

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI *NATURAL DYE* TUMBUHAN
TERATAI (*Nymphaea pubescens L.*) TERHADAP KINERJA
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

***THE EFFECT OF NATURAL DYE CONCENTRATION OF THE
LOTUS (*Nymphaea pubescens L.*) ON THE PERFORMANCE OF
DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***



**Sari Puspa Dewi
05021181823017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

RINGKASAN

SARI PUSPA DEWI. Pengaruh Konsentrasi *Natural Dye* Tumbuhan Teratai (*Nymphaea pubescens L.*) Terhadap Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* (Dibimbing oleh **HAISEN HOWER**).

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan *dye* atau zat warna yang mempunyai peranan penting terhadap performa *DSSC*. *Dye* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu zat klorofil dari ekstrak daun teratai dan zat antosianin dari ekstrak bunga teratai menggunakan metode maserasi dan pelarut aquades, kemudian dilakukan pengeringan dengan metode *Foam Mat Drying* pada suhu 40° selama 24 jam untuk menghasilkan *dye* bubuk daun dan bunga teratai sehingga *dye* dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama dengan kualitas yang tetap baik. *Dye* bubuk daun dan bunga teratai kemudian dibuat variasi konsentrasi yaitu 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% untuk mengetahui pengaruh *dye* dengan kadar yang berbeda pada performa *DSSC*. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui dan mempelajari pengaruh konsentrasi *natural dye* tumbuhan teratai (*Nymphaea pubescens.L*) terhadap kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai dengan Februari 2022, di laboratorium Biosistem, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Penelitian ini terdiri tiga tahapan yaitu : penyusunan dan perangkaian *DSSC*, pengujian serta pengolahan data *DSSC*. Parameter yang diamati yaitu kandungan kadar total klorofil dengan data absorbansi dititik 649 nm dan 665 nm, dan antosianin dengan data absorbansi dititik 510 nm dan 700 nm, arus dan tegangan, daya, faktor pengisian dan efisiensi *DSSC*. Hasil percobaan yang diperoleh bahwa ekstrak *dye* daun teratai pada *DSSC* DT3 dengan konsentrasi 6% adalah performa terbaik dengan nilai V_{oc} sebesar 0,428 V, I_{sc} sebesar 0,0077 mA, V_{max} sebesar 0,346V, I_{max} sebesar 0,0054 mA, P_{max} sebesar 0,001868 mW, FF sebesar 0,56694, dan efisiensi sebesar 0,0063% dan ekstrak *dye* bunga teratai pada *DSSC* BT4 dengan konsentrasi 8% merupakan performa terbaik dengan nilai V_{oc} : 0,586 V, I_{sc} : 0,0072 mA, V_{max} : 0,528 V, I_{max} : 0,0053 mA, P_{max} : 0,002798 mW, FF: 0,66325 dan efisiensi sebesar 0,0092%.

SUMMARY

SARI PUSPA DEWI. The Effect of *Natural Dye* Concentration of The Lotus (*Nymphaea pubescens L.*) on The Performance of *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* (Guided by **HAISEN HOWER**)

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) can convert solar energy into electrical energy using dyes which have an important role in *DSSC* performance. The dye used in this research is chlorophyll from lotus leaf extract and anthocyanin from lotus flower extract using maceration method and aquades solvent, then drying using Foam Mat Drying method at 40° for 24 hours to produce powdered dye for lotus leaves and flowers so that dye can be stored for a longer time with good quality. Dye powder leaves and lotus flowers were then made with variations in concentration, namely 2%, 4%, 6%, 8%, and 10% to determine the effect of dye with different levels on the performance of *DSSC*. The purpose of this study was to determine and study the effect of the natural dye concentration of the lotus plant (*Nymphaea pubescens.L*) on the performance of *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. This research was conducted from October 2021 to February 2022, in the Biosystems laboratory, Department of Agricultural Technology, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, Indralaya. This research consists of three stages, namely: preparation and assembly of *DSSC*, testing and processing of *DSSC* data. Parameters observed were total chlorophyll content with absorbance data at 649 nm and 665 nm, and atocyanin with absorbance data at 510 nm and 700 nm, current and voltage, power, charging factor and *DSSC* efficiency. The experimental results showed that the lotus leaf dye extract on *DSSC* DT3 with a concentration of 6% was the best performance with a value of V_{oc} : 0,428 V, I_{sc} : 0.0077 mA, V_{max} : 0,346 V, I_{max} : 0.0054 mA, P_{max} : 0,001868 mW, FF : 0,56694, and efficiency of 0,0063% and lotus flower dye extract on *DSSC* BT4 with a concentration of 8% is the best performance with the value of V_{oc} : 0,586 V, I_{sc} : 0.0072 mA, V_{max} : 0,528 V, I_{max} : 0.0053 mA, P_{max} : 0,002798 mW, FF : 0,66325 and an efficiency of 0,0092%.

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI *NATURAL DYE* TUMBUHAN
TERATAI (*Nymphaea pubescens L.*) TERHADAP KINERJA
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



**Sari Puspa Dewi
05021181823017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH KONSENTRASI *NATURAL DYE* TUMBUHAN TERATAI (*Nymphaea pubescens.L*) TERHADAP KINERJA *DYE* *SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)*

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

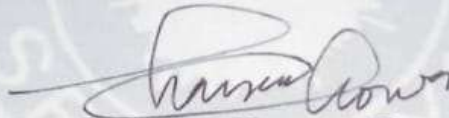
Oleh :

Sari Puspa Dewi

05021181823017

Indralaya, Mei 2022

Pembimbing



Ir. Haisen Hower, MP.

NIP. 196612091994031003

Mengetahui:

Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr

NIP. 196412291990011001

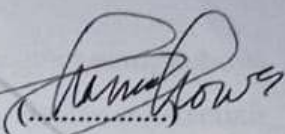
Skripsi dengan judul "Pengaruh Konsentrasi *Natural Dye* Tumbuhan Teratai (*Nymphaea pubescens L.*) Terhadap Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*" oleh Sari Puspa Dewi telah dipertahankan komisi penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 April 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Ir. Haisen Hower, M.P.

