

SKRIPSI

DYE SENSITIZED SOLAR CELL DENGAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) SEBAGAI PEMEKA CAHAYA

***DYE SENSITIZED SOLAR CELL WITH THE EXTRACT OF
RED DRAGON FRUIT (*Hylocereus polyrhizus*) PEEL
AS PHOTORESPECTIZER***



**Silfia Desima Windi
05121002006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017**

SUMMARY

SILFIA DESIMA WINDI. Dye Sensitized Solar Cell with Extract of Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Peel as Photosensitizer (Supervised by **TAMRIN LATIEF** and **FILLI PRATAMA**).

The objective of this research was to determine the performance of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) by using extract of red dragon fruit as photosensitizer on various thicknesses of TiO₂ paste and distance from light source. The research was conducted from December 2016 until March 2017 at the Laboratory of Chemistry of Agricultural Product, and Laboratory of Energy and Electrification, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, University of Sriwijaya. This research consisted of three stages: preparation of DS_{CC} structure, arrangement and assembly of DSSC sandwich, and performance analysis. The research used work electrode and counter electrode of capacitive touch screen (Tablet Mito T 500) with conductivity between 0.73 kΩ and 9.6 kΩ. The thickness of TiO₂ based on the numbers layer of masking tape (2, 3, 4, 5 and 6 layers) and the distance from light source were 10, 20 and 30 cm. The parameters observed were spectral absorbance of dye extracted from red dragon fruit peel, the characteristics of current and voltage (I-V), power, fill factor and efficiency of DSSC. The amount of anthocyanin in dye was 1.535 %. The analysis of electrical characteristic showed that DSSC with three layers masking tape at the distance of 10 cm from light source gave the best performance with V_{oc}, I_{sc}, V_{max}, I_{max}, P_{max}, FF, and efficiency of 245 mV; 0.0271 mA; 37.1 mV; 0.0213 mA; 0.7902 mW; 0.1190 and 0.2182 %, respectively. DSSC with six layers of masking tape at the distance of 30 cm from light source showed the lowest performance with V_{oc}, I_{sc}, V_{max}, I_{max}, P_{max}, FF, and efficiency of 22 mV; 0.0015 mA; 8 mV; 0.0004 mA; 0.0032 mW; 0.0970 dan 0.0093 %, respectively.

RINGKASAN

SILFIA DESIMA WINDI. *Dye Sensitized Solar Cell* dengan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Pemeka Cahaya (Dibimbing oleh **TAMRIN LATIEF** dan **FILLI PRATAMA**).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (*DSSC*) dengan ekstrak kulit buah naga merah sebagai pemeka cahaya pada ketebalan pasta TiO_2 dan jarak sumber cahaya yang berbeda. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2016 sampai dengan Maret 2017 di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian dan Laboratorium Energi dan Elektrifikasi Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu: persiapan struktur *DSSC*; penyusunan dan perangkaian *DSSC*; dan pengujian *DSSC*. Elektroda kerja dan pembanding pada penelitian ini menggunakan kaca *capacitive touch screen* (Tab Mito T 500) yang memiliki resistensi antara 0,73 k Ω sampai 9,6 k Ω . Perlakuan pada *DSSC* meliputi variasi ketebalan pasta TiO_2 yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6 lapis selotip dengan beberapa variasi jarak lampu yaitu 10 cm, 20 cm dan 30 cm. Parameter yang diamati meliputi nilai absorbansi ekstrak *dye* kulit buah naga merah, karakteristik arus dan tegangan (I-V), daya, *fill factor* dan efisiensi *DSSC*. Hasil analisa kadar antosianin kulit buah naga merah sebesar 1,535 %. Hasil pengukuran karakteristik kelistrikan menunjukkan *DSSC* dengan tiga lapis selotip pada jarak 10 cm dari sumber cahaya menghasilkan kinerja terbaik dengan nilai V_{oc} , I_{sc} , V_{max} , I_{max} , P_{max} , FF , dan efisiensi berturut-turut adalah 245 mV; 0,0271 mA; 37,1 mV; 0,0213 mA; 0,7902 mW; 0,1190 dan 0,2182 %. *DSSC* dengan enam lapis selotip pada jarak 30 cm dari sumber cahaya menghasilkan kinerja terendah dengan nilai V_{oc} , I_{sc} , V_{max} , I_{max} , P_{max} , FF , dan efisiensi berturut-turut adalah 22 mV; 0,0015 mA; 8 mV; 0,0004 mA; 0,0032 mW; 0,0970 dan 0,0093 %.

