ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi nanokomposit *Cellulose Nanocrystal* (CNC)–TiO_2 yang berasal dari limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai material fotoanoda pada *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC). CNC diekstraksi dari TKKS melalui tahapan *bleaching* (NaOCl 5%), delignifikasi alkali (NaOH 17,5%), dan hidrolisis asam sulfat (H_2SO_4 64% w/v, 45°C, 60 menit), menghasilkan CNC dengan kristalinitas 74,3%. Nanokomposit CNC–TiO_2 disintesis menggunakan metode sol-gel in-situ pada suhu 80°C dengan variasi konsentrasi CNC 0% (kontrol), 1%, 3%, dan 5% (b/b terhadap massa TiO_2). Karakterisasi material dilakukan menggunakan XRD, FTIR, SEM, dan UV-Vis, sedangkan kinerja DSSC dievaluasi melalui pengukuran kurva J–V. Hasil XRD menunjukkan bahwa seluruh sampel mempertahankan fasa anatase murni dengan ukuran kristal TiO_2 menurun dari 13,4 nm (kontrol) menjadi 11,8 nm (5% CNC). FTIR mengonfirmasi terbentuknya ikatan kovalen Ti–O–C pada 900–1000 cm^{-1} sebagai bukti integrasi antarmuka organik–anorganik. SEM menunjukkan peningkatan homogenitas dan porositas film dari ~48% menjadi ~62% seiring peningkatan konsentrasi CNC. Analisis Tauc plot menunjukkan penurunan band gap dari 3,24 eV (TiO_2 murni) menjadi 3,04 eV (5% CNC). Kapasitas adsorpsi dye antosianin dari buah naga merah meningkat dari 23,0% menjadi 54,2% pada 5% CNC. Pengujian kinerja DSSC menghasilkan efisiensi konversi energi tertinggi sebesar 0,370% pada konsentrasi CNC 5%, meningkat 153,4% dibandingkan kontrol (0,146%). Voc dan FF optimal tercapai pada 3% CNC masing-masing sebesar 0,471 V dan 0,61. Penelitian ini membuktikan bahwa limbah TKKS dapat diubah menjadi material nano fungsional bernilai tinggi untuk aplikasi DSSC yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata kunci: *cellulose nanocrystal*, TiO_2 nanokomposit, *dye-sensitized solar cell*, tandan kosong kelapa sawit, antosianin, fotoanoda, sol-gel, energi terbarukan.