NIP. 196612091994031003

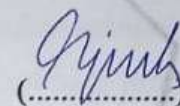
Pembimbing



2. Prof. Dr. Ir. Tamrin, M.Si.

NIP. 196309181990031004


Penguji




Indralaya, Mei 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

23 MAY 2022


Dr. Budi Santoso, S.TP, M.Si.
NIP. 197506102002121002

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian


Dr. Puspitahati, S.TP, M.P.
NIP. 197908152002122001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sari Puspa Dewi
NIM : 05021181823017
Judul : Pengaruh Konsentrasi *Natural Dye* Tumbuhan Teratai (*Nymphaea pubescens L.*) Terhadap Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang dimuat di dalam hasil penelitian ini, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya merupakan hasil pengamatan dan investigasi saya sendiri dan belum pernah atau tidak sedang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan lain. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam hasil penelitian ini, 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 2022



Sari Puspa Dewi

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap penulis adalah Sari Puspa Dewi. Penulis dilahirkan di Kota Pagar Alam pada tanggal 16 Januari 2001. Penulis merupakan anak dari kedua orang tua, Bapak yang bernama Syaipul Muslih dan ibu yang bernama Usnah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara

Penulis merupakan lulusan dari Sekolah Dasar Negeri 72 Kota Pagar Alam pada tahun 2012. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah yaitu di SMP Negeri 2 Kota Pagar Alam lulus pada tahun 2015 dan melanjutkan sekolah menengah atas yaitu di SMA Negeri 4 Kota Pagar Alam, jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) serta lulus pada tahun 2018. Pada bulan Agustus 2018 penulis tercatat sebagai mahasiswa pada Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN)

Penulis juga mengikuti beberapa organisasi yaitu sebagai anggota Seni dan Olahraga Keluarga Mahasiswa Besemah Pagar Alam (KMBP) tahun 2019/2020, anggota PPSDM Keluarga Mahasiswa Besemah Pagar Alam (KMBP) tahun 2020/2021, anggota Seni Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) Universitas Sriwijaya tahun 2018/2019, BPH Inti wakil divisi seni Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA) tahun 2019/2020, anggota Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia (IMATETANI), dan anggota Ikatan Mahasiswa Teknologi Pertanian Indonesia (IMTPI).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan pada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kemudahan dan karunia bagi saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S1. Shalawat serta salam semoga terlimpah curahkan kepada baginda tercinta kita yaitu Nabi Muhammad Shallallahu'alaihi Wa Sallam yang kita nanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Haisen Hower,MP., selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi *Natural Dye* Tumbuhan Teratai (*Nymphaea pubescens L.*) Terhadap Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*”. Ucapan terimakasih terkhusus kepada orang tua yang telah membantu dengan doa, serta teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Pertanian 2018 yang telah memberi semangat, dukungan, membantu penulis hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam menyusun skripsi baik dalam penulisan maupun dalam bentuk penyajian, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun bila ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Indralaya, Mei 2022

Sari Puspa Dewi

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji bagi Allah SWT berkat rahmat ridhonya Serta atas izinnya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Kepada nabi besar kita Nabi Muhammad SAW atas berkah, kesabaran dan keteguhan yang diberinya hingga membawa kehidupan kita sebagai manusia menjadi lebih baik lagi. Penulis mengucapkan terima kasih bagi seluruh rekan yang telah mendukung dan mendoakan penulis dalam kegiatan penelitian ini yakni :

1. Rektor Universitas Sriwijaya
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
3. Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
4. Koordinator Program Studi Teknik Pertanian dan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya
5. Yth. Bapak Ir. Haisen Hower, MP., sebagai pembimbing akademik dan juga pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pembelajaran, bekal, dan ilmu yang semoga selalu bermanfaat bagi penulis serta telah memberikan material, dukungan, nasehat, dan doa. Semoga ilmu yang diberikan untuk penulis menjadi keberkahan dan kebaikan yang selalu diridhoi Allah SWT.
6. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Syaipul Muslih dan Ibu Usnah yang penulis sayangi dan cintai yang selalu memberikan dukungan, semangat, arahan yang baik, nasehat dan doa yang tidak henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin, M.Si. yang telah bersedia dan menyempatkan waktu menjadi pembahas dan penguji skripsi yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyusunan skripsi penulis.
8. Saudariku tersayang, kakak kandungku Merta Serlena yang kuhormati dan penulis sayangi terimakasih atas segala pemberian materi maupun nasihat yang baik untuk penulis dan terimakasih banyak telah menjadi kakak yang

terbaik dan menjadi kakak perempuanku yang pengertian, perhatian, dan penyayang.

9. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Pengajar program studi Teknik Pertanian dan program studi Teknologi Hasil Pertanian yang telah membagikan ilmu, doa, dukungan dan motivasi sebagai perantara penulis dalam menyelesaikan studi S1 di jurusan Teknologi Pertanian. Semoga apapun yang telah bapak dan ibu sampaikan menjadi bermanfaat bagi penulis untuk kedepannya.
10. Kakak-kakak angkatan 2016 dan 2017 penelitian *DSSC* terima kasih banyak kak atas segala pembelajaran ilmu yang telah disampaikan, pertolongan, dan bantuan yang telah diberikan.
11. Teman-teman satu pembimbing sekaligus teman-teman penelitian *DSSC*, Gusniar Paulin Ariyani dan Rapi Agustri yang selalu membantu penulis dan selalu memberikan semangat untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman dekat penulis Wahyu Abdan Syakuro yang selalu memberikan motivasi, nasehat, doa dan semangat secara langsung dalam berbagai hal terutama pada saat proses penelitian ini.
13. Teman Teknik Pertanian 2018 Indralaya, atas segala kenangan terindah maupun kenangan terburuk, pembelajaran, dan pengalaman yang berkesan selama di masa bangku kuliah hampir selama 4 tahun.
14. Sahabat ku Rinkarila Andyla dari SMP hingga kuliah, teman dari mulai awal masuk perkuliahan sampai selesai masa studi Ressy, Rhamona, Gusniar, dan Regina yang senantiasa menemani penulis selama masa kuliah, menjadi tempat diskusi selama kuliah dan memberikan semangat selama penulisan skripsi.
15. Teman penulis yang perbestiean Fehbi, Budi, Yusril, Bram, Julianto, Kadek, Albert, Anjas, Netral, Deri dan lainnya yang telah membantu penulis selama perkuliahan dan penelitian.
16. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu yang telah memberikan segala curahan semangat dan bantuan kepada penulis.