SKRIPSI

DYE SENSITIZED SOLAR CELL DENGAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) SEBAGAI PEMEKA CAHAYA

**DYE SENSITIZED SOLAR CELL WITH THE EXTRACT OF
RED DRAGON FRUIT (*Hylocereus polyrhizus*) PEEL
AS PHOTOSENSITIZER**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian**



**Silfia Desima Windi
05121002006**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DYE SENSITIZED SOLAR CELL DENGAN EKSTRAK KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) SEBAGAI PEMEKA CAHAYA

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh :

**Silfia Desima Windi
05121002006**

Pembimbing I

**Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief
NIP. 196309181990031004**

Indralaya, 10 Mei 2017

Pembimbing II

**Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D
NIP. 196606301992032002**



Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian

**Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP. 196012021986031003**

Skripsi dengan judul “*Dye Sensitized Solar Cell* dengan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Pemeka Cahaya” oleh Silfia Desima Windi telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 8 Mei 2017 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

- | | | |
|--|------------|--------------------------|
| 1. Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief
NIP. 19630918 199003 1 004 | Ketua | (<i>Tamrin</i>) |
| 2. Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D
NIP. 19660630 199203 2 002 | Sekretaris | (<i>Filli Pratama</i>) |
| 3. Ir. Haisen Hower, M.P.
NIP. 19661206 199403 1 003 | Anggota | (<i>Haisen Hower</i>) |
| 4. Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr.
NIP. 19610705 198903 1 006 | Anggota | (<i>Endo</i>) |
| 5. Friska Syaiful, S.TP., M.Si
NIP. 19750206 200212 2 002 | Anggota | (<i>Friska</i>) |

Indralaya, 10 Mei 2017

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP. 196012021986031003

A handwritten signature in blue ink.

Hilda Agustina, S.TP., M.Si.
NIP. 197708232002122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

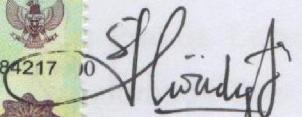
Nama : Siltia Desima Windi
NIM : 05121002006
Judul : *Dye Sensitized Solar Cell dengan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (Hylocereus polyrhizus) sebagai Pemeka Cahaya*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing I dan pembimbing II, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Mei 2017


(Siltia Desima Windi)

RIWAYAT HIDUP

SILFIA DESIMA WINDI. Lahir pada tanggal 05 Desember 1994, di Desa Margo Bhakti, Kecamatan Mesuji Induk, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Putri dari pasangan Bapak Darul Kutni, SP. dan Ibu Sakdiah, S.Pd.i.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar pada tahun 2006 di SD Negeri 9 Margo Bhakti, kemudian menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama pada tahun 2009 di SMPN 2 Teluk Gelam dan menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 2 Kayu Agung pada tahun 2012 jurusan Ilmu Pengetahuan Alam. Sejak tahun 2012, penulis tercatat menjadi mahasiswa di Program Studi Teknik Pertanian (TP), Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya melalui SNMPTN jalur undangan.

Pada tahun 2013/2014 penulis dipercaya menjadi salah satu pengurus Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA), Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya selaku Bendahara Departemen Kerohanian dan aktif dalam organisasi kemuslimahan *chapter* kampus Unsri. Penulis juga telah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Universitas Sriwijaya pada tahun 2015 dengan tema mesin penetas telur otomatis di Desa Arisan Jaya, Kecamatan Pemulutan Barat, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan dan Praktik Lapangan dengan judul “Pengolahan Kotoran Sapi Menjadi Gas Bio di Kelompok Tani Sido Mulyo, Desa Suka Sari, Kecamatan Mesuji Raya, Ogan Komering Ilir”.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT pencipta sekaligus pengatur kehidupan, alam semesta dan manusia, telah memberikan kelancaran dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Dye Sensitized Solar Cell* dengan Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai Pemeka Cahaya. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Pembimbing, Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief dan Ibu Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D yang telah memberikan pengarahan, saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini. Demikian pula kepada orangtua, teman-teman jurusan Teknologi Pertanian, sahabat seperjuangan yang telah membantu, memberikan semangat dan dukungan baik dalam hal moril maupun materil selama menempuh pendidikan S1 ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, untuk itu dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran yang dapat memperkaya khasanah skripsi agar menjadi lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, Mei 2017

