

# STUDI AWAL FABRIKASI SEL SURYA BERBASIS DYE SENSITIZED SOLAR SEL (DSSC) DENGAN MENGGUNAKAN EKSTRAK BUAH DAN DAUN SIRSAK (*ANNONA MURICATA L*) SEBAGAI FOTOSENSITIZER

Irwan Afandi<sup>1</sup>, Iswadi<sup>1</sup>, Aisyah<sup>2</sup>, dan Hernawati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

<sup>2</sup> Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar  
e-mail: irwan.afandi024@gmail.com, wadi.phys.dept@uin-alauddin.ac.id, aisyah@uin-alauddin.ac.id, hernawati@uin-alauddin.ac.id

**Abstract:** Dye sensitized solar cell (DSSC) is one type of solar cell base on organic dyies. There are many dye is from extract of plants (leave, fruit and grass) are potential as dye sensitized. In this research, the extract is come from fruit and Leaf of soursop (*annona muricata L*). This study aims to find great efficiency resulting from the use of extracts of the fruit and leaves of the soursop base DSSCs solar cells. The deposition method are used in this research is the *Doctor blade method*. Based on the results obtained from this study, DSSC efficiency of the use of soursop leaf extract is equal to 0.00104% with dye absorption spectrum in the UV region of the range 241 nm - 399.5 nm while for Visible area 502.5 nm - 664.5 nm, absorption is highest wavelength at 290 nm with the absorbance of 5.373. As for the sample of soursop fruit is in the amount of 0.005832% with dye absorption spectrum is found only in the UV region of the range of 245.5 nm - 289.5 nm, the wavelength of absorption is highest at 289.5 nm with the absorbance of 5.434. The efficiency of the dye higher soursop fruit extract from the leaves of the soursop.

**Keywords:** DSSC, *annona muricata l*, absorbance, efficiency.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi dunia semakin lama semakin bertambah. Sebagian besar energi tersebut berasal dari energi fosil seperti bahan bakar minyak yang jumlahnya semakin lama semakin menipis dan sewaktu-waktu bisa habis karena tidak dapat diperbaharui. Dengan menipisnya cadangan energi fosil ini, Negara-negara di dunia sedang berlomba-lomba mengembangkan energi alternatif yang dapat diperbaharui khususnya di Indonesia sendiri.

Beberapa sumber energi yang dapat diperbaharui seperti tenaga angin, tenaga air (*hydro power*), biomassa dan penggunaan energi melalui sel surya (solar cell) merupakan alternatif yang cukup menjanjikan. Sel surya merupakan suatu alat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik.

Salah satu jenis sel surya yang sedang dikembangkan adalah *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC), yaitu sel surya yang berbasis fotoelektrokimia yang pertama kali ditemukan oleh Profesor Michael Gratzel (1991) yang telah menjadi topik penelitian intensif oleh peneliti diseluruh dunia. DSSC disebut juga terobosan pertama

dalam teknologi sel surya sejak sel surya silikon. Meskipun Efisiensi DSSC masih lebih rendah dari pada efisiensi sel surya silikon, namun pembuatan DSSC lebih ramah lingkungan, murah, dan bahannya mudah diperoleh dari alam jika dibandingkan dengan sel surya silikon.

Sebuah DSSC terdiri dari elektroda semikonduktor bernanokristalin penyerap warna, elektroda counter, dan elektroda yang mengandung ion iodida dan triiodida. *Sensitizer* mempunyai peranan penting dalam menyerap sinar matahari dan mengubah energy matahari menjadi energi listrik. Efisiensi tertinggi DSSC terdapat pada Ru Complex N719 yang mencapai 11-12 % (Zhou, dkk, 2011). Namun *dye* dari *Ruthenium Complex* ini termasuk zat pewarna sintesis yang cukup mahal. Sedangkan *dye* alami dapat di ekstrak dari bagian-bagian tumbuhan seperti daun, bunga dan buah (Dewi, dkk, 2010).

Zat warna berfungsi sebagai penyerap radiasi matahari dan semikonduktor celah lebar seperti (Titanium Dioksida)  $TiO_2$  sebagai transport pembawa muatan. Pigmen dengan karakter serapan elektronik yang lebar di daerah cahaya tampak dari spektrum cahaya matahari secara teoritis akan menyerap radiasi matahari dalam jumlah lebih banyak dan merupakan sensitizer yang baik (Kartini, dkk, 2008).

Penelitian DSSC sebelumnya telah dilakukan pada berbagai macam *dye sensitizer* (zat pewarna alami) dari berbagai ekstrak bahan organik baik antosianin, cyanin, xantofil, tanin, maupun klorofil. Namun nilai efisiensi yang dihasilkan dari bahan-bahan tersebut masih terhitung rendah. Efisiensi yang tertinggi dari berbagai penelitian adalah kulit manggis yaitu 1,17 % (Zhou, dkk, 2010), Namun manggis termasuk tanaman musiman sehingga pemanfaatannya pada DSSC masih kurang maksimal. Penelitian terbaru oleh Shaktivel (2015) yang menemukan efisiensi sebesar 1,39% pada daun pacar kuku. Penelitian mengenai DSSC terus berkembang khususnya *dye* dari klorofil, mengingat klorofil terdapat pada daun tumbuhan sehingga mudah diperoleh dan jumlahnya yang sangat memadai.

