

INTISARI

Kajian Sifat Optik MAPbI₃/Graphene Oxide Menggunakan Spektroskopi Elipsometri untuk Aplikasi *Hole Transport Layer* pada Sel Surya Perovskite

Oleh

Eri Widiyanto

19/450283/SPA/00665

Sel surya perovskite/*Perovskite solar cell* (PSC) berbasis Methylammonium lead triiodide (MAPbI₃) telah menunjukkan kinerja fotovoltaiik yang baik. Lapisan penghantar *hole/transport layer* (HTL) memainkan peran penting dalam PSC. Penggunaan HTL berbasis polimer membutuhkan dopan dan aditif, yang dapat menyebabkan ketidakstabilan pada perovskite. Penelitian ini mempelajari pengaruh penambahan konsentrasi graphene oxide (GO) sebagai HTL pada sifat optik MAPbI₃ dan kinerja perangkat PSC. Kajian sifat optik lapisan MAPbI₃/GO dilakukan menggunakan spektroskopi elipsometri pada energi 1,6 – 5,2 eV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat optik MAPbI₃ dapat disesuaikan karena efek korelasi elektronik yang disebabkan oleh penambahan GO. Peningkatan absorpsi pada lapisan MAPbI₃ menunjukkan penurunan jumlah *hole* karena migrasi *hole-hole* tersebut ke lapisan GO, menunjukkan sifat transport *hole* dari GO. Dalam penelitian ini, GO diaplikasikan sebagai HTL pada PSC berbasis karbon dengan struktur n-i-p. GO dibuat dengan menggunakan metode Hummer, sedangkan elektroda karbon dideposisi menggunakan teknik *doctor blade* dan dipanaskan pada suhu 120 °C. Perangkat PSC dengan struktur FTO/TiO₂/MAPbI₃/GO/karbon berhasil difabrikasi dan dikarakterisasi untuk mendapatkan kinerja fotovoltaiik yang optimal. Efisiensi sebesar 10,01% diperoleh dengan menggunakan konsentrasi dispersi GO sebesar 1 mg.mL⁻¹, yang secara signifikan lebih tinggi daripada perangkat tanpa GO (efisiensi 8,32%). Penggunaan GO sebagai HTL meningkatkan kualitas film perovskite dan menghasilkan kristal perovskite dengan ukuran butir yang lebih besar dan lebih sedikit lubang kecil. Selanjutnya, perangkat PSC disimulasi menggunakan pemodelan *Solar Cell Capacitance Simulator-One Dimensi* (SCAPS-1D) untuk mempelajari mekanisme dan parameter yang mempengaruhi performa sel surya. Pengaruh ketebalan lapisan aktif, ketebalan HTL, kepadatan cacat antar-muka, dan resistansi parasitik (R_s dan R_{sh}) diselidiki secara khusus untuk memahami faktor-faktor yang harus dioptimalkan untuk meningkatkan kinerja perangkat. Efisiensi optimal sebesar 16,51% dicapai melalui simulasi SCAPS-1D. Studi ini menunjukkan bahwa GO secara efektif berfungsi sebagai bahan HTL dan penggunaan karbon sebagai elektroda balik (katoda) dapat mengurangi biaya bahan keseluruhan PSC serta meningkatkan kinerja fotovoltaiik yang lebih baik.

Kata kunci: MAPbI₃, graphene oxide, *hole transport layer*, sel surya perovskite, spektroskopi elipsometri

ABSTRACT

Optical Properties of MAPbI₃/Graphene Oxide Using Spectroscopic Ellipsometry for the Application of Hole Transport Layer in Perovskite Solar Cells

by

Eri Widiyanto

19/450283/SPA/00665

Methylammonium lead triiodide (MAPbI₃)-based perovskite solar cells (PSCs) have demonstrated excellent photovoltaic performance. The hole transport layer (HTL) plays an important role in PSCs. The use of polymer-based HTLs requires dopants and additives, which can cause instability in the perovskite. This research studies the effect of adding graphene oxide (GO) concentration as HTL on the optical properties of MAPbI₃ and the performance of PSC devices. The optical properties of MAPbI₃/GO layers were carried out using spectroscopic ellipsometry at energies of 1.6 - 5.2 eV. The results show that the optical properties of MAPbI₃ can be adjusted due to the electronic correlation effect induced by the addition of GO. The increase in absorption in the MAPbI₃ layer indicates a decrease in the number of holes due to the migration of these holes to the GO layer, suggesting promising hole transport properties of GO. This study applied GO as an HTL for carbon-based PSCs with n-i-p structure. The GO was prepared using a simple Hummer's method, while the carbon counter electrode was deposited using a doctor blade and heated at a temperature of 120 °C. The PSC device with FTO/TiO₂/MAPbI₃/GO/carbon structure was successfully fabricated and characterized for optimal photovoltaic performance. An efficiency of 10.01% was obtained using a GO dispersion concentration of 1.0 mg.mL⁻¹, which was significantly higher than a similar device without GO (efficiency of 8.32%). The use of GO as HTL improved the quality of perovskite film by providing perovskite crystals with larger grain sizes and fewer pinholes. Furthermore, the PSC device was simulated using Solar Cell Capacitance Simulator-One Dimension (SCAPS-1D) modelling to study the mechanism and parameters that affect the performance of the solar cell. The influence of active layer thickness, HTL thickness, interface defect density, and parasitic resistance (R_s and R_{sh}) were specifically investigated to understand the factors that should be optimized to improve device performance. An optimal efficiency of 16.51% was achieved through SCAPS-1D simulation. This study shows that GO effectively serves as the HTL material, and using carbon as the back-contact (cathode) can reduce the overall material cost of PSCs and promote better photovoltaic performance.

Keywords: MAPbI₃, graphene oxide, hole transport layer, perovskite solar cell, spectroscopic ellipsometry