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pelaksanaan penelitian ini tidak lepas dari semua bantuan serta dukungan dari sahabat, teman, keluarga serta dosen pembimbing dan penguji. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
3. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
4. Ketua Program Studi Teknik Pertanian dan Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian. Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin Latief selaku dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing skripsi pertama yang telah memberikan banyak waktu, arahan, bantuan, bimbingan, motivasi, serta nasihat kepada penulis dari awal menjadi mahasiswa S1 hingga selesai.
6. Ibu Prof. Ir. Filli Pratama, M.Sc. (Hons), Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang telah memberikan banyak waktu, arahan, bantuan, bimbingan, motivasi, serta nasihat kepada penulis dari awal perencanaan penelitian hingga penelitian ini selesai.
7. Bapak Ir. Haisen Hower, M.P., Ir. Endo Argo Kuncoro, M.Agr., dan Ibu Friska Syaiful, S.TP., M.Si yang telah bersedia menjadi dosen penguji dan pembahas makalah hasil penelitian serta bersedia memberikan masukan, bimbingan, kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik dan membagi ilmunya kepada penulis dengan penuh kesabaran.
9. Staf Administrasi Akademik serta Analis Jurusan Teknologi Pertanian atas semua bantuan dan kemudahan yang diberikan.
10. Kedua orang tua (Mama, Papa), adik-adik (Putri, Mia), serta keluarga besar yang selalu memberikan semangat, dukungan, perhatian dan kepercayaan serta bantuan yang tidak dapat penulis ceritakan satu persatu.

11. Teman satu topik penelitian, Rima Novazianti dan teman satu bimbingan akademik Lindri Fiamelda, Muhammad Ash Shiddiqi, Siti Syahra dan Ahmad Sidik yang telah banyak memberikan bantuan dan motivasi.
12. Teman satu rumah Ratna Juwita, Kak Ros dan Fitria, serta teman seperjuangan di tanah rantau Ela, Sinta, Yanti, Febri, Rotua, Possy, Irma yang senantiasa berbagi banyak hal.
13. Rekan-rekan program studi Teknik Pertanian 2012, Teknologi Hasil Pertanian 2012, kakak tingkat (2009, 2010, 2011), adik tingkat (2013, 2014, 2015 dan 2016) terutama Linda, Peti, Pina yang telah membantu dan bersama-sama selama penelitian dan menempuh pendidikan S1.
14. Sahabat-sahabat Indralaya Ekha, Muro'ah, Tiwi, Ima, Fitria Azzam, Risma, Dewi, Susan, Peha, Mia, serta adik-adikku Badria, Dijah, Sakinah, Lia, Desi, Indah, Elzi, Sirli, Ririn dan Aisyah yang rela menjadi tempat berbagi kesibukan dan tukar fikiran.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dengan segala kerendahan hati dan ketulusan, penulis persembahkan skripsi ini dengan harapan agar bermanfaat bagi kita semua, terutama bagi pihak yang membutuhkan.

Indralaya, Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Hipotesis.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Sel Surya	4
2.2. <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>	5
2.3. Komponen Penyusun <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>	5
2.4. Prinsip Kerja <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>	10
2.5. Kulit Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>).....	11
2.6. Kinerja <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>	12
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	16
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Metode Penelitian.....	17
3.4. Cara Kerja Penelitian	17
3.5. Parameter Penelitian.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1. Absorbansi Ekstrak <i>Dye</i> Kulit Buah Naga Merah	24
4.2. Kurva Karakteristik Arus dan Tegangan (I-V)	26
4.3. Daya	45
4.4. Efisiensi.....	46
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	49