Indralaya, Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	6
1.3. Hipotesis	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Energi Matahari	7
2.2. Sel Surya	8
2.3. <i>Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)</i>	8
2.4. Prinsip Kerja <i>DSSC</i>	9
2.5. Struktur <i>Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)</i>	10
2.5.1. Kaca <i>Transparent Conductive Oxide (TCO)</i>	10
2.5.2. Titanium Dioksida (TiO_2).....	11
2.5.3. Elektrolit	12
2.5.4. Katalis pada Elektroda Pembanding	12
2.5.5. <i>Dye (Zat Warna)</i>	13
2.6. Pigmen Klorofil	14
2.6.1. Daun Teratai (<i>Nymphaea pubescens L.</i>)	15
2.7. Pigmen Antosianin.....	16
2.7.1. Bunga Teratai (<i>Nymphaea pubescens L.</i>)	17
2.8. Ekstraksi <i>Dye</i>	18
2.9. Konsentrasi <i>Dye</i>	19
2.10. Pengukuran dan Perhitungan Kinerja <i>DSSC</i>	20
2.10.1. Absorbansi	20
2.10.2. Arus dan Tegangan	21

	Halaman
2.10.3. Daya	22
2.10.4. <i>Fill Factor</i>	22
2.10.5. Efisiensi <i>DSSC</i>	23
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	24
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2. Alat dan Bahan	24
3.3. Metode Penelitian	25
3.4. Cara Kerja	25
3.4.1. Persiapan Struktur <i>Dye Sensitized Solar Cell</i>	25
3.4.1.1. Pemotongan Kaca Substrat	25
3.4.1.2. Pembuatan Sensitizer	26
3.4.1.3. Pembuatan Konsentrasi <i>Dye</i>	26
3.4.1.4. Pembuatan (TiO_2)	27
3.4.1.5. Pembuatan <i>Working Electrode</i> dan <i>Counter Electrode</i>	27
3.4.1.6. Penyusunan dan Perangkaian Lapisan <i>DSSC</i>	28
3.4.1.7. Pengujian Susunan <i>DSSC</i>	28
3.5. Paramater Penelitian	29
3.5.1. Kandungan Klorofil Daun Teratai	29
3.5.2. Kandungan Antosianin Bunga Teratai	30
3.5.3. Pengukuran Arus dan Tegangan	31
3.5.4. Perhitungan Daya	31
3.5.5. Perhitungan <i>Fill Factor</i>	32
3.5.6. Perhitungan Efisiensi <i>DSSC</i>	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Pengukuran Kadar	33
4.1.1. Pengukuran Kadar <i>Dye</i> Daun Teratai	33
4.1.2. Pengukuran Kadar <i>Dye</i> Bunga Teratai	36
4.2. Perhitungan terhadap Tegangan dan Arus	38
4.2.1. <i>DSSC</i> DT1 Konsentrasi 2%	39
4.2.2. <i>DSSC</i> DT2 Konsentrasi 4%	40
4.2.3. <i>DSSC</i> DT3 Konsentrasi 6%	41