Salah satu jenis tumbuhan yang kaya akan kandungan klorofil adalah daun dari tanaman sirsak (*Annona muricata L*). Buahnya mengandung banyak serat, karbohidrat, vitamin dan mineral, sedangkan daunnya mengandung senyawa *asetogenin, tanin, fitosterol, kalsium oksalat, alkaloid murisin, flavonoida* dan *steroida* (Suranto, 2011). Pada daun sirsak terdapat dua pigmen yang dapat dijadikan pewarna alami yaitu klorofil yang menghasilkan warna hijau dan senyawa tanin yang memberikan warna kuning kejinggaan. Warna hijau dapat menyerap warna cahaya ungu (400-435 nm) sedangkan warna kuning kejinggaan dapat menyerap warna cahaya biru (435-490 nm) (Kumara, dkk, 2012: 5).

Peneliti telah mendapatkan efisiensi konversi energi yang lebih baik pada turunan *dyes klorofil* (zat pewarna dari klorofil) tersebut karena memiliki gugus *carboxylate* (Wang, dkk, 2007: 4). Berbagai penelitian tentang DSSC terus dikembangkan untuk menghasilkan efisiensi yang baik dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik alternatif pada masa mendatang. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar efisiensi yang dihasilkan dari penggunaan ekstrak buah dan daun sirsak pada *Dye Sensitized Solar Cell*.

## 2. METODE PENELITIAN

Langkah kerja meliputi persiapan alat dan bahan. Alat yang akan digunakan pada proses ekstraksi seperti alat-alat gelas dicuci dengan Alkohol sampai bersih lalu dikeringkan. Kaca ITO dibersihkan dengan Alkohol untuk menghilangkan material lain yang menempel pada kaca, setelah itu dikeringkan dan diukur resistansinya menggunakan multimeter untuk membandingkannya dengan harga pustakanya. Selanjutnya, sampel daun dan buah sirsak masing diekstraksi sehingga diperoleh ekstrak kental. Proses Ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi yaitu menggunakan etanol sebagai pelarut. Proses pemekatan sampel dilakukan dengan cara destilasi.

Pembuatan elektoda kerja dilakukan dengan metode Doctor blade. Sebelum melakukan pendeposisian terlebih dahulu membuat pasta  $\text{TiO}_2$ . Bubuk  $\text{TiO}_2$  dilarutkan dengan Aquades kemudian dididihkan. Larutan  $\text{TiO}_2$  diendapkan lalu disaring hingga terbentuk pasta. Pada metode Doctor Blade, sisi konduktif kaca ITO yang berukuran  $2 \times 2$  cm dibentuk area pendeposisian  $\text{TiO}_2$  berukuran  $1,5 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm}$  diatas permukaan kaca konduktif. Lapisan yang terbentuk disintering diatas kompor listrik selama 30 menit pada suhu  $450^\circ\text{C}$ . Lapisan yg telah disintering, kemudian direndam pada ekstrak daun sirsak dan yang lainnya direndam pada ekstrak buah sirsak dalam cawan petri masing-masing 24 jam dalam ruangan gelap.

Pembuatan Lapisan Elektroda Karbon (Elektroda Pembanding) dilakukan dengan cara membakar Kaca ITO pada lilin hingga salah satu permukaannya terlapisi karbon. Pada sisi kaca yang terlapisi karbon dibersihkan dan dibuat batasan hingga luasannya seperti pada elektro kerja.

Pembuatan Larutan Elektrolit yaitu dengan melarutkan KI padatan sebanyak 3 gram dengan Larutan Iodine sebanyak 3 mL ke dalam gelas ukur sampai homogen kemudian dimasukkan kedalam spoid. Elektroda kerja dan elektroda karbon disusun secara *offside*. Kedua sisinya dijepit dengan menggunakan penjepit kertas kemudian ditetesi larutan elektrolit pada sela-sela elektroda kerja dan elektroda karbon hingga merata dan dijepit kembali. Perangkat sel surya DSSC yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** Bagian sisi DSSC yang dijepit  
(a) sampel buah sirsak (b) sampel daun sirsak

