

ABSTRAK

PEMBUATAN SERAT NANO PVA/TiO₂ MENGGUNAKAN ELEKTROSPINNING SEBAGAI SEMIKONDUKTOR PADA DSSC YANG MENGGUNAKAN KAIN *FIBERGLASS*/TINTA KARBON SEBAGAI ELEKTRODA

Oleh

JUAN PRIANTO

NPM: 19510006

Program Studi

Magister Terapan Rekayasa Tekstil dan *Apparel*

Indonesia sebagai wilayah tropis memiliki banyak area yang terkena sinar matahari dengan baik sehingga energi terbarukan yang berasal dari energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Salah satu pemanfaatan energi alternatif yang memanfaatkan sinar matahari adalah sel surya yang mampu mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik tanpa menghasilkan emisi gas buangan apapun. Cara pembuatan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) adalah dengan menggunakan kaca konduktif ITO (*Indium Tin Oxide*) yang dilapisi semikonduktor dan dipekatkan oleh zat warna. DSSC yang menggunakan kaca ITO dapat menghasilkan tegangan dan arus yang tinggi namun memiliki kelemahan yaitu kaku, tidak fleksibel dan berat. Dilakukan penelitian – penelitian untuk mengurangi kelemahan tersebut mulai dari mengganti kaca ITO dengan material konduktif lain atau memodifikasi kaca ITO itu sendiri. Salah satu metrial yang memiliki sifat ringan, fleksibel dan tidak kaku adalah material tekstil tetapi kebanyakan metrial tekstil adalah material non-konduktif. Pada penelitian ini digunakan *fiberglass* sebagai material tekstil yang tebal dan memiliki kekuatan fisik yang baik dan dilapisi dengan tinta karbon agar konduktif. Agar DSSC dapat menghasilkan tegangan dan arus yang tinggi, diperlukan semikonduktor yang memiliki bandgap rendah. Cara untuk meningkatkan tegangan yang dihasilkan adalah dengan memperkecil ukuran molekul dengan memperkecil jarak antar atom semikonduktor ataupun dengan memperkecil jarak antar molekulnya. Penggunaan elektrospinning dalam pembuatan lapisan serat tipis diharapkan dapat memperkecil jarak antar atom dan molekul dari semikonduktor yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan campuran PVA/TiO₂ sebagai semikonduktornya karena TiO₂ memiliki bandgap yang rendah dan tersedia dengan harga murah secara komersil. Telah banyak dilakukan penelitan menggunakan semikonduktor TiO₂ yang diubah bentuknya menjadi serat nano untuk dimanfaatkan sebagai semikonduktor pada DSSC yang elektrodanya terbuat dari kaca konduktif ITO tetapi belum banyak penelitian yang menggunakan kain *fiberglass*/tinta karbon sebagai elektrodanya yang menggunakan semikonduktor dari serat nano PVA/TiO₂. Hal ini dikarenakan pada

proses penyusunannya, elektroda aktif dari DSSC dilakukan proses sintering dengan suhu 450°C untuk mendeposisi serat nano TiO₂ sementara kebanyakan material tekstil tidak tahan jika dilakukan proses sintering sampai dengan suhu 450°C. Pembuatan lapisan serat tipis PVA/TiO₂ divariasikan pada Tegangan 20kV dan 10kV serta waktu mulai dari 120s, 180s dan 240s. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah mulai dari pelapisan kain *fiberglass* dengan tinta karbon lalu dilapisi dengan lapisan serat tipis PVA/TiO₂ yang direndam menggunakan zat warna. Pada penelitian ini digunakan zat warna antosianin yang berasal dari wortel sebagai *photosensitizer*. Setelah direndam zat warna dilakukan proses *curing* lalu ditambahkan elektrolit dan DSSC disusun menyerupai *sandwich*. Elektrolit yang digunakan adalah campuran KI/I₂ yang dibuat dalam bentuk gel sebagai variabel tetap. Pada penelitian ini dilakukan pengujian SEM untuk melihat morfologi dan ukuran dari serat PVA/TiO₂. Dilakukan pengujian UV-Vis pada larutan PVA/TiO₂ dan larutan zat warna. Dan dilakukan pengujian FTIR untuk melihat apakah zat – zat tersebut sudah terlapisi dengan baik. Dilihat dari pengujian SEM pada lapisan tipis PVA/TiO₂ dapat dibentuk menggunakan elektrospinning tegangan 10-20kV dan waktu mulai dari 120-240 detik yang menghasilkan ukuran serat sebesar 177,6nm. Tegangan yang dihasilkan pada saat sel surya terpapar sinar matahari mulai dari variasi 1 sampai 5 adalah 53mV, 54mV, 40mV, 40mV dan 36mV. Tegangan yang dihasilkan pada saat sel surya tidak terpapar sinar matahari mulai dari variasi 1 sampai 5 adalah 8mV, 7mV, 4mV, 4mV dan 4mV. Arus dihasilkan pada saat sel surya terpapar sinar matahari mulai dari variasi 1 sampai 5 adalah 26,5μA, 27 μA, 20 μA, 20 μA dan 18 μA. Arus dihasilkan pada saat sel surya tidak terpapar sinar matahari mulai dari variasi 1 sampai 5 adalah 4 μA, 3,5 μA, 2 μA, 2 μA dan 2 μA. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tegangan dan waktu optimal proses elektrospinning yang diperlukan untuk melapisi kain *fiberglass*/tinta karbon dengan serat nano PVA/TiO₂ adalah 20kV dan 180 detik.