	Halaman
4.2.4. <i>DSSC</i> DT4 Konsentrasi 8%	42
4.2.5. <i>DSSC</i> DT5 Konsentrasi 10%	42
4.2.6. <i>DSSC</i> BT1 Konsentrasi 2%	43
4.2.7. <i>DSSC</i> BT2 Konsentrasi 4%	44
4.2.8. <i>DSSC</i> BT3 Konsentrasi 6%	45
4.2.9. <i>DSSC</i> BT4 Konsentrasi 8%	45
4.2.10. <i>DSSC</i> BT5 Konsentrasi 10%	46
4.3. Perhitungan Daya	47
4.3.1. Perhitungan Daya <i>DSSC</i> Daun Teratai	47
4.3.2. Perhitungan Daya <i>DSSC</i> Bunga Teratai	48
4.4. Perhitungan <i>Fill Factor</i> (FF)	49
4.4.1. Perhitungan <i>Fill Factor</i> <i>DSSC</i> Daun Teratai	50
4.4.2. Perhitungan <i>Fill Factor</i> <i>DSSC</i> Bunga Teratai	50
4.5. Perhitungan Efisiensi <i>DSSC</i>	51
4.5.1. Perhitungan Efisiensi <i>DSSC</i> Daun Teratai	51
4.5.2. Perhitungan Efisiensi <i>DSSC</i> Bunga Teratai	52
4.5.3. Pengaruh Konsentrasi Terhadap Efisiensi	52
4.5.4. Pengaruh Bagian Tanaman Terhadap Efisiensi	54
4.5.5. Interaksi Konsentrasi dan Bagian Tanaman Terhadap Efisiensi	56
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Prinsip Kerja <i>DSSC</i>	9
Gambar 2.2. Struktur dan Bagian-bagian Kloroplas	14
Gambar 2.3. Daun Teratai	15
Gambar 2.4. Struktur Flavilium Antosianin	16
Gambar 2.5. Bunga Teratai	17
Gambar 2.6. Kurva <i>I-V DSSC</i>	22
Gambar 4.1. Grafik Total Klorofil <i>Dye</i> Bubuk Daun Teratai	33
Gambar 4.2. Grafik Total Antosianin <i>Dye</i> Bubuk Bunga Teratai	36
Gambar 4.3. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> DT1 Konsentrasi 2%	39
Gambar 4.4. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> DT2 Konsentrasi 4%	40
Gambar 4.5. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> DT3 Konsentrasi 6%	41
Gambar 4.6. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> DT4 Konsentrasi 8%	42
Gambar 4.7. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> DT5 Konsentrasi 10%	43
Gambar 4.8. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> BT1 Konsentrasi 2%	44
Gambar 4.9. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> BT2 Konsentrasi 4%	44
Gambar 4.10. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> BT3 Konsentrasi 6%	45
Gambar 4.11. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> BT4 Konsentrasi 8%	46
Gambar 4.12. Kurva (I-V) <i>DSSC</i> BT5 Konsentrasi 10%	46
Gambar 4.13. Daya Masukan <i>DSSC</i> Daun Teratai	47
Gambar 4.14. Daya Keluaran <i>DSSC</i> Bunga Teratai	48
Gambar 4.15. Daya Masukan <i>DSSC</i> Daun Teratai	48
Gambar 4.16. Daya Keluaran <i>DSSC</i> Bunga Teratai	49
Gambar 4.17. Nilai <i>FF DSSC</i> Daun Teratai	50
Gambar 4.18. Nilai <i>FF DSSC</i> Bunga Teratai	50
Gambar 4.19. Efisiensi <i>DSSC</i> Daun Teratai	51
Gambar 4.20. Efisiensi <i>DSSC</i> Bunga Teratai	52
Gambar 4.21. Pengaruh Konsentrasi <i>Dye</i> Terhadap Efisiensi	53
Gambar 4.22. Pengaruh Bagian Tanaman Terhadap Efisiensi	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Skala spektrum cahaya tampak dan warna komplementer	20
Tabel 4.1. Nilai kelistrikan pengukuran tegangan dan arus <i>dye</i> daun dan bunga teratai dengan perlakuan variasi konsentrasi berbeda ...	38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	65
Lampiran 2. Diagram Alir Pembuatan <i>Dye</i> Bubuk.....	66
Lampiran 3. Perhitungan Konsentrasi <i>Dye</i>	67
Lampiran 4. Hasil Pengukuran Nilai Absorbansi <i>Dye</i> Daun Teratai	69
Lampiran 5. Hasil Pengukuran Nilai Absorbansi <i>Dye</i> Bunga Teratai	72
Lampiran 6. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> DT1 (2%)	74
Lampiran 7. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> DT2 (4%)	75
Lampiran 8. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> DT3 (6%)	77
Lampiran 9. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> DT4 (8%)	79
Lampiran 10. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> DT5 (10%) ..	81
Lampiran 11. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> BT1 (2%)	83
Lampiran 12. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> BT2 (4%)	85
Lampiran 13. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> BT3 (6%)	87
Lampiran 14. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> BT4 (8%)	89
Lampiran 15. Data Pengukuran Arus dan Tegangan <i>DSSC</i> BT5 (10%)	91
Lampiran 16. Data Pengukuran Intensitas Cahaya	93
Lampiran 17. Perhitungan Daya, <i>Fill Factor</i> , dan Efisiensi <i>DSSC</i>	94
Lampiran 18. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	104

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi mempunyai peranan penting disetiap segi kehidupan manusia, penyediaan energi yang saat ini masih bergantung pada gas bumi, minyak dan berbagai sumber bahan fosil lainnya. Negara-negara di dunia sedang berlomba-lomba mengembangkan energi alternatif yang dapat diperbarui karena semakin menipisnya cadangan fosil. Energi listrik merupakan salah satu energi primer yang tidak dapat dilepaskan penggunaannya di kehidupan sehari-hari, baik di sektor industri, rumah tangga maupun instansi pemerintah. Masalah ekonomi dan lingkungan merupakan alasan di balik dorongan yang cepat akan pemanfaatan energi terbarukan di seluruh dunia (Hardeli, *et al.*, 2013).

Kebutuhan energi listrik meningkat pesat karena jumlah penduduk dan penggunaan peralatan yang semakin bertambah. Peningkatan konsumsi energi listrik setiap tahunnya dapat diperkirakan terus bertambah. Walaupun energi listrik menjadi kebutuhan primer tetapi sampai saat ini penyediaan listrik masih belum merata di Indonesia (Juwito, *et al.*, 2012). Energi baru dan terbarukan memiliki peran yang sangat penting untuk mencukupi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit listrik konvensional jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, batu bara, dan gas yang semakin menipis yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan disekitar.

Potensi energi matahari di Indonesia terletak pada berbagai daerah tropis yang mempunyai potensi energi surya yang tinggi dengan radiasi harian rata-rata sebesar 4,5 kWh/m²/hari. Indonesia mempunyai banyak gunung berapi yang membuat Indonesia memiliki banyak sumber air panas. Tetapi energi matahari maupun energi panas yang dihasilkan sumber air panas tidak dimanfaatkan secara optimal, karena itu bagi sebagian masyarakat harga *solar cell* saat ini masih dianggap mahal di pasaran (Maysha, *et al.*, 2013). Sel surya merupakan perangkat yang memanfaatkan efek *photovoltaic* yang dapat memungkinkannya perubahan langsung energi yang diserap dari matahari menjadi energi surya (Muttaqin, *et al.*, 2016).