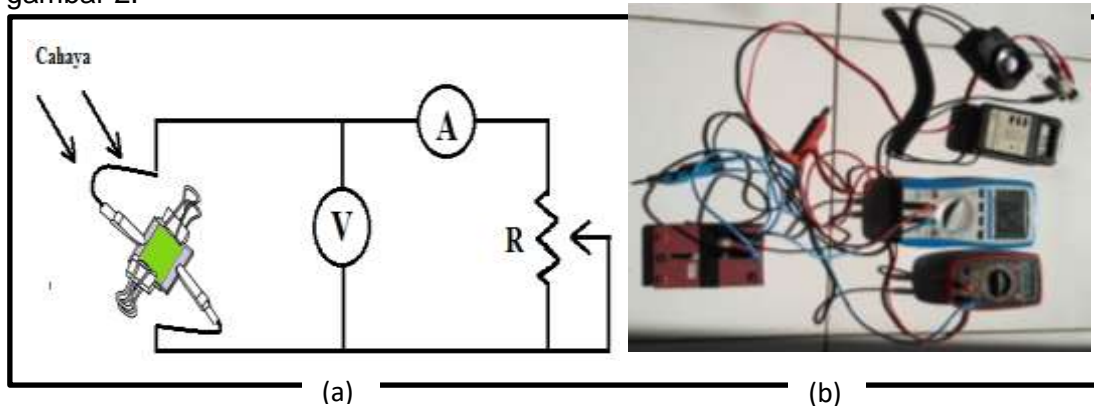
### Uji UV-Vis

Pengujian UV-Vis pada penelitian ini menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (UV-2600 Shimadzu). Sebelum melakukan pembacaan, alat tersebut dikalibrasi dengan memasukkan pelarut (etanol 96%) pada kuvet kemudian pelarut tersebut

dikalibrasi menjadi nol. Kedua ekstrak daun dan buah sirsak masing-masing diencerkan dan dimasukkan ke dalam kuvet kemudian dilakukan analisa UV-Vis.

### Uji Arus dan Tegangan

Pengujian DSSC dilakukan dengan mengukur arus dan tegangannya menggunakan multimeter. Sebelum mengukur arus dan tegangan, kedua sisi elektroda pada DSSC dijepit dengan penjepit buaya, kemudian dirangkai seperti gambar 2.



**Gambar 2.** (a) Rangkaian uji arus dan tegangan DSSC (b) foto rangkaian uji

Pada rangkaian tersebut digunakan Potensiometer yang diputar sehingga hambatannya bervariasi dari  $0 \Omega$  hingga hambatan maksimum. Indikator lainnya yang perlu diukur yaitu intensitas cahaya diukur dengan Lux meter dan suhu diukur dengan Termokopel. Sumber cahaya diarahkan tegak lurus terhadap permukaan sel. Pengujian dilakukan dengan sumber cahaya matahari.

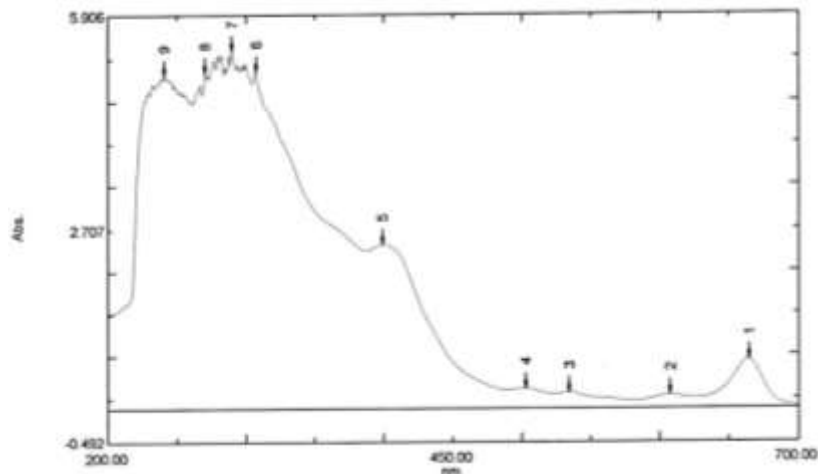
### Uji SEM (Scanning Electron Microscopy)

Kaca ITO (*Indium Tin Oxide*) dipotong dengan ukuran yang kemudian dibersihkan dengan menggunakan etanol, lalu dilap dengan menggunakan *tissue* sampai kering, kemudian diukur resistansinya dengan menggunakan multimeter. Pasta  $TiO_2$  dideposisikan dengan metode *doctor blade*. Setelah itu disintering dengan menggunakan kompor listrik sampai pada temperatur  $450 \text{ }^\circ\text{C}$  selama 30 menit. Setelah disintering sampel kemudian direndam ke dalam *dye* dan didiamkan selama 24 jam. Setelah itu, diangkat dengan menggunakan pinset lalu sisi kaca dibersihkan dengan menggunakan *tissue*, kemudian sampel dimasukkan pada alat pengujian SEM (*Scanning Electron Microscopy*).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nilai Absorbansi dan Panjang Gelombang *Dye* dari Ekstrak Daun dan Buah Sirsak

Nilai absorbansi dan panjang gelombang *dye* dari daun sirsak dapat dilihat dari gambar 3 berikut.