5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Kurva karakteristik I-V	14
3.1. Luas lapisan pasta TiO ₂	19
3.2. Luas lapisan karbon pada elektroda pembanding	20
4.1. Absorbansi ekstrak kulit buah naga merah	26
4.2. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 1</i>	30
4.3. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 2</i>	31
4.4. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 3</i>	32
4.5. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 4</i>	33
4.6. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 5</i>	34
4.7. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 6</i>	35
4.8. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 7</i>	36
4.9. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 8</i>	37
4.10. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 9</i>	38
4.11. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 10</i>	39
4.12. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 11</i>	40
4.13. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 12</i>	41
4.14. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 13</i>	42
4.15. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 14</i>	43
4.16. Kurva karakteristik I-V <i>DSSC 15</i>	44
4.17. Daya <i>output</i> (P_{out}) <i>DSSC</i>	45
4.18. Efisiensi <i>DSSC</i>	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1. Karakteristik kelistrikan <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> dari ekstrak kulit buah naga merah	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Diagram alir penelitian.....	56
2. Data pengujian absorbansi ekstrak kulit buah naga merah	57
3. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 1	58
4. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 2	59
5. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 3	60
6. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 4	61
7. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 5	62
8. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 6	63
9. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 7	64
10. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 8	65
11. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 9	66
12. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 10	67
13. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 11	68
14. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 12	69
15. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 13	70
16. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 14	71
17. Data pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> 15	72
18. Data pengukuran intensitas cahaya lampu halogen	73
19. Hasil analisa kadar antosianin kulit buah naga merah	74
20. Perhitungan daya, <i>fill factor</i> dan efisiensi <i>DSSC</i>	75
21. Dokumentasi penelitian.....	87

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi sering menjadi topik pembahasan di kalangan peneliti dengan populasi penduduk yang meningkat kebutuhan energi juga meningkat. Namun, ketersediaan energi khususnya energi fosil sebagai sumber energi utama, semakin hari semakin sulit didapatkan dan harganya mahal.

Saat ini, pemanfaatan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan menjadi upaya pilihan solusi untuk mengatasi kekurangan energi. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2012), pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) pada tahun 2011 hanya sekitar 6 % dan hal ini perlu terus ditingkatkan. Salah satu energi non fosil yang sangat berpotensi untuk dikembangkan adalah energi surya.

Indonesia merupakan salah satu wilayah yang berada pada garis katulistiwa, disinari matahari selama 10 sampai 12 jam dalam sehari. Jika dikalkulasi secara tahunan energi matahari yang sampai di permukaan bumi sekitar $3,9 \times 10^{24}$ Joule atau setara dengan $1,08 \times 10^{18}$ kWh (Ihsan, 2013). Pancaran energi matahari dengan total energi yang tinggi tersebut dapat dikonversikan menjadi energi *thermal* dan energi listrik (Subodro, 2012).

Pemanfaatan energi surya sistem *thermal* contohnya kompor surya dan pemanas air. Sedangkan konversi energi surya menjadi energi listrik menggunakan sistem fotovoltaik, yaitu menggunakan sebuah piranti aktif untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik secara langsung. Sistem fotovoltaik atau dikenal dengan sel surya yang ada saat ini diklasifikasikan menjadi beberapa generasi, diantaranya sel surya tipe silikon, sel surya tipe lapis tipis dan sel surya menggunakan *sensitizer* atau *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* (Dewi *et al.*, 2010).

Dye Sensitized Solar Cell merupakan teknologi sel surya yang mampu mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik secara langsung dengan bantuan *photosensitizer* (Gratzel, 2003). Sel surya tipe ini mudah dalam proses fabrikasi, cepat dan bahan yang digunakan ramah lingkungan serta jumlahnya

melimpah (Nadeak dan Susanti, 2012). *Photosensitizer* atau *dye* pada struktur DSSC berfungsi sebagai *absorber* cahaya. *Dye* yang digunakan dapat diperoleh dari bahan organik atau anorganik. *Dye* anorganik yang banyak digunakan adalah *ruthenium* kompleks (Maulina *et al.*, 2014). Namun, ketersediaan *dye* anorganik sangat terbatas, mahal dan bahan tersebut beracun, sehingga untuk mengatasi kelangkaan *dye* anorganik digunakan *dye* organik (Agustini *et al.*, 2013; Zahrok dan Prajitno, 2015). *Dye* organik diperoleh dari proses ekstraksi bagian tumbuh-tumbuhan yakni akar, daun, bunga dan buah. Pigmen alami tumbuhan yang dapat digunakan sebagai *dye* pada DSSC diantaranya klorofil, karoten dan antosianin (Bahtiar *et al.*, 2015).