Sel surya bisa dikatakan sebagai pemeran utama untuk memaksimalkan potensi energi cahaya matahari sampai ke bumi, selain dipergunakan untuk menghasilkan listrik, energi dari matahari juga dapat dimaksimalkan energi panasnya melalui sistem solar thermal (Aryza, *et al.*, 2017). Sel surya terbagi menjadi tiga generasi, generasi pertama yaitu jenis *wafer* (berlapis) silikon monokristal dan polikristal, generasi kedua yaitu sel surya tipe *thin film*, kemudian generasi ketiga yaitu tipe sel surya fotokimia yang dikenalkan oleh Professor Gratzel pada tahun 1991 yang menjelaskan bahwa tipe ini merupakan jenis sel surya pembawa electron yang terdiri dari lapisan partikel nano yang kemudian diendapkan dalam *dye* atau zat warna. Sel surya ketiga ini dapat disebut dengan *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* (Setiawan, *et al.*, 2015).

Pada sel surya, foton dari radiasi matahari yang diserap kemudian dikonversikan menjadi energi listrik. *DSSC* tersusun dari beberapa komponen yaitu semikonduktor oksida, lapisan *dye* (pewarna), *counter* elektroda, dan elektrolit, untuk menyerap cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik yang menjadi peranan penting yaitu pewarna. Pewarna ini bisa di ekstrak dari pewarna alami seperti bunga, daun dan buah-buahan. Pewarna alami yang digunakan sebagai sensitizer pada *DSSC* tergolong ramah lingkungan, pembuatannya mudah dan murah (Agustini, *et al.*, 2013).

DSSC merupakan salah satu teknologi sel surya nonkonvensional yang berkembang sejalan dengan perkembangan nanoteknologi. Pada *DSSC* terdapat nanokristal TiO_2 sebagai fotoelektroda, *dye* sebagai penyerap cahaya, dan elektrolit sebagai pendonor electron disusun dengan struktur *sandwich*. Reaksi dan transfer electron merupakan prinsip kerja dasar dari *DSSC* dimana pada proses pertama nya yaitu terjadinya eksitasi electron pada molekul *dye* akibat adanya absorpsi foton, proses kedua terjadi pada elektroda negatif (anoda) proses ini terjadi pada lapisan TiO_2 dimana electron tereksitasi kemudian terinjeksi menuju pita konduksi TiO_2 sehingga terjadinya *dye* yang teroksidasi, molekul *dye* kembali ke keadaan awalnya dan mencegah penangkapan kembali elektron oleh *dye* yang teroksidasi ini dikarenakan dengan adanya donor elektron oleh elektrolit (I^-). Pada proses ketiga, setelah mencapai elektroda ITO elektron akan mengalir menuju *counter-elektrode* yang berperan sebagai elektroda positif (katoda) melalui rangkaian eksternal.

Proses selanjutnya, dengan adanya katalis pada *counter-elektrode*, elektron diterima oleh elektrolit sehingga *hole* yang terbentuk pada elektrolit (I^{3-}), akibat donor elektron pada proses sebelumnya, berkombinasi dengan elektron yang membentuk iodide (I^-). Proses terakhir iodida ini digunakan untuk mendonor elektron kepada *dye* yang teroksidasi, sehingga terbentuk suatu siklus transport elektron. Dengan adanya siklus ini terjadi lah konversi langsung dari cahaya matahari menjadi listrik (Andari, 2017).

Kelebihan dari *DSSC* yaitu tidak membutuhkan bahan dengan kemurnian tinggi sehingga biaya produksinya relatif rendah, karena sejauh ini *dye* yang digunakan sebagai sensitizer dapat berupa *dye* sintesis maupun *dye* alami. *DSSC* komersial yang menggunakan *dye* sintesis jenis *ruthenium complex* telah mencapai efisiensi 9,2 % tetapi ketersediaan dan harganya yang mahal membuat adanya alternatif lain pengganti *dye* jenis *ruthenium complex* yaitu *dye* jenis alami seperti daun, bunga dan buah-buahan yang kemudian di ekstrak dari bagian-bagian tumbuhan tersebut khususnya antosianin. *Dye sensitizer* alami terbukti dapat memberikan efek fotovoltaik walaupun efisiensi yang dihasilkan masih lebih kecil jika dibandingkan dengan zat warna sintesis (Rafika, 2017). Keunggulan dari *DSSC* juga tidak memerlukan bahan dengan kemurnian yang tinggi sehingga biaya produksinya yang relatif rendah (Andari, 2017).

Zat warna dalam tanaman yang biasanya digunakan dalam *DSSC* yaitu klorofil, karotenoid, flavonoid, tanin dan antosianin (Baharuddin, *et al.*, 2015). Klorofil merupakan salah satu zat warna yang bisa dijadikan *dye* dalam pembuatan *DSSC* karena klorofil mempunyai peran penting dalam proses fotosintesis dan dapat ditemukan di sebagian besar tumbuhan baik tumbuhan tingkat tinggi maupun tumbuhan mikro alga (Ardianto, *et al.*, 2015) Sensitizer beta-karoten merupakan salah jenis karotenoid yang digunakan sebagai material. Karotenoid merupakan pigmen yang digunakan oleh organisme fotosintetik sebagai pemanen cahaya yang dapat dimanfaatkan sebagai sensitizer pada sel surya pewarna menggunakan *DSSC* yang dapat dikombinasikan dengan klorofil untuk memungkinkan peningkatan efisiensi, karotenoid juga tersedia secara melimpah pada akar, batang, daun dan buah, maupun bakteri fotosintetik (Bahtiar, *et al.*, 2015). Zat warna tanin termasuk golongan senyawa polifenol yang bersifat polar. Zat warna alam yang banyak

mengandung tanin akan menghasilkan warna coklat seperti penelitian rorong dan suryanto yang menunjukkan bahwa kandungan tanin tertinggi dalam eceng gondok terdapat di bagian helai daunnya karena zat warna pada eceng gondok memiliki pertumbuhan yang sangat cepat serta mengandung tanin (Trianiza, 2020).