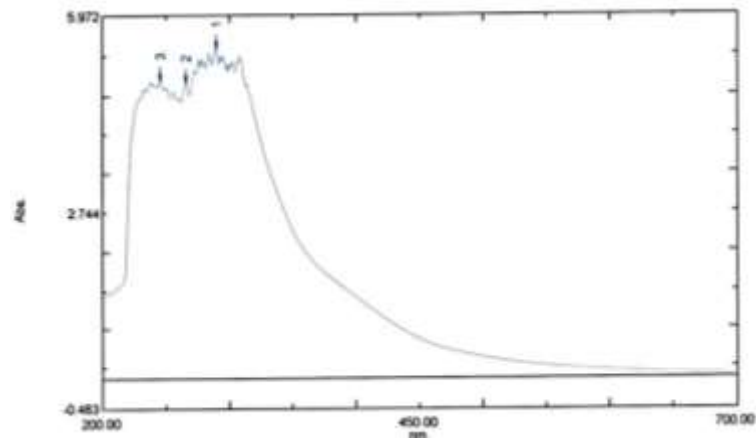
**Gambar 3.** Grafik hasil analisa UV-Vis zat warna dari ekstrak daun sirsak

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang. Pada grafik tersebut terdapat sembilan puncak absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Penyerapan maksimum berada pada daerah UV (*Ultra Violet*) yaitu pada panjang gelombang 290 nm dengan absorbansi 5,373. Selain itu, puncak penyerapan panjang gelombang yang lainnya pada daerah UV yaitu 241 nm, 270,5 nm, 307 nm, dan 399,5 nm. Sedangkan untuk daerah visibel (cahaya tampak) yaitu 502,5 nm, 534,5 nm, 607,5 nm dan 664,5 nm. Nilai absorbansi dari beberapa puncak panjang gelombang tersebut dapat dilihat pada pada tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Nilai absorbansi dan panjang gelombang dari ekstrak daun sirsak

No.	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
1.	664,50	0,725
2.	607,50	0,204
3.	534,50	0,250
4.	502,50	0.308
5.	399,50	2,477
6.	307,00	5,074
7.	290,00	5,373
8.	270,50	5,061
9.	241,00	5,016

Data hasil Analisa Spektrofotometer UV-Vis buah sirsak dapat dilihat dari gambar 4 berikut.



**Gambar 4.** Grafik hasil analisa UV-Vis zat warna dari ekstrak buah sirsak

Pada grafik tersebut terdapat tiga puncak absorpsi yang hanya terdapat pada daerah UV, yaitu pada panjang gelombang 289,5 nm, 266,0 nm dan 245,5 nm. Penyerapan maksimum berada pada panjang gelombang 289,5 nm dengan absorpsi 5,434. pada hasil pembacaan UV-Vis zat warna dari ekstrak buah sirsak ini menunjukkan tidak terdapat penyerapan pada daerah Visibel. Nilai absorpsi dari beberapa puncak panjang gelombang tersebut dapat dilihat pada pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Nilai absorpsi dan panjang gelombang dari buah sirsak

No.	Panjang Gelombang (nm)	Absorpsi
1.	289,50	5,434
2.	266,00	4,885
3.	245,50	4,929

#### **Nilai Arus dan Tegangan beserta Indikator Intensitas dan Suhu pada Sel Surya DSSC Zat Warna Ekstrak Daun dan Buah Sirsak**

Sebelum melakukan pengukuran arus dan tegangan, perangkat DSSC yang tersensitisasi zat warna dari ekstrak daun dan buah sirsak dirangkai secara seri dengan amperemeter dan potensiometer dan dirangkai secara paralel dengan voltmeter. Pengujian dilakukan pada cahaya matahari, pengukuran dilakukan dengan memutar potensiometer secara perlahan dari hambatan nol hingga hambatan maksimum, sehingga diperoleh nilai arus dan tegangan yang bervariasi. Selain mengukur arus dan tegangan, juga dilakukan pengukuran terhadap intensitas penyorotan dan suhu lingkungan sebagai indikator. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3.** Nilai arus dan tegangan beserta indikator intensitas dan suhu pada sel surya DSSC zat warna ekstrak daun dan buah sirsak, A: 2,25 cm<sup>2</sup>

No.	Ekstrak	V <sub>maks</sub> (mV)	I <sub>maks</sub> (mA)	V <sub>oc</sub> (mV)	I <sub>sc</sub> (mA)	E (Lux)	T (°C)	Pukul (WITA)
1	Daun Sirsak	45,0	0,0520	737	0.098	99400	30	12.03
2	Buah Sirsak	162	0,0810	293	0.134	82900	36	12.09

**Nilai Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell* dengan Menggunakan Dye dari Ekstrak Daun dan Buah Sirsak**

Efisiensi ( $\eta$ ) atau persentase konversi daya (PCE) sel surya zat warna ekstrak daun dan buah sirsak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