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) adalah salah satu tanaman tropis yang mirip dengan pohon kaktus dan tergolong tanaman tidak lengkap karena tidak memiliki daun. Bagian buah naga merah yang selama ini dimanfaatkan hanya daging buah saja, sedangkan kulit buah naga merah masih sangat jarang dimanfaatkan (Wisesa dan Widjanarko, 2014; Wahyuni, 2011). Kulit buah naga merah dapat dimanfaatkan dengan cara ekstraksi sehingga bisa digunakan sebagai pewarna alami (Setiawan *et al.*, 2016). Kulit buah naga merah memiliki warna merah keunguan yang menandakan adanya kandungan antosianin (Putri *et al.*, 2015). Antosianin tersebut dapat digunakan sebagai *dye*, karena molekul antosianin mampu menyerap cahaya pada rentang cahaya tampak, akibat adanya susunan ikatan rangkap konjugasi yang panjang (Nasukhah dan Prajitno, 2012). Selain itu, antosianin juga mampu memberikan beberapa warna diantaranya warna merah, jingga, ungu dan biru (Subodro, 2012).

Ketebalan lapisan pasta titanium dioksida (TiO_2) merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi sel surya (Ranti *et al.*, 2016). Lapisan pasta yang terlalu tebal menyebabkan elektron yang mengalir menuju kaca konduktif sedikit, karena sebagian elektron ditangkap kembali oleh *dye* yang teroksidasi, lapisan yang terlalu tebal juga akan meningkatkan hambatan, sehingga arus yang dihasilkan rendah (Ardianto *et al.*, 2015; Zamrani dan Prajitno, 2013). Sebaliknya, lapisan pasta yang terlalu tipis akan menyebabkan TiO_2 menyerap *dye* lebih sedikit, sehingga elektron yang tereksitasi juga menjadi lebih sedikit. Jika elektron yang tereksitasi sedikit maka difusi elektron berjalan lambat, akibatnya

menurunkan efisiensi konversi foton menjadi arus (Pranoto *et al.*, 2013). Hasil penelitian sebelumnya dilakukan oleh Ardianto *et al.* (2015), bahwa DSSC menghasilkan nilai efisiensi yang semakin tinggi apabila ketebalan pasta TiO₂ semakin tipis.

Ketebalan pasta titanium dioksida dapat ditentukan melalui metode pendeposisian pasta dengan melalui beberapa metode diantaranya metode *spin coating*, *spray coating* dan *doctor blade* (Muliani *et al.*, 2012). Metode *doctor blade* merupakan metode paling sederhana, mudah dan cepat. Pada metode ini untuk menentukan luasan area aktif, DSSC diberi pembatas menggunakan selotip. Selain selotip digunakan sebagai pembatas, selotip juga berfungsi sebagai kontrol ketebalan pasta (Ardianto *et al.*, 2015). Untuk mendapatkan ketebalan sesuai perlakuan, selotip dapat ditumpuk lalu pasta diratakan menggunakan spatula kaca.

Arus yang dihasilkan pada DSSC berkaitan erat dengan intensitas penyinaran cahaya (Prananto *et al.*, 2013). Semakin besar nilai intensitas cahaya, semakin banyak jumlah foton yang terlibat dalam proses konversi, sehingga semakin besar arus yang dihasilkan (Nasukkah dan Prajitno, 2012). Intensitas cahaya dipengaruhi oleh jarak dari sumber cahaya ke struktur sel surya.

Sehubungan dengan hal di atas, pada penelitian ini adalah bertujuan untuk mendapatkan performa DSSC yang baik pada ketebalan pasta yang dideposisikan pada substrat kaca konduktif dan jarak sumber cahaya yang berbeda-beda.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan mempelajari kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) menggunakan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) dengan variasi ketebalan pasta TiO₂ dan jarak sumber cahaya.

