

## INTISARI

### KAJIAN TRANSPORTASI ELEKTRON PADA BAHAN PEROVSKITE BERBASIS $\text{TiO}_2/\text{CsPbBr}_3$ MENGGUNAKAN SPEKTROSKOPI ELIPSOMETRI

DINI SETIYANI

23/526326/PPA/06647

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji transfer muatan pada bahan aktif sel surya perovskite (PSC) berbasis *cesium lead bromide* ( $\text{CsPbBr}_3$ ) dengan *titanium dioxide* ( $\text{TiO}_2$ ) sebagai *electron transport layer* (ETL). Lapisan  $\text{CsPbBr}_3$  dibuat menggunakan metode *two-step* berbasis teknik *spin coating* di atas substrat *quartz* berlapis  $\text{TiO}_2$ . Variasi konsentrasi larutan  $\text{TiO}_2$  yang digunakan yaitu 0,15 M, 0,3 M, dan 0,5 M. Studi ini difokuskan pada pengamatan mekanisme transfer elektron dari  $\text{CsPbBr}_3$  ke  $\text{TiO}_2$  dengan menggunakan spektroskopi elipsometri dalam rentang energi 1,6 hingga 5,2 eV. Hasil pengukuran spektroskopi *ultraviolet-visible* (uv-vis) menunjukkan adanya peningkatan intensitas serapan pada lapisan  $\text{CsPbBr}_3$  setelah pembentukan struktur berlapis dengan  $\text{TiO}_2$ . Karakterisasi struktur kristal menggunakan *X-ray diffraction* (XRD) menunjukkan terbentuknya fase orthorombik  $\text{CsPbBr}_3$ , ditandai dengan puncak-puncak difraksi pada sudut  $2\theta$  sebesar  $15,26^\circ$ ,  $21,66^\circ$ ,  $30,76^\circ$  dan  $37,8^\circ$ . Selain itu, puncak difraksi pada  $25,36^\circ$  mengindikasikan keberadaan  $\text{TiO}_2$  dalam fase anatase. Hasil pengamatan morfologi melalui *scanning electron microscope* (SEM) menunjukkan bahwa film  $\text{CsPbBr}_3$  yang terbentuk memiliki ukuran butir yang relatif besar, berkisar antara ~600 hingga 2500 nm, serta jumlah *pinhole* yang cenderung lebih sedikit pada beberapa sampel. Dari data elipsometri diperoleh dua hal, yang pertama yaitu keberadaan lapisan  $\text{TiO}_2$  belum mampu menekan rekombinasi pasangan *electron-hole* di antarmuka yang ditandai dengan turunnya nilai konstanta dielektrik bagian imajiner yang terkait dengan serapan cahaya pada puncak eksitonik di energi ~2,3 eV. Kedua yaitu adanya peningkatan rapat keadaan  $\text{CsPbBr}_3$  di seluruh rentang energi ketika menggunakan  $\text{TiO}_2$  0,15 M karena mendapatkan elektron dari  $\text{TiO}_2$  murni. Sedangkan pada  $\text{TiO}_2$  0,5 M justru mengalami penurunan rapat keadaan karena adanya elektron yang kembali ke  $\text{TiO}_2$  murni. Dalam hal ini,  $\text{TiO}_2$  dapat dikatakan sebagai lapisan transfer elektron.

Kata kunci:  $\text{CsPbBr}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , *electron transport layer*, sel surya perovskite, spektroskopi elipsometri

## ABSTRACT

### ***INVESTIGATION OF ELECTRON TRANSPORT IN $\text{TiO}_2/\text{CsPbBr}_3$ -BASED PEROVSKITE MATERIALS USING SPECTROSCOPIC ELLIPSOMETRY***

**DINI SETIYANI**

**23/526326/PPA/06647**

*This study aims to investigate the charge transport mechanism in perovskite solar cell (PSC) active materials based on cesium lead bromide ( $\text{CsPbBr}_3$ ) using titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) as an electron transport layer (ETL). The  $\text{CsPbBr}_3$  films were prepared through a two-step spin-coating technique on quartz substrates coated with  $\text{TiO}_2$ . The  $\text{TiO}_2$  solution concentrations varied at 0,15M, 0,3M, and 0,5M. This research focuses on the electron transfer mechanism from  $\text{CsPbBr}_3$  to  $\text{TiO}_2$ , characterized by spectroscopic ellipsometry within the energy range of 1.6 to 5.2 eV. ultraviolet-visible (UV-Vis) spectroscopy measurements showed an increase in the absorption intensity of the  $\text{CsPbBr}_3$  layer after the formation of layered structures with  $\text{TiO}_2$ . X-ray diffraction (XRD) structural analysis indicated the formation of an orthorhombic  $\text{CsPbBr}_3$  phase, identified by diffraction peaks at  $2\theta$  angles of  $15,26^\circ$ ,  $21,66^\circ$ ,  $30,76^\circ$  and  $37,8^\circ$ . Additionally, a diffraction peak at  $25,36^\circ$  confirmed the presence of  $\text{TiO}_2$  in the anatase phase. The results of morphological observations through scanning electron microscope (SEM) showed that the  $\text{CsPbBr}_3$  film formed had a relatively large grain size, ranging from ~600 to 2500 nm, and the number of pinholes tended to be smaller in some samples. Ellipsometry data revealed two key findings: first, the presence of  $\text{TiO}_2$  layers could not effectively suppress electron-hole pair recombination at the interface, as indicated by a decrease in the imaginary part of the dielectric constant related to light absorption at the excitonic peak around 2,3 eV. Second, the density of states in  $\text{CsPbBr}_3$  increased throughout the entire energy range when using 0,15 M  $\text{TiO}_2$  due to electron transfer from pristine  $\text{TiO}_2$ . Conversely, the 0,5 M  $\text{TiO}_2$  experienced a reduction in the density of states due to electrons transferring back to pristine  $\text{TiO}_2$ . Thus,  $\text{TiO}_2$  can be considered an effective electron transport layer.*

*Keywords:  $\text{CsPbBr}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , electron transport layer, perovskite solar cell, ellipsometry spectroscopy*