

ABSTRACT

Ethylene gas sensor is used to detect the amount of ethylene involved in fruit ripening process, so as to prevent fruit rot due to excess ethylene. Ag-doped ZnO (ZnO:Ag) can be used as an ethylene sensor material and operated at room temperature. Sensor based on ZnO:Ag needs to be optimized to obtain sensor performance with higher sensitivity and shorter recovery time. Optimization is done through the addition of Ag dopants with smaller concentration intervals, so that the optimum concentration is known. Synthesis of ZnO:Ag on PET-ITO substrate was successfully carried out by electrodeposition method. Structure characterization of ZnO:Ag was performed using the Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD), and Fourier-Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy methods. The sensor performance has been tested by exposing ethylene gas. The ZnO:Ag layer was deposited and grown using simple electrodeposition method at voltage of 1.2V for 2 hours in cold bath (10-12°C). Precursors of ZnO:Ag used was 0.2 M Zn (NO₃)₂·4H₂O, 0.2 M HMTA, and AgNO₃ dissolved in aqua bides pH>6. The concentration of dopant Ag used was 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; and 1 mM. The layer ZnO:Ag has a micro-flakes structure with a layer thickness of 4-34 μm with the direction of growth to the z axis. The structural analysis of the XRD test results confirmed the presence of ZnO at the diffraction peak 34.50° (002), and Ag was confirmed at the diffraction peak 44° (002). Crystallite size ZnO with doping 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; and 1.0 mM Ag in sequence are 44.97; 35.22; 42.02; 43,16; 43.43; and 42.85 nm. The formation reaction of ZnO:Ag is confirmed through the presence of ZnO:Ag chemical bonds in the infrared spectrum with wavenumbers ~512 and ~552 cm⁻¹. Optimum concentration of Ag dopant for ethylene gas sensor is ZnO:0.6 mM Ag. ZnO:0,6 mM Ag has sensitivity at 30 ppm ethylene is 64.80% with recovery time of 1 minute, and at 50 ppm ethylene has a sensitivity of 54.27% with recovery time of 15 minutes. Sensor performance of ZnO:Ag is supported by the characteristics of a good sensor material, which has a uniform layer with a micro-flakes structure that has a uniform coverage, as well as a small crystallite size, so it has high surface area for O₂ and ethylene adsorption. Those characteristic of material sensor is able to produce sensor performance the most effective gas.

Keywords: electrodeposition, ethylene gas, sensitivity, sensor, ZnO: Ag.

ABSTRAK

Sensor gas etilen digunakan untuk mendeteksi jumlah etilen yang terlibat pada proses pematangan buah, sehingga dapat mencegah pembusukan buah akibat etilen berlebih. ZnO dengan doping Ag (ZnO:Ag) digunakan sebagai material sensor gas etilen yang dapat dioperasikan pada temperatur ruang. Sensor ZnO:Ag perlu dioptimasi untuk memperoleh performa sensor dengan sensitivitas lebih tinggi dan waktu pemulihan lebih singkat. Optimasi dilakukan melalui penambahan dopan Ag dengan interval konsentrasi yang lebih kecil, sehingga diketahui konsentrasi yang optimum. Sintesis ZnO:Ag pada substrat PET-ITO berhasil dilakukan dengan metode elektrodeposisi. Karakterisasi struktur ZnO:Ag dilakukan menggunakan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Diffraction* (XRD), dan *Fourier-Transform Infrared* (FTIR) *Spectroscopy*. Uji performa sensor dilakukan dengan memaparkan gas etilen. Elektrodeposisi ZnO:Ag dilakukan pada tegangan 1,2 volt, temperatur 10°C dengan waktu selama 2 jam. Prekursor ZnO:Ag yang digunakan adalah 0,2 M Zn(NO₃)₂·4H₂O, 0,2 M HMTA, dan AgNO₃ yang dilarutkan dalam akuabides pH > 6. Konsentrasi dopan Ag yang digunakan adalah 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1 mM. Lapisan ZnO:Ag memiliki struktur berupa *microflakes* dengan ketebalan lapisan 4-34 µm dengan arah tumbuh ke sumbu z. Analisis struktural hasil uji XRD mengonfirmasi adanya ZnO pada puncak difraksi 34,50° (002), dan Ag terdeteksi pada puncak difraksi 44° (002). Ukuran kristalit ZnO dengan doping 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; dan 1,0 mM Ag secara berurutan adalah 44,97; 35,22; 42,02; 43,16; 43,43; dan 42,85 nm. Reaksi pembentukan ZnO:Ag terkonfirmasi melalui adanya ikatan kimia ZnO:Ag pada bilangan gelombang spektrum inframerah ~512 dan ~552 cm⁻¹. Konsentrasi dopan Ag yang optimum untuk sensor gas etilen adalah ZnO:0,6 mM Ag. Sensitivitas sensor ZnO:0,6 mM Ag pada 30 ppm gas etilen adalah 64,80% dengan waktu pemulihan 1 menit, dan pada 50 ppm gas etilen memiliki sensitivitas 54,27% dengan waktu pemulihan 15 menit. Performa sensor ZnO:Ag didukung oleh karakteristik material sensor yang baik, dimana memiliki lapisan merata dengan struktur *microflakes* yang memiliki *coverage* merata, serta ukuran kristalit yang kecil, sehingga memiliki luas permukaan area yang tinggi untuk adsorpsi O₂ dan gas etilen, dan mampu menghasilkan performa sensor gas yang paling efektif.

Kata Kunci: elektrodeposisi, gas etilen, sensitivitas, sensor, ZnO:Ag.