1.3. Hipotesis

Diduga semakin jauh jarak sumber cahaya dengan struktur DSSC dan semakin tebal lapisan TiO₂ akan menghasilkan daya dan efisiensi yang semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aduloju, K.A. dan Ezema, F. 2011. Effect of natural dye extracting temperature on the performance of dye sensitized solar cell using *Petrocarpus erinaceus*. *Archives of Physics Research*. 2(3):191-196.
- Agustin, D., dan Ismiyati. 2015. Pengaruh konsentrasi pelarut pada proses ekstraksi antosianin dari bunga kembang sepatu. *Jurnal Konversi*. 4(2):9-16.
- Agustini, S., Risanti, D.D., dan Sawitri, D. 2013. Fabrikasi dye sensitized solar cell (DSSC) berdasarkan fraksi volume TiO₂ anatase rutile dengan *Garcinia mangostana* dan *Rhoeo spathacea* sebagai dye fotosensitizer. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(2):131-136.
- Ardianto, R., Nugroho, W.A., dan Sutan S.M. 2015. Uji kinerja dye sensitized solar cell (DSSC) menggunakan lapisan capacitive touch screen sebagai substrat dan ekstrak klorofil *Nannochloropsis* Sp. sebagai dye sensitizer dengan variasi ketebalan pasta TiO₂. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 3(3):325-337.
- Baharrudin, A., Aisyah, Saokani, J., dan Risnah, I.A. 2015. Karakterisasi zat warna daun jati (*Tectona grandis*) fraksi metanol: n-heksana sebagai photosensitizer pada dye sensitized solar cell. *Jurnal Chimica et Natura Acta*. 3(1):37-41.
- Bahtiar, H., Wibowo, N.A., dan Rondonuwul, F.S. 2015. Konstruksi sel surya bio menggunakan campuran klorofil-karotenoid sebagai sensitizer. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 11(1):19-23.
- Bhalla, M.R. dan Bhalla, A.V. 2010. Comparative study of various touchscreen technologies. *International Journal of Computer Application*. 6(8):12-18.
- Chotimah, Kartini, I., dan Ngadiwiyan. 2009. Uji karakterisasi I-V sel surya tersensitisasi pewarna alami. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, di Universitas Negeri Yogyakarta. 16 Mei 2009. FMIPA, Jogjakarta, pp 291-298.
- Darmono, D. 2009. Mineral dan Energi Kekayaan Bangsa. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Dewi, P.A., Gunawan, dan Haris, A. 2010. Pengaruh pelarut methanol asam asetat air terhadap efisiensi dye sensitized solar cell dari ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa*). *Jurnal Sains dan Matematika*. 18(4):132-138.

- Dewi, A.Y.K., Priatmoko, S., dan Wahyuni, S. 2012. Elektroda solar cell berbasis komposit TiO_2/SiO_2 sebagai energi alternatif terbarukan. Indonesian Journal of Chemical Science. 1(2):92-97.
- Ekasari, V. dan Yudoyono, G. 2013. Fabrikasi DSSC dengan dye ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale linn var. rubrum*) variasi larutan TiO_2 nanopartikel berfase anatase dengan teknik pelapisan spin coating. Jurnal Sains dan Seni Pomits. 2(1):2337-3520.
- Erymawati, D.A. 2016. Pelapisan nanopartikel dan nanofiber titanium dioxide (TiO_2) di atas fluorine doped tin oxide (FTO) untuk aplikasi dye sensitized solar cell (DSSC). Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Gratzel, M. 2003. Dye sensitized solar cell. Jurnal of Photochemistry and Photobiology. 4:145-153.
- Handayani, P.A., dan Rahmawati, A. 2012. Pemanfaatan kulit buah naga (Dragon fruit) sebagai pewarna alami makanan pengganti pewarna sintesis. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. 1(2):19-24.
- Hikmah, I., dan Prajitno, G. 2015. Pengaruh penggunaan gel electrolyte pada prototipe dye sensitized solar cell (DSSC) berbasis TiO_2 nanopartikel dengan ekstrak murbei (*Morus*) sebagai dye sensitizer pada substrat kaca ITO. Jurnal Sains dan Seni ITS. 4(1):5-10.
- Hutapea, E.R.F., Siahaan, L.O., dan Tambun, R. 2014. Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit rambutan (*Nephelium lappaceum*) dengan pelarut metanol. Jurnal Teknik Kimia USU. 3(2):34-40.
- Ihsan. 2013. Peningkatan suhu modul dan daya keluaran panel surya dengan menggunakan reflektor. Jurnal Teknoscains. 7(2):275-283.
- Ingrath, W., Nugroho, W.A., dan Yulianingsih, R. 2015. Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai pewarna alami makanan dengan menggunakan microwave. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis. 3(3):1-8.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2012. Indonesia energy outlook. (online) (<http://www.esdm.go.id.>). 10 Mei 2016.
- Kimpa, M.I., Isah, K.U., Yabagi, J.A., dan Taufiq, S. 2012. The effect on extracting solvents using natural dye extracts from *Hyphaene thebaica* for dye sensitizer solar cell. Journal Material Science Engineering. 5(1):1-3.
- Kumila, B. N. dan Prajitno, G. 2013. Pengaruh penggunaan gel electrolyte pada prototipe dye sensitized solar cell (DSSC) berbasis TiO_2 orde nano menggunakan kulit manggis sebagai dye sensitizer. Jurnal Sains dan Seni Pomits. 1(1):1-6.