Antosianin merupakan senyawa yang dapat menyerap cahaya matahari dengan baik, antosianin ini yang bisa menyebabkan warna merah dan ungu pada buah dan bunga. Contoh dari zat warna antosianin dalam *DSSC* seperti daun bayam merah, bunga teratai, bunga rosella, buah naga super merah dan ubi jalar ungu sebagai sumber *dye* dan pewarna alami yang dapat diekstrak dari bagian-bagian tumbuhan. Secara kimia semua antosianin merupakan turunan suatu struktur aromatik tunggal yaitu sianidin yang semuanya dapat terbentuk dari pigmen sianidin dengan pengurangan dan penambahan gugus hidroksil, metilasi atau bisa dengan glikosilasi (Hardeli, *et al.*, 2013).

Di lingkungan sekitar masih banyak tumbuhan yang tidak dimanfaatkan zat warnanya sebagai *dye*, tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan utama *dye* sering dianggap gulma atau tanaman liar seperti eceng gondok, bunga kuning rawa, bunga teratai, nipah, dan bunga bungur yang pemanfaat warna nya tidak banyak padahal bahan tersebut mempunyai kandungan pigmen warna yang dapat dimanfaatkan dengan diolah lebih lanjut menjadi ekstrak zat warna yang bernilai lebih bagi tumbuhan tersebut. Pemilihan pewarna alami lebih diutamakan dengan melihat potensi yang sangat besar dari keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia tetapi belum digunakan dengan baik terutama untuk tumbuh-tumbuhan yang memiliki kecenderungan berwarna atau mengandung zat warna misalnya antosianin pada bunga teratai yang berperan dalam penyerapan cahaya (Listari dan Agustini, 2018).

Daun teratai mengandung pigmen klorofil yang mempunyai peran penting dalam proses fotosintesis bagi tanaman. Pewarna klorofil secara luas sudah diteliti untuk mengamati penyerapan cahaya pada aplikasi sel surya nanokristal TiO_2 tersensititasi *dye* (Rosana, *et al.*, 2015). Bunga teratai mengandung pigmen warna antosianin, pada pigmen antosianin dengan golongan kimia organik yang mudah larut dalam pelarut polar seperti air, etanol, HCL, dan etil asetat. Pigmen antosianin ini bersifat stabil pada kondisi asam (Magandhi, 2015).

Selain pigmen warna, proses pengambilan senyawa aktif tertentu dari bahan organik yang akan dijadikan sebagai *dye* juga berpengaruh dalam meningkatkan kinerja *DSSC* yang dihasilkan. Oleh karena itu diperlukan metode ekstraksi yang dapat dilakukan dalam proses pemurnian zat warna utama *dye* yaitu metode maserasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan proses perendaman bahan dengan pelarut yang sesuai dengan senyawa aktif. Ekstraksi dengan metode maserasi mempunyai kelebihan yaitu terjaminnya zat aktif yang diekstrak tidak akan rusak (Chairunnisa, *et al.*, 2019).

Hasil ekstrak dalam bentuk cair memiliki kelemahan berupa laju kerusakan ekstrak yang terjadi lebih cepat akibat proses biologis, kimiawi dan hasil ekstrak cair dapat mengeruh akibat lama penyimpanan sehingga menurunkan kualitas ekstrak. Solusi yang dapat dilakukan yaitu dengan pengawetan *dye* dalam bentuk bubuk sebelum diaplikasikan ke komponen *DSSC* sehingga dapat menjaga kualitas *dye*. Pengeringan secara alami maupun buatan merupakan proses untuk mendapatkan *dye* bubuk, salah satunya dengan metode pengeringan *foam mat drying*. Teknik *foam mat drying* merupakan proses pengeringan dengan pembuatan busa dari bahan cair dengan sedikit zat pembuih (Purbasari, 2019).

Penelitian Hardani, *et al.*, (2016) dengan menghasilkan variasi konsentrasi *dye* 0,1%, 0,5% dan 1% menyatakan bahwa arus yang dihasilkan *DSSC* berbanding lurus dengan konsentrasi *dye*, sehingga penambahan konsentrasi *dye* dapat meningkatkan nilai arus secara linear, dan akan mempengaruhi kinerja *DSSC*. Konsentrasi *dye* yang diberikan pada setiap sampel *DSSC* menghasilkan nilai efisiensi yang berbeda, karena semakin tinggi konsentrasi *dye* semakin bertambah efisiensi konversi energi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena perbedaan konsentrasi *dye* yang diberikan mempengaruhi jumlah *dye* yang teradsorpsi pada pori TiO_2 sehingga adanya perubahan jumlah elektron yang diinjeksikan ke pita konduksi TiO_2 . Konsentrasi *dye* mempengaruhi ketebalan lapisan *dye* diatas TiO_2 yang sangat berpengaruh terhadap proses penyerapan cahaya oleh lapisan *dye* sehingga dapat meningkatkan konduktivitas listrik dalam lapisan (Bashir, *et al.*, 2016).

Berdasarkan latar belakang tersebut dan beberapa percobaan penelitian yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini penulis akan melakukan pengekstrakan

pada natural *dye* tumbuhan teratai (*Nymphaea pubescens.L*) menggunakan metode maserasi, kemudian dilakukan pengeringan dengan metode *Foam Mat Drying* untuk menghasilkan *dye* bubuk daun dan bunga teratai. Pengaplikasian ini dilakukan dengan variasi konsentrasi *dye* untuk memperoleh kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* yang terbaik dengan konsentrasi tertentu.