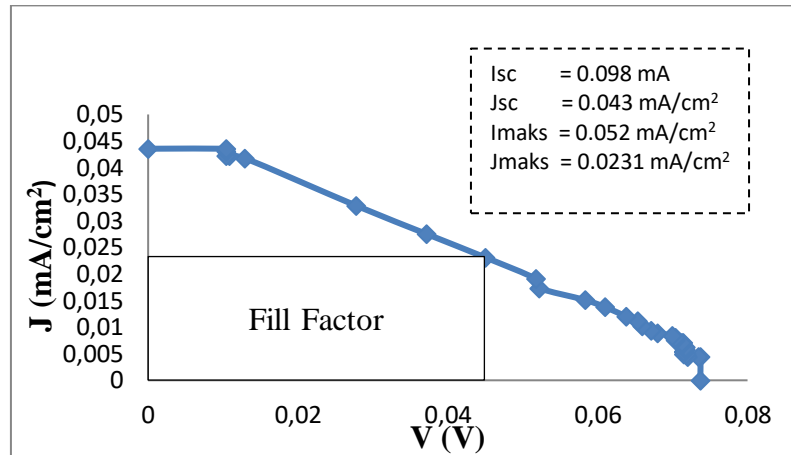
$$PCE = \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% = \frac{J_{sc} V_{oc} FF}{I_0} \times 100 \% \quad (1)$$

sehingga diperoleh hasil perhitungan seperti pada tabel 4. berikut.

**Tabel 4.** Hasil analisis efisiensi sel surya DSSC zat warna ekstrak daun dan buah sirsak

No.	Ekstrak	V <sub>oc</sub> (V)	J <sub>sc</sub> (mA/cm <sup>2</sup> )	FF	P <sub>maks</sub> (mW/cm <sup>2</sup> )	$\eta$ (%)
1	Daun Sirsak	0,0737	0,043556	0,323983	0,001040	0,001040
2	Buah Sirsak	0,2930	0,059556	0,334216	0,005832	0,005832

Pengujian arus dan tegangan pada perangkat DSSC yang tersensitisasi zat warna dari ekstrak daun sirsak dilakukan pada pukul 12.03 WITA pada suhu rata-rata 30°C. Hasil pengukuran arus dan tegangan dapat dilihat pada gambar 5 berikut.

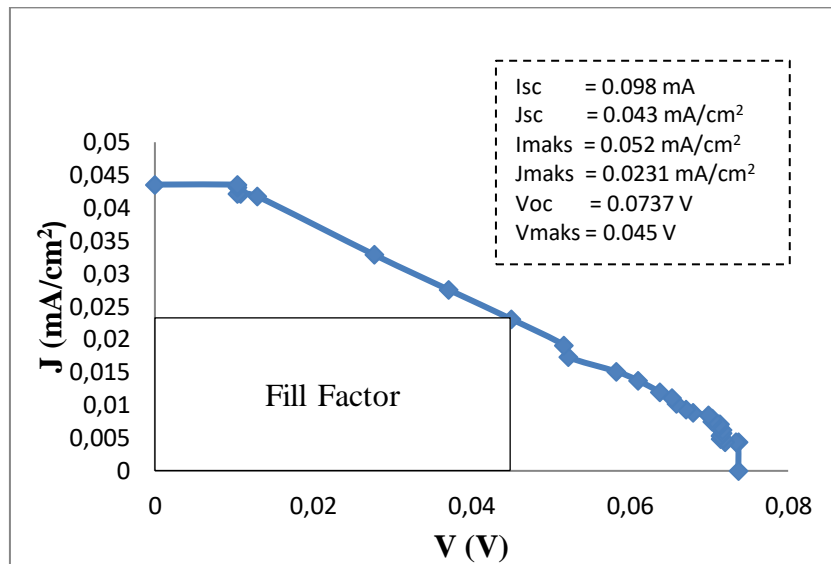


**Gambar 5.** Kurva hubungan J-V daun sirsak

Pada gambar 5 menunjukkan hubungan J-V daun sirsak. Arus *short circuit* ( $I_{sc}$ ) yaitu arus pada saat hambatan pada potensiometer bernilai nol dihasilkan sebesar 0,098 mA sehingga rapat arus *short circuit* ( $J_{sc}$ ) sebesar 0.043556 mV/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada saat hambatan maksimum dihasilkan tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ) sebesar 73,7 mV. Tegangan maksimum ( $V_{maks}$ ) yang dihasilkan sebesar 45,00 mV sedangkan arus maksimum ( $I_{maks}$ ) yang dihasilkan sebesar 0,052 mA pada intensitas penyinaran 99400 Lux sehingga diperoleh luasan persegi paling besar (*Fill Factor*) bernilai 0,323983 sehingga daya maksimum ( $P_{maks}$ ) yang dihasilkan sebesar 0,001040 mW/cm<sup>2</sup>. Efisiensi diperoleh dari persen perbandingan daya maksimum dengan daya radiasi matahari rata-rata ( $P_{cahaya}$ ) sebesar 100 mW/cm<sup>2</sup>, sehingga dihasilkan efisiensi sebesar 0,001040 %.

Pengujian arus dan tegangan juga dilakukan pada perangkat DSSC menggunakan zat warna dari ekstrak buah sirsak. Pengukuran ini dilakukan pada pukul 12.09 WITA pada suhu rata-rata 36°C. Hasil pengukuran arus dan tegangan dapat dilihat pada gambar 6 berikut.