- Kwartiningsih, E., Prastika, A.K., dan Triana, D.L. 2016. Ekstraksi dan uji stabilitas antosianin dari kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*). Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, di UPN Veteran. 17 Maret 2016. FTI. Yogjakarta, ISSN 1693-4393.
- Ma'ruf, M. 2007. Kajian pembuatan lapis tipis TiO₂ ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) sebagai elektroda kerja dalam sel surya berbasis sensitiser zat warna. Skripsi. Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Maulina, A., Hardeli, dan Bahrizal. 2014. Preparasi dye sensitized solar cell menggunakan ekstrak antosianin kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.). Jurnal Sainstek. 6(2):158-167.
- Mlodzinska, E. 2009. Survey of plant pigments: molecular and environmental determinants of plant colors. *Acta Biologica Cracoviensia*. 51(1):7-16.
- Muchammad dan Setiawan, H. 2011. Peningkatan efisiensi modul surya 50 wp dengan penambahan reflektor. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi. UWH, Semarang, pp. 45-50.
- Muliani, L., Rosal, E.S., Hidayati, J., Shobih, dan Yuliarto. 2012. Pembuatan sel surya berbasis dye sensitized menggunakan substrat fleksibel. Prosiding Indonesia Simposium Nasional 2012.
- Mustikasari, D., Supriyanto, A., dan Suryana, R. 2013. Karakterisasi lapisan TiO₂ metode spray dalam dye sensitized solar cell. Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika. 1(2):105-111.
- Nadeak, S.M.R. dan Susanti, D. 2012. Variasi temperatur dan waktu tahan kalsinasi terhadap unjuk kerja semikonduktor TiO₂ sebagai dye sensitized solar cell (DSSC) dengan dye dari ekstrak buah naga merah. Jurnal Teknik ITS. 1(6):81-86.
- Nasukhah, A.T. dan Prajitno, G. 2012. Fabrikasi dan karakterisasi dye sensitized solar cell (DSSC) dengan menggunakan ekstraksi daging buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai dye sensitizer. Jurnal Sains dan Seni Pomits. 1(1):1-6.
- Novazianti, R. 2016. Performa dye sensitized solar cell dengan menggunakan ekstrak buah senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) sebagai pemeka cahaya. Skripsi. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Nugrahawati, D. 2012. Fabrikasi dye sensitized solar cell (DSSC) menggunakan mawar merah (*Rosa damascena mill*) sebagai pewarna alami berbasis antosianin. Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