1.2. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh konsentrasi *natural dye* tumbuhan teratai (*Nymphaea pubescens L.*) terhadap kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*

1.3. Hipotesis

Diduga kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* yang menggunakan *natural dye* tumbuhan teratai (*Nymphaea pubescens L.*) akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi *dye* terhadap pelarut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adityawan, E. 2010. *Studi Karakteristik Pencatuan Solar Cell terhadap Kapasitas Sistem Penyimpanan Energi Baterai*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Afiyah, N., Sa'adah, L. & Handayani, P., 2020. Identifikasi Biodiversitas Tumbuhan Pada Lingkungan Akuatik di Sungai Kabupaten Jepara. *Journal of Biology Education*, 1(1), 32-40.
- Agustini, S., Risanti, D. D. & Sawitri, D., 2013. Berdasarkan Fraksi Volume Tio₂ Anatase-Rutile Dengan *Garcinia Mangostana* Dan *Rhoeo Spathacea* Sebagai Dye Fotosensitizer. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 131-136.
- Ai, N. S. & Banyo, . Y., 2011. Konsentrasi Klorofil Daun Sebagai Indikator Kekurangan Air Pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(2), 166-171.
- Alimudin, A. 2016. *Perbandingan Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) dari Ekstrak Daun Pacar Air, Bunga Pacar Air Merah dan Bunga Pacar Air Ungu (Impatiens Balsamina Linn) Sebagai Dye Sensitizer*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Andari, Rafika., 2017. Sintesis Dan Karakterisasi *Dye Sensitized Solar Cells (Dssc)* Dengan Sensitizer Antosianin Dari Bunga Rosella. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 13(2), 89-95.
- Andari, R. & Abrini, D., 2018. Pengaruh Waktu Perendaman Tio₂ Dalam Larutan Ekstrak Antosianin Bunga Rosella Pada Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)*. *Jurnal Teras Fisika*, 1(2), 24-29.
- Ardianto, R., Nugroho, W. . A. & Sutan, . S. M., 2015. Uji Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)* Menggunakan Lapisan *Capacitive Touchscreen* Sebagai Substrat Dan Ekstrak Klorofil *Nannochloropsis Sp.* Sebagai *Dye Sensitizer* Dengan Variasi Ketebalan Pasta Tio₂. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(3), 325-337.
- Ardila, 2019. *Performa Dye Sensitized Solar Cell Dengan Variasi Pola Garis Pada Titanium Dioksida (Tio₂) Dan Intensitas Cahaya*, Universitas Sriwijaya: Skripsi.
- Aryza, S., H. & S., 2017. Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengering Pupuk Petani Portabel. *Journal Research And Development*, 2(1) , 12-18.
- Asrul, Demak, R.K., dan Hatib, R. 2016. Komparasi Energi Surya dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul *Photovoltaic*. Tipe *Multicrystalline*, *Jurnal Mekanikal*, 7(1), 625-633.

- Assiddiq , H. & Dinahkandy, I., 2018. Studi Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Sumber Energi Alternatif Terbarukan Berbasis Sel Fotovoltaik Untuk Mengatasi Kebutuhan Listrik Rumah Sederhana Di Daerah Terpencil. *Jurnal Teknik Mesin Uniska*, 3(2), 88-93.
- Baharuddin, A., A. & Saokani, J., 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. & F., 2015. Konstruksi Sel Surya Bio Menggunakan Campuran Klorofil-Karotenoid Sebagai Sensitizer. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 11(1), 19-23.
- Bashir, F. A., Febri, A. & Hidayah, A. T., 2016. *Ekstrak Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana L.) Sebagai Dye Sensitiser Alami Pada Dye Sensitized Solar Cell*. Seminar Nasional Pendidikan dan Saintek.
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M. & Suhendra, . L., 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana L.*) sebagai Sumber Saponin. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* , 7(4), 551-560.
- Dahlan, D., Leng, T. S. & Aziz, H., 2016. *Dye Sensitized Solar Cells (Dssc)* Dengan Sensitiser *Dye* Alami Daun Pandan, Akar Kunyit Dan Biji Beras Merah (*Black Rice*). *Jurnal Ilmu Fisika*, 8(1), 1-8.
- Dalimunthe, R. A., 2018. Pemantau Arus Listrik Berbasis Alarm Dengan Sensor Arus Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno. In: *Seminar Nasional Royal*. Sumut: S.N., 333-338.
- Fitria, A., Amri, A. & Fadli, A., 2016. Pembuatan Prototip *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* Menggunakan *Dye* Ekstrak Buah Senduduk (*Melastoma Malabathricum L*) dengan Variasi Fraksi Pelarut dan Lama Perendaman Coating TiO₂. *Jurnal Fteknik*, 3(1), 1-9.
- Gibson, M. & Iqbal., 2017. Analisa Kualitas klorofil Daun Jarak (*Ricinus comunis L*) Sebagai Bahan Pewarna Pada *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. *Jurnal Fisika*, 16(2), 31- 40.
- Gultom, A. M. K., Yusa, N. M. & Agung, A., 2020. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas L*) Menggunakan Metode Maserasi. *Jurnal Itepa*, 9(4), 438-447.
- Hardani., Muh, H. & Darmawan, . I., 2016. Pengaruh Konsentrasi Ruthenium (N719) sebagai Fotosensitizer dalam *Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC)* Transparan. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya* , 12(3), 104-108.