**Gambar 6.** Kurva hubungan J-V buah sirsak

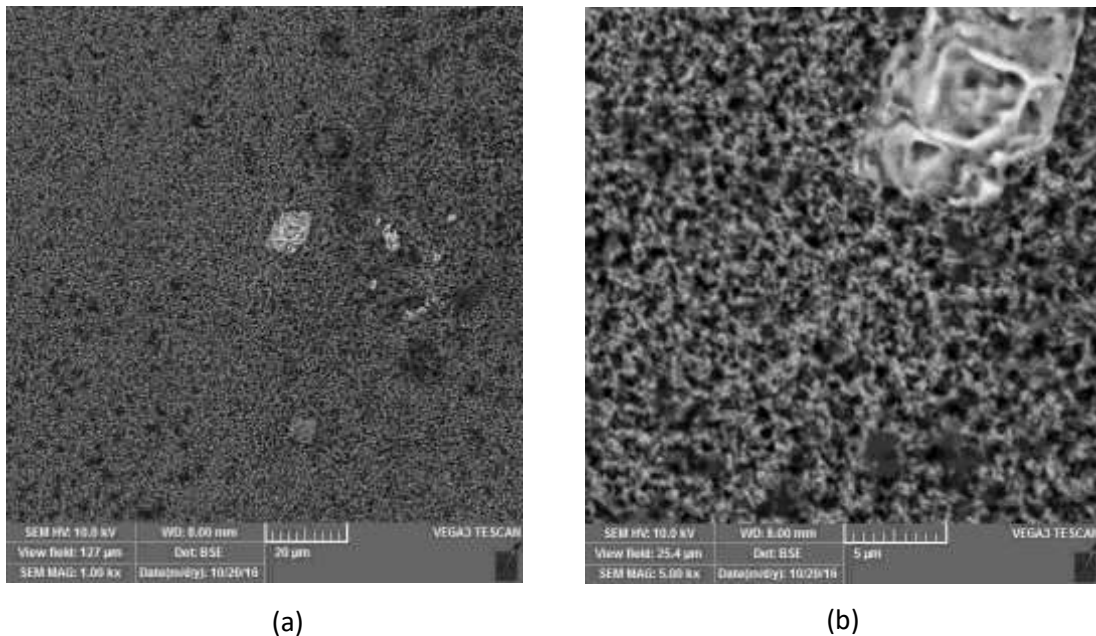
Pada gambar 6 menunjukkan hubungan J-V buah sirsak. Arus *short circuit* ( $I_{sc}$ ) yang dihasilkan sebesar 0,134 mA sehingga rapat arus *short circuit* ( $J_{sc}$ ) sebesar 0,081 mA/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada saat hambatan maksimum dihasilkan tegangan *open circuit* ( $V_{oc}$ ) sebesar 293 mV. Tegangan maksimum ( $V_{maks}$ ) yang dihasilkan sebesar 162 mV sedangkan arus maksimum yang dihasilkan sebesar 0,059556 mA dengan intensitas penyorotan 829000 lux sehingga diperoleh luasan persegi paling besar (*Fill Factor*) bernilai 0,334216 dan daya maksimum ( $P_{maks}$ ) yang dihasilkan sebesar 0,005832 mW/cm<sup>2</sup> sehingga efisiensi yang dihasilkan sangat kecil yaitu 0,005832 %.

Efisiensi sampel buah sirsak lebih tinggi dibandingkan dengan sampel daun sirsak. Meskipun pada pengujian spektrofotometer UV-Vis, puncak penyerapan panjang gelombang yang paling banyak adalah daun sirsak yaitu pada daerah UV dari rentang 241,0 nm – 399,5 nm sedangkan untuk daerah *Visible* 502,5 nm – 664,5 nm, penyerapan panjang gelombang tertinggi terdapat pada 290 nm dengan absorbansi sebesar 5,373. Sedangkan sampel dari ekstrak buah sirsak puncak penyerapan panjang gelombang hanya terdapat pada daerah UV dari rentang 245,5 nm – 289,5 nm, penyerapan panjang gelombang tertinggi terdapat pada 289,5 nm dengan absorbansi sebesar 5,434. Hal ini diduga karena pada buah sirsak mengandung glukosa terutama fruktosa yang merupakan zat optik aktif. Zat optik aktif dapat membelokkan cahaya yang masuk pada perangkat DSSC sehingga cahaya tidak terpantul kembali melainkan terpantul ke arah yang lain yang membuat cahaya terjebak di dalam perangkat DSSC. Hal ini akan membuat foton lebih banyak terserap oleh *dye* sehingga dapat meningkatkan efisiensi. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk *dye* dari ekstrak buah sirsak. Hasil tersebut memiliki nilai yang berbeda dengan beberapa hasil riset yang telah kami lakukan sebelumnya, seperti dengan menggunakan cabe (MS Maming dkk, 2017), menggunakan terong (Risnah dkk, 2018), menggunakan daun pacar kuku (Lahsmin dkk, 2018), menggunakan buah pare (Ramadani dkk, 2019), dan menggunakan tumbuhan putri malu (Iswadi dkk, 2019).