- Nurussanah, Supriyanto, C.A., Suryana, R., dan Boisandi, A. 2013. Studi pengaruh penggunaan poly (3-hexylthiophene) P3HT dan grafit terhadap kinerja sel surya. *Jurnal Fisika*. 3(1):9-14.
- Nuryadi, R., Aprilia, L., dan Junior, Z.A.A. 2012. Fabrikasi sel surya tersensitasi zat warna berbasis semikonduktor TiO₂ dengan metode elektroforensis. *Jurnal Penerapan Teknologi*. 25(1):48-58.
- Pranoto, L.M., Samirahayu, W.Y., Adhi, P., Radiansah, Y., Arifin, Z., dan Lisdiani. 2013. Laporan teknis tematik 2013. Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi. Bandung.
- Pratiwi, D.D. 2016. Variasi komposisi zat pewarna terhadap kinerja dye sensitized solar cells (DSSC). Skripsi. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Prayogo, A.F., Pramono, S.H., dan Maulana, E. 2014. Pengujian dan analisis performansi dye sensitized solar cell (DSSC) terhadap cahaya. *Jurnal Teknik UB*. 2(4):1-7.
- Putri, N.K.M., Gunawan, I.W.G., dan Suarsa, I.W. 2015. Aktivitas antioksidan antosianin dalam ekstrak etanol kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) dan analisis kadar totalnya. *Jurnal Kimia*. 9 (2): 243-251.
- Rahayu, D., Bagitaningtyas, A., Hidayat, A., dan Suci, A.P. 2011. Pengembangan sel surya berpewarna tersensitisasi (dye sensitized solar cell) dengan senyawa morin dari kayu nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.). *Jurnal PKMP*. 6(1):1-11.
- Ranti, A.D., Amri, A., dan Yelmida. 2016. Pengaruh ketebalan koating TiO₂ dan konsentrasi pelarut etanol terhadap voltase dye sensitized solar cell (DSSC) menggunakan ekstrak buah senggani (*Melastoma candidum* D. Don). *JOM Fteknik*. 3(1):1-7.
- Saputro, G.A.H., Shanti, M.R.S., dan Sutresno, A. 2015. Pengaruh waktu perendaman TiO₂ dalam larutan ekstrak antosianin kol merah (*Brassica oleracea* Var.) pada kinerja prototipe dye sensitized solar cells. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 11(1):15-18.
- Simanjuntak, L., Sinaga, C., dan Fatimah. 2014. Ekstraksi pigmen antosianin dari kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Teknik Kimia*. 3(2):25-29.
- Subodro, R. 2012. Ekstrak pewarna antosianin bunga mawar merah sebagai pewarna alami pada sel surya dye sensitized solar cell (DSSC). *Jurnal Politeknosains*. 9(2):32-41.

- Setiawan, A., Fatayati, I., dan Aliah, H. 2016. Pengaruh konsentrasi ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) terhadap efisiensi DSSC. Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia. 12 (1):77-82.
- Susanthy, D., Gusnedi, dan Kamus, Z. 2014. Pengaruh waktu spin coating terhadap struktur dan sifat listrik sel surya pewarna tersensitasi. Jurnal Pillar of Physic. 1(8):33-40.
- Susmiyanto, D., Wibowo, N.A., dan Sutresno, A. 2013. Fabrikasi Sel surya pewarna tersensitisasi (sspt) dengan memanfaatkan ekstrak antosianin ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII. 4(1):1-5.
- Wahyuni, R. 2011. Pemanfaatan kulit buah naga super merah (*Hylocereus costaricensis*) sebagai sumber antioksidan dan pewarna alami pada pembuatan jelly. Jurnal Teknologi Pangan. 2(1):68-85.
- Wisesa, T.B. dan Widjanarko, S.B. 2014. Penentuan nilai maksimum proses ekstraksi kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Jurnal Pangan dan Agroindustri. 2(3):88-97.
- Zahrok, Z.L., dan Prajitno, G. 2015. Ekstrak buah murbei (*Morus*) sebagai sensitizer alami dye sensitized solar cell (DSSC) menggunakan substrat kaca ITO dengan teknik pelapisan spin coating. Jurnal Sains dan Seni. 4(1):26-31.
- Zamrani, R.A. dan Prajitno, G. 2013. Pembuatan dan karakterisasi prototipe dye sensitized solar cell (DSSC) menggunakan ekstraksi kulit buah manggis sebagai dye sensitizer dengan metode doctor blade. Jurnal Sains dan Seni Pomits. 1(2):1-8.