

## SINTESIS ZnO DAN *BLACK-ZnO* SEBAGAI *FILLER* GEL POLIMER ELEKTROLIT BERBASIS KITOSAN/KI-I<sub>2</sub> PADA APLIKASI SEL SURYA TERSENSITISASI ZAT WARNA

Arina Titis Kinanthi Prasetya

21/480169/PA/20847

### INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis ZnO dan *black-ZnO* (B-ZnO) dan mengkaji pengaruhnya sebagai *filler* terhadap sifat elektrokimia gel polimer elektrolit berbasis kitosan/KI-I<sub>2</sub> sebagai kandidat mediator redoks dalam aplikasi sel surya tersensitisasi zat warna. Material ZnO disintesis menggunakan metode presipitasi dilanjutkan dengan kalsinasi pada suhu 650 °C. B-ZnO dipreparasi dengan menciptakan cacat permukaan dan kekosongan oksigen melalui dua jalur yaitu bioreduksi dengan menggunakan ekstrak biji kopi arabika (B-ZnO-BR) pada temperatur 600 °C dan secara reduksi kimiawi menggunakan natrium borohidrat (B-ZnO-CR) pada variasi temperatur 400, 600, 800, dan 1000 °C. Produk yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD, Raman, dan FESEM. Sifat optik material dianalisis menggunakan metode SR UV-Vis, sedangkan sifat elektrokimia gel elektrolit dianalisis menggunakan voltametri siklik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa partikel ZnO berwujud padatan putih berhasil disintesis dengan ukuran 171,26 nm (energi celah pita,  $E_g = 3,10$  eV). Sintesis B-ZnO-BR menghasilkan padatan putih dengan ukuran 43,56 nm dan  $E_g = 3,18$  eV, sehingga ekstrak biji kopi arabika dinilai kurang efektif untuk menghasilkan defisiensi oksigen. Sementara itu, B-ZnO-CR yang dipreparasi pada temperatur 600 °C menghasilkan material berwarna gelap berukuran 236,90 nm dengan energi celah pita 2,92 eV, diperkirakan akibat keberadaan defisiensi oksigen yang merupakan karakteristik dari *black-ZnO*. Penambahan *filler* B-ZnO-CR 600 °C menghasilkan puncak anodik dan katodik tertinggi dibandingkan dengan sampel B-ZnO lainnya. Namun, kekosongan oksigen pada B-ZnO-CR 600 °C yang berlebihan atau keadaan cacat permukaan/massal dapat mengganggu transfer elektron sehingga mengurangi reaktivitas elektrokimia yang menyebabkan arus puncak yang lebih rendah jika dibandingkan dengan ZnO. *Filler* ZnO menunjukkan intensitas arus puncak anoda dan katoda paling tinggi masing-masing 1,746 mA dan -2,262 mA, diperkirakan karena ketersediaan jalur tambahan siklus redoks  $I^-/I_3^-$ . Hasil ini memperkuat pentingnya pengendalian struktur dan cacat material dalam *filler* gel polimer elektrolit serta memberikan peluang penelitian lanjutan untuk mengoptimasi cacat kekosongan oksigen guna meningkatkan kinerja elektrokimia pada aplikasi sel surya tersensitisasi zat warna.

Kata kunci: *black-ZnO*, gel polimer elektrolit, kitosan, sel surya

## **SYNTHESIS OF ZnO AND BLACK-ZnO AS FILLERS FOR CHITOSAN/KI-I<sub>2</sub>-BASED POLYMERS GEL ELECTROLYTES IN DYE-SENSITIZED SOLAR CELL APPLICATIONS**

Arina Titis Kinanthi Prasetya

21/480169/PA/20847

### **ABSTRACT**

This study aims to synthesize ZnO and black-ZnO (B-ZnO) and investigate their effects as fillers on the electrochemical properties of chitosan/KI-I<sub>2</sub>-based polymer electrolyte gels, serving as potential redox mediator candidates in dye-sensitized solar cell applications. ZnO was synthesized using a precipitation method followed by calcination at 650 °C. B-ZnO was prepared by creating surface defects and oxygen vacancies through two pathways: bioreduction using Arabica coffee bean extract (B-ZnO-BR) at 600 °C and chemical reduction using sodium borohydride (B-ZnO-CR) at various temperatures of 400, 600, 800, and 1000 °C. The resulting products were then characterized using FTIR, XRD, Raman, and FESEM. The optical properties of the material were analyzed using the SR UV-Vis, while the electrochemical properties of the electrolyte gel were investigated using cyclic voltammetry.

The results showed that white solid ZnO particles were successfully synthesized with an average size of 171.26 nm (bandgap energy,  $E_g = 3.10$  eV). The synthesis of B-ZnO-BR produced a white solid with an average size of 43.56 nm and an  $E_g = 3.18$  eV, making Arabica coffee bean extract less effective in producing oxygen deficiency. Meanwhile, B-ZnO-CR prepared at 600 °C produced a dark-colored material with an average size of 236.90 nm and a bandgap energy of 2.92 eV, estimated due to the presence of oxygen deficiency, a characteristic of black-ZnO. The addition of B-ZnO-CR filler at 600 °C resulted in the highest anodic and cathodic peaks compared to other B-ZnO samples. However, excessive oxygen vacancies in B-ZnO-CR 600 °C or surface/bulk defect states can interfere with electron transfer, thereby reducing the electrochemical reactivity and leading to lower peak currents compared to ZnO. ZnO fillers exhibited the highest anode and cathode peak current intensities of 1.746 mA and -2.262 mA, respectively, estimated due to the availability of additional pathways for I<sup>-</sup>/I<sub>3</sub><sup>-</sup> redox cycling. These results reinforce the importance of controlling the structure and defects of materials in polymer gel electrolyte fillers, providing further research opportunities to optimize oxygen vacancy defects and improve electrochemical performance in dye-sensitized solar cell application.

Keywords: *black-ZnO*, chitosan, polymer gel electrolyte, solar cell