Hal lain yang dapat mempengaruhi stabilitas sel surya DSSC pada penelitian ini adalah penambahan elektrolit. Penambahan larutan elektrolit dapat memperlancar proses pergantian elektron yang tereksitasi. Akan tetapi, penambahan elektron yang dilakukan secara rutin tidak terlalu bagus karena dapat menyebabkan lapisan karbon terkikis yang dapat merusak perangkat DSSC.

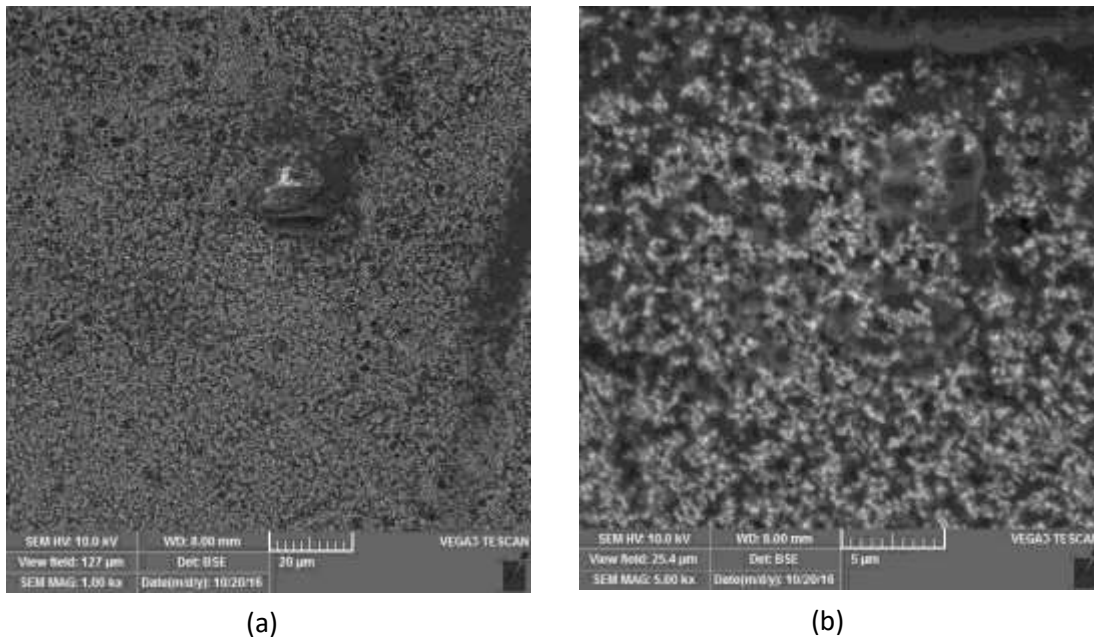
### Morfologi dari Permukaan $\text{TiO}_2$ yang Terlapisi Dye dari Ekstrak Daun dan Buah Sirsak

Morfologi dari permukaan  $\text{TiO}_2$  yang terlapisi dye dapat diamati dengan melakukan uji SEM. Pengujian ini menggunakan alat SEM tipe *Vega3 Tescan*. Pengujian dilakukan pada masing-masing sampel yaitu  $\text{TiO}_2$  yang dilipisi dye dari ekstrak daun dan buah sirsak. Hasil pengujian SEM pada daun sirsak dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



**Gambar 7.** Morfologi permukaan  $\text{TiO}_2$  yang dilapisi zat warna dari ekstrak daun sirsak pada perbesaran (a) skala 20  $\mu\text{m}$  dan (b) skala 5  $\mu\text{m}$

Pada gambar 7(a) yaitu perbesaran skala 20  $\mu\text{m}$  menunjukkan penyebaran lapisan  $\text{TiO}_2$  dan dye kurang merata. Hal ini diduga karena teknik pelapisan  $\text{TiO}_2$  yang kurang baik. Setelah gambar diperbesar pada skala 5  $\mu\text{m}$  seperti gambar 7(b) dapat terlihat dengan jelas banyaknya celah pada permukaan  $\text{TiO}_2$  yang tidak berikatan dengan zat warna dari ekstrak daun sirsak. Hal ini memberikan kontribusi terhadap nilai efisiensi solar sel karena semakin banyak dye yang berikatan dengan  $\text{TiO}_2$ , implikasinya akan menaikkan jumlah cahaya yang terserap. Selain itu, pada gambar 7 terdapat zat berwarna putih menggumpal yang ukurannya lebih besar dari yang lainnya. Zat tersebut diduga sebagai pengotor yang dapat menghambat efektivitas solar sel. Hasil pengujian SEM pada buah sirsak dapat dilihat pada gambar 8 berikut.