Kata kunci : DSSC, TiO₂, Elektrospinning

ABSTRACT

FABRICATION OF PVA/TiO₂ NANOFIBER USING ELECTROSPINNING AS SEMICONDUCTOR FOR DSSC THAT USE FIBERGLASS/CARBON INK AS ELECTRODE

By

JUAN PRIANTO

19510006

Study Program

Applied Magister of Textile Engineering and Apparel

Indonesia as a tropical islands have many area that exposed to sunlight so that renewable energy from solar energy can be used as an alternative. One of the utilization of solar energy is solar cell that can convert solar energy to electrical energy without producing any emission gasses. The fabrication of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) is by using conductive glass such as ITO (Indium Tin Oxide) glass that coated by semiconductor and sensitized by dyes. DSSC using this ITO glass can produce high voltage and high current but it has some weaknesses such as rigidity, not flexible and heavy. There are many that studied to overcome those weaknesses such as modifying the ITO glass or replacing the conductive materials. One of many materials that is light and not rigid are textile materials but most of them aren't conductive. In this study, fiberglass is used as the textile materials that thick and has a good physical properties and coated by carbon ink to be conductive. In order to produce high voltage and high current, semiconductor substance must have a low bandgap. Ways to improve the voltage and current that produced are by reducing the size of the molecule by reducing the distance between atoms or by reducing the distance between molecules. The use of electrospinning in the manufacturing of thin film nanofiber is expected to reduce the distance between atoms and molecules of the used semiconductor. In this study the mixture of PVA/TiO₂ are used as semiconductor because of the low bandgap of TiO₂, low price and commercially available. Many studies have been carried out using TiO₂ semiconductors which are transformed into nanofibers to be used as semiconductors in DSSC which electrodes are made of ITO conductive glass but there are not many studies have used fiberglass/carbon ink as the electrode and using PVA/TiO₂ nanofiber as semiconductors. This is because in the preparation process, the active electrode from DSSC is sintered at a temperature of 450 °C to deposit TiO₂ nanofibers while most textile materials cannot withstand the sintering process up to a temperature of 450 °C. The manufacturing of thin film nanofiber of

PVA/TiO₂ is varied from 20kV and 10kV then from 120s, 180s, and 240s. The stages that carried in this study are starting from coating the fiberglass with carbon ink then coated by thin film PVA/TiO₂ nanofiber that dipped with dyes. In this study, the dye used as photosensitizer is anthocyanin dye from carrot. After the dipping of dyes, the fabric then cured and electrolyte is added and piled up like sandwich. The electrolyte that used in this study is the mixture of KI/I₂ in solid form as a fixed variable. SEM test is done to see the nanofiber morphology and fiber size of thin film of PVA/TiO₂. FTIR tests are done to see whether these substance have been coated properly. Judging from the SEM test on PVA/TiO₂ thin film, nanofibers can be formed using electrospinning with a voltage from 10kV to 20kV and a time ranging from 120 to 240s which result in a fiber size of 177,6nm. The voltage generated when the solar cells exposed to sunlight ranging from variations 1 to 5 are 53mV, 54mV, 40mV, 40mV and 36mV. The voltage generated when the solar cell is not exposed to sunlight ranging from variations 1 to 5 are 8mV, 7mV, 4mV, 4mV and 4mV. The current generated when the solar cells exposed to sunlight ranging from variations 1 to 5 are 26,5µA, 27 µA, 20 µA, 20 µA and 18 µA. The current generated when the solar cell is not exposed to sunlight ranging from variations 1 to 5 are 4 µA, 3,5 µA, 2 µA, 2 µA and 2 µA. From these results it can be concluded that the optimal voltage and time of the electrospinning process required to coat the fiberglass/carbon ink with PVA/TiO₂ nanofibers is 20kV and 180 seconds.

Keywords : DSSC, TiO₂, Electrospinning