- Hardeli, Suwardi., R. & Fernando. T., 2013. *Dye Sensitized Solar Cells (Dssc) Berbasis Nanopori Tio₂ Menggunakan Antosianin Dari Berbagai Sumber Alami. Jurnal Semirata*, 155-161.
- Hariyanto, Rusdi, M., Fergiansyah, N. & Parenden, D., 2020. Karakteristik *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc) Dari Ekstrak Sari Buah Merah (Pandanus Coneideus). Jurnal Mjeme*, 3(1), 31-39.
- Hikmah, I. & Prajitno, G., 2015. Pengaruh Penggunaan *Gel-Electrolyte* Pada Prototipe *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)* Berbasis Tio₂ Nanopartikel Dengan Ekstrak Murbei (Morus) Sebagai Dye Sensitizer Pada Substrat Kaca Ito. *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 4(1), 5-10.
- Huda, N., 2018. Energi Baru Terbarukan *Solar Cell* Sederhana Untuk Sistem Penerangan Rumah Tangga. *Jurnal Cahaya Bagaskara*, 3(1), 6-10.
- Juwito, Arif. F., Pramonohadi, S. & Haryono, T., 2012. Optimalisasi Energi Terbarukan Pada Pembangkit Tenaga Listrik Dalam Menghadapi Desa Mandiri Energi Di Margajaya. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 15(1), 22-34.
- Kartikasari. 2014 Pengaruh Penambahan *Dye Sansiviera Trifasciata* pada Lapisan Titanium Dioksida terhadap Penurunan Celah Pita Energi. *Prosiding Ilmiah XXVIII HFI Jateng dan DIY*, Yogyakarta, 261-263
- Listari, N. & Agustini, D., 2018. Karakterisasi Panjang Gelombang Tanaman Daun Bebele Dan Kangkung Yang Tumbuh Di Pulau Lombok Sebagai *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)*. *Jurnal Kependidikan Kimia*, 6(1), 43-48.
- Magandhi, M., 2015. Tumbuhan Air Berpotensi Obat Koleksi Kebun Raya Bogor. *Jurnal Warta Kebun Raya*, 13(1), 30-36.
- Maghfiroh, K., 2017. Identifikasi Kandungan Klorofil Genus Piper (Sirih) Sebagai Kandidat Food Supplement. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(1) : 93-98.
- Marlina, E., 2016. Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit Terhadap Produksi Brown's Gas. *Jurnal Info Teknik*, 17(2) : 187-196.
- Maysha, I., Trisno, B. & H., 2013. Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2n3055 Dan *Thermoelectric Cooler*. *Jurnal Electrans*, 12(2) : 89-96.
- Meilianti., 2018. Isolasi Zat Warna (Antosianin) Alami Dari Buah Senduduk Akar (*Melastoma Malabathricum L.*) Denan Metode Ekstraksi Maserasi Menggunakan Pelarut Etanol. *Jurnal Distilasi*, 3(1), 8-15.
- Mukhriani., 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2), 361-367.
- Musaffa, Q. S., 2018. Uji Performansi *Dssc* Dengan Variasi *Dye* Dan Katalis. *Jurnal Stator*, 1(1), 124-127.

- Mustaqim., Haris, A. & G., 2017. Fabrikasi *Dye-Sensitized Solar Cell* Menggunakan Fotosensitizer Ekstrak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L) dan Elektrolit Padat Berbasis PEG (Polyethylene Glycol). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 20(2), 62-67
- Muttaqin, I., Irhamni, G. & Agani, W., 2016. Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas Analisa Rancangan Sel Surya Dengan Kapasitas. *Jurnal Teknik Mesin Uniska*, 1(2), 33-39.
- Nurhasnawati, H., S. & Handayani, F., 2017. Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzygium malaccense* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 3(1), 91-95.
- Pera, P., 2018. *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc) Dengan Ekstrak Bunga Kenikir (Cosmos Caudatus) Sebagai Pemeca Cahaya..* Skripsi: Universitas Sriwijaya.
- Prasatya, A. N. & Susanti, D., 2013. Pengaruh Temperatur Kalsinasi Pada Kaca Fto Yang Di-Coating Zno Terhadap Efisiensi *Dssc (Dye Sensitized Solar Cell)* Yang Menggunakan *Dye* Dari Buah Terung Belanda (*Solanum Betaceum*). *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 378-383.
- Prasetyo, Y. H., Wahyuningsih, S. & Suryana, R., 2014. Studi Variasi Elektrolit Terhadap Kinerja *Dye-Sensitized Solar Cell (Dssc)*. *Jurnal Fisika Indonesia*, 10(9), 47-49.
- Prayudo, A. N., Novian, O., S. & A., 2015. Koefisien Transfer Massa Kurkumin Dari Temulawak. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 14(1), 26-31.
- Priska, M., Peni, N. & Carvallo, L., 2018. Antosianin Dan Pemanfaatannya. *Jurnal Cakra Kimia*, 2(6), 79-97.
- Purbasari, D., 2019. Aplikasi Metode Foam-Mat Drying Dalam Pembuatan Bubuk Susu Kedelai Instan. *Jurnal Agroteknologi*, 13(1), 52-61.
- Purwanto, R. & Prajitno, G., 2013. Variasi Kecepatan Dan Waktu Pemutaran *Spin Coating* Dalam Pelapisan TiO_2 Untuk Pembuatan Dan Karakterisasi Prototipe *Dssc* Dengan Ekstraksi Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana*) Sebagai *Dye Sensitizer*. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(1), 1-7.
- Puspitasari, N., Adawiyah, S. R. & Fajar, M. N., 2017. Pengaruh Jenis Katalis Pada Elektroda Pembanding Terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cells* Dengan Klorofil Sebagai *Dye Sensitizer*. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 13(1), 30-33.
- Putri, Laili. M. Prihandono. T. D. Supriadi. B., 2017. Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Laju Kenaikan Suhu Larutan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), 147-153.

- Qibtiya, M. A., Muliani, L. & Hidayat, J., 2014. Karakteristik Pasta Tio₂ Suhu Rendah Untuk Aplikasi *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)*. *Jurnal Elektronika Dan Telekomunikasi*, 14(1), 24-28.
- Rafika, A., 2017. Sintesis Dan Karakterisasi *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)* Dengan Sensitizer Antosianin Dari Bunga Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*). *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 1(2), 140-150.
- Rakhman, D. F., Pramono, S. . H. & Maulana, E., n.d. 2014 Pengaruh Variasi Konsentrasi Klorofil Terhadap Daya Keluaran *Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)*.
- Rizaldi, D. R., Doyan, . A. & . S., 2021. Sintesis Lapisan Tipis Tio₂:(F+In) Pada Substrat Kaca Dengan Metode *Spin-Coating* Sebagai Bahan Sel Surya. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 219-224.
- Rosana, N. T., 2015. *Natural Green Pigments To Transform Sunlight Into Electricity*. *Journal Of Chemical AndPharmaceