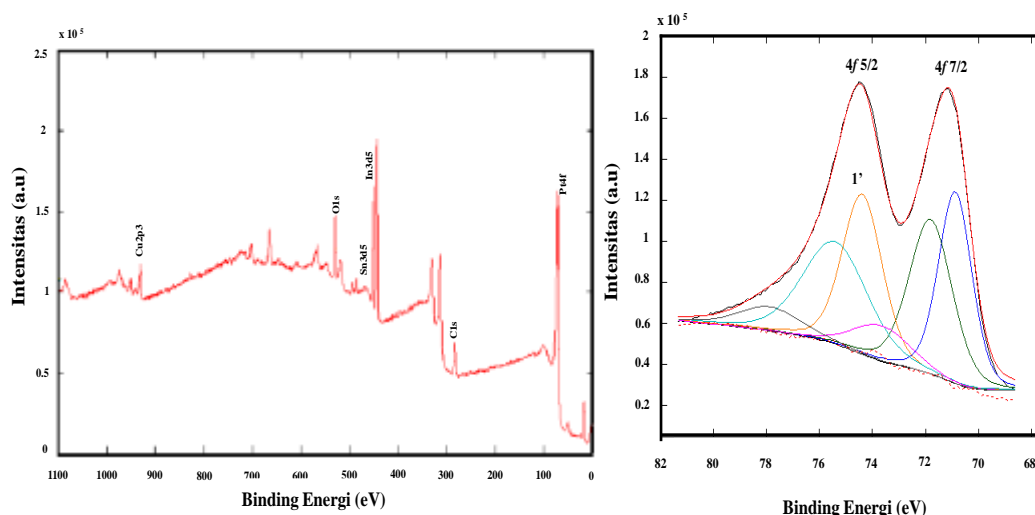
dengan perputaran 400 rpm sehingga dapat membantu proses pertumbuhan CuPt NPs menjadi optimal yang ditandai dengan perubahan warna larutan penumbuh dari kuning muda menjadi abu-abu pekat secara bertahap selama 4 jam pertumbuhan CuPt NPs. Morfologi dari CuPt NPs dapat dilihat dari hasil FESEM yang menunjukkan bahwa dengan

adanya variasi Cu dari 0,066 mM; 0,2 mM; 0,33 mM; 0,467 mM; dan 0,66 mM didapatkan dengan adanya peningkatan konsentrasi Cu menyebabkan jumlah CuPt NPs semakin banyak dipermukaan substrat ITO dengan struktur halus, dan bentuk yang homogen dengan diameter 196 ± 98 nm terdapat pada konsentrasi Cu 0,66 mM. Hal ini menyebabkan jumlah komposisi Cu yang tersebar di permukaan substrat ITO adalah 50,85% dan komposisi Pt adalah 49,15% dengan perbandingan 1 : 0,97 yang berarti jumlah komposisi Cu dan Pt dalam sampel sebanding.

Struktur kristal yang terbentuk dari analisis XRD pada spektrum $2\theta = 40,15^\circ$, $46,82^\circ$, dan $66,73^\circ$ yang menunjukkan adanya CuPt NPs yang tersebar di permukaan substrat ITO. Selain itu spektrum $2\theta = 21,34^\circ$, $30,39^\circ$, $35,30^\circ$, $50,64^\circ$, dan $59,88^\circ$ menunjukkan spektrum substrat ITO. Pola grafik XRD yang dihasilkan spektrum 2θ memiliki tiga puncak utama dengan CuPt, 2θ pada $40,15^\circ$ memiliki kisi [111] merupakan puncak tertinggi, sedangkan 2θ pada $46,82^\circ$, dan $66,73^\circ$ masing-masing dengan kisi [200] dan [220] dengan

puncak yang lebih rendah. Melihat ketajaman dari spektrum XRD menunjukkan bahwa kisi [111], [200], dan [220] dikatakan sebagai struktur kristal yang memiliki kisi *Face Centre Cubik* (FCC) yang dibuktikan oleh data *Joint Committee on Powder Diffraction Standtar* (JCPDS) menunjukkan perbandingan antara posisi puncak difraksi CuPt, Cu, dan Pt. Posisi puncak CuPt untuk bidang kisi [220] bergeser ke arah Pt sekitar $0,39$ sampai $0,59^\circ$ dan Cu sekitar $3,17$ hingga $3,63^\circ$. Hal ini bisa terjadi ketika penggabungan Cu ke Pt tidak memenuhi unsur simetral. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis XPS yang bersifat kuantitatif memperlihatkan unsur yang terikat di permukaan substrat ITO adalah $\text{Cu}2p^3$, $\text{Pt}4f$, $\text{C}1s$, $\text{O}1s$, $\text{Sn}3d^5$, dan $\text{In}3d^5$. Selain itu analisis XPS hanya dapat menganalisis 0-10 nm permukaan sampel dan menghasilkan spektrum $\text{Pt}4f$ yang menunjukkan $\text{Pt}4f^{7/2}$ pada 71,19 eV dan $\text{Pt}4f^{5/2}$ pada 74,57 eV. $\text{Pt}4f^{7/2}$ dibentuk dari tiga komponen energi yaitu 71,20 eV, 71,88 eV, dan 74,46 eV yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2 XPS Efek Konsentrasi Cu 0,66 mM dan Spektrum Pt 4f

Berdasarkan gambar di atas tampak adanya tiga oksidasi yang berbeda dari Pt yaitu Pt (0) yang mengikat energi 71,05 eV, Pt (II) mengikat 71,97 eV, dan Pt (IV) mengikat energi 73,61 eV dimana setiap Pt menunjukkan

pembentukan logam Pt. Jika dilihat dari logam Pt (71,3 eV) terjadi pergeseran negatif setinggi 0,11 yang menunjukkan bahwa CuPt NPs memiliki sifat permukaan yang sangat reaktif. Pt (II) dan (IV) bisa berikatan dengan PtO_2 dan

PtO untuk menjadi Pt²⁺ dan Pt⁴⁺. Berdasarkan komposisi permukaan intensitas relatif yang dimiliki setiap unsur menunjukkan logam Pt (0) memiliki intensitas yang lebih besar dibandingkan Pt (II) dan Pt (IV). Hal ini mampu mempercepat perpindahan elektron dalam pembentukan CuPt. Sedangkan pada analisis XPS Cu menghasilkan spektrum Cu2p yang mengikat energi sebesar 932,01 eV yang menghasilkan Cu⁰ dan spektrum Cu2p^{1/2} mengikat sebesar 934,0 eV yang menghasilkan Cu²⁺. Dari penghasilan Pt⁰ dan Cu⁰ berdasarkan analisis permukaan sampel oleh XPS menunjukkan bahwa hasil FESEM dan EDS

yang memperlihatkan bentuk dan komposisi CuPt NPs dipermukaan substrat ITO memang telah membentuk paduan CuPt optimal.

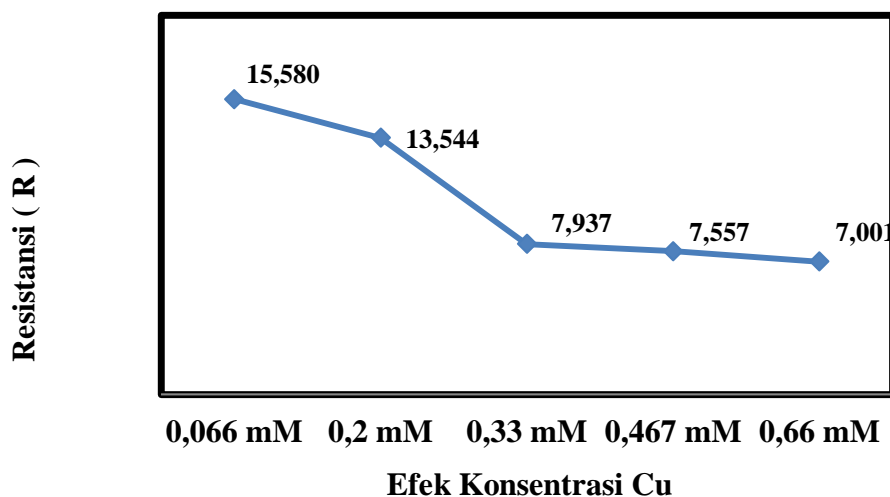
Berdasarkan hasil analisis FPP yang menunjukkan bahwa bahwa peningkatan konsentrasi Cu pada penumbuhan CuPt NPs di atas permukaan substrat ITO dapat menurunkan nilai hambatan CuPt yaitu dari 15,58 Ω turun ke 7,001 Ω dengan nilai hambatan terkecil CuPt didapatkan pada sampel 5 dengan efek konsentrasi Cu 0,66 mM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Resistansi CuPt efek konsentrasi Cu

No	Konsentrasi Cu	Hambatan/ Tahanan (Ω)
1	Sampel 1 konsentrasi Cu 0,066 mM.	15,580
2	Sampel 2 konsentrasi Cu 0,2 mM.	13,544
3	Sampel 3 konsentrasi Cu 0,33 mM.	7,937
4	Sampel 4 konsentrasi Cu 0,467 mM.	7,557
5	Sampel 5 konsentrasi Cu 0,66 mM.	7,001

Hal ini terjadi karena sebaran CuPt di atas permukaan substrat ITO sudah hampir memenuhi (98% permukaan), sehingga

memudahkan aliran elektron yang terjadi apabila arus listrik di alirkan diperlihatkan oleh Gambar 3 grafik resistansi CuPt NPs.



Gambar 3 Grafik Resistansi CuPt NPs

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah: (1) CuPt NPs yang ditumbuhkan pada permukaan substrat ITO dengan metode LPD selama 4 jam dengan suhu 40 °C telah menghasilkan CuPt NPs optimal pada konsentrasi Cu 0,66mM; (2) Semakin meningkatnya konsentrasi Cu pada sampel, maka CuPt NPs memenuhi 98% permukaan substrat ITO, begitu juga dengan persentase komposisi Cu terhadap Pt meningkat dengan perbandingan 1 : 0,97. Hal ini mengakibatkan hantaran listrik yang dimiliki oleh sampel akan semakin kecil yakni 7,001 Ω dan sangat mudah untuk menghantarkan arus listrik.

Saran penelitian ini adalah proses sintesis untuk menghasilkan CuPt NPs pada penelitian ini hanya sebatas untuk mengetahui sifat hantaran listrik yang dimiliki oleh sampel dengan variasi efek konsentrasi. Pada penelitian selanjutnya diharapkan penggunaan CuPt NPs dapat diterapkan pada aplikasi solar cell dan variasi yang berbeda seperti variasi temperatur, SDS, dan lainnya.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abdullah, Mikrajuddin, dkk. 2008. *Sintesis Nanopartikel*. Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi.
- Albert, F.Cotton. dkk. 1990. *Advance Inorganic Chemistry*. Newyork: Interscience Publishers.
- A.V.Valiulis, dkk. 2007. *Liquid Phase Deposition Methods Monitoring Techniques Influence For Solid Substrates And Thin Metal Oxide Films Properties*. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering.
- Fengjiao Yu, dkk. 2013. *Alloying and Dealloying of CuPt Bimetallic Nanocrystals*. Materials International: Journal of Elsevier.
- JR, William D.Callister. 1980. *Materials Science and Engineering An Introduction*. United States of America: Von Hoffmann Press.
- Umar, AA. dkk. 2014. *Highly-reactive AgPt nanofern composed of {001} faceted nanopyramidal spikes for enhanced eterogeneous photocatalysis application*. Journal of Materials Chemistry.