**Gambar 8.** Morfologi permukaan  $\text{TiO}_2$  yang dilapisi zat warna dari ekstrak daun sirsak pada perbesaran (a) skala  $20\ \mu\text{m}$  dan (b) skala  $5\ \mu\text{m}$

Pada gambar 8 menunjukkan morfologi sampel buah sirsak hampir sama dengan sampel buah sirsak, tetapi jika dilihat secara seksama pada gambar 8(a) dengan perbesaran skala  $20\ \mu\text{m}$ , penyebaran lapisan  $\text{TiO}_2$  dan dye pada sampel buah sirsak lebih merata jika dibandingkan dengan sampel daun sirsak. Selain itu, pada gambar 8(b) dengan perbesaran skala  $5\ \mu\text{m}$  dapat terlihat jumlah dye yang berikatan dengan  $\text{TiO}_2$  dari sampel buah sirsak lebih banyak dibandingkan dengan sampel daun sirsak. Penyebaran lapisan  $\text{TiO}_2$  dan jumlah dye yang terikat pada  $\text{TiO}_2$  merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi DSSC.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) dari penggunaan ekstrak daun sirsak adalah sebesar 0,00104% dengan spektrum serapan dye pada daerah UV dari rentang 241 nm – 399,5 nm sedangkan untuk daerah *Visible* 502,5 nm – 664,5 nm, penyerapan panjang gelombang tertinggi terdapat pada 290 nm dengan absorbansi sebesar 5,373. Sedangkan untuk sampel buah sirsak adalah yaitu sebesar 0,005832% dengan spektrum serapan dye hanya terdapat pada daerah UV dari rentang 245,5 nm – 289,5 nm, penyerapan panjang gelombang tertinggi terdapat pada 289,5 nm dengan absorbansi sebesar 5,434. Efisiensi dye dari ekstrak buah sirsak lebih tinggi dari daun sirsak. Efisiensi yang dihasilkan DSSC dengan dye dari ekstrak daun dan buah sirsak pada penelitian ini masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan dye dari sampel lain pada penelitian yang sudah ada, sehingga penelitian ini masih perlu dikembangkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Dewi, Ariane Prestysiana, Gunawan, Abdul Haris k. 2010. *Pengaruh Pelarut methanol-asam asetat-air terhadap efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*.
- Gratzel, M dan O'regan. 1991. *A Low-Cost, High Efficiency Solar Cell Based On Dye-Sensitized Colloidal TiO<sub>2</sub> Films*. Jurnal of Nature Vol. 353, Issue 63466, 737. Switserlad : Swiss Federal institute of Technology. Kartini, S. Wahyuningsih, T. D. Wahyuningsih, dan Chotimah. 2008. *Ekstrak Klorofil Alga Sebagai Sensitizer Sel Surya Titania Tersensitasi Pigmen Alga (TIPA)*. Yogyakarta: LPPM UGM.
- IA Risnah, A Aisyah, I Iswadi, J Saokani. 2018. The Photosensitizer from the Basic Dye Extract of the Skin Fruit of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Al-Kimia* 6 (1), 1-9.
- I Patunrengi, A Aisyah, S Sahara, N Fuadi, A Ardian. 2019. A new study of dye-sensitized solar cell from the extract of leaf, fruit, and mix of *Mimosa pudica* Linn. 1st International Conference on Science and Technology, ICOST 2019.
- Kumara, Maya Sukma Widya, Drs. Gontjang Prajitno, M.Si. 2012. *Studi awal Fabrikasi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dengan Menggunakan Ekstraksi Daun Bayam (Amaranthus hybridus L.) Sebagai Dye Sensitizer dengan Variasi Jarak Sumber Cahaya pada DSSC*. Jurusan Fisika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- MS Maming, A Aisyah, S Suriani, I Iswadi. 2017. Photosensitizer dari Fraksi Metanol: N-Heksana Buah Cabe Merah (*Capsicum Annum* L.). *Al-Kimia* 5 (1), 31-38.
- Shektivel, S, dkk. 2015. Dye Sensitized Solar cell and fabrication using lawsonia inermis.
- Suranto, A. 2011. *Dahsyatnya Sirsak tumpas penyakit*. Jakarta : Pustaka Bunda, 2011.
- Wang Song, Wu Xiaohong, Qin Wei, Jiang Zhaohua. 2007. *TiO<sub>2</sub> films prepared by micro-plasma oxidation method for dye-sensitized solar cell*. *Elektrochimia Acta* 53. China : Institute of Plasma physics, Chinese Academy of Sciences.
- WF Ramadhani, I Iswadi. 2019. A Natural Dye-Sensitized from Pare (Bitter Gourd) Leaves Extracts for Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC). *Al-Kimia* 7 (1), 17-24.
- YK Lahsmin, I Iswadi, A Aisyah, R Rahmaniah. 2018. Pengaruh Konsentrasi Pigmen Warna dari Daun Pacar Kuku (*Lawsonia Inermis* L.) Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). *Teknosains: Media Informasi Sains Ddn Teknologi* 12 (2).
- Zhou, Huizhi, LiqiongWu, Yurong Gao, Tingli Ma. 2011. *Dye-sensitized solar cells using 20 natural dyes as sensitizers*. *Journal of Photochemistry and Photobiology A*. China : Dalian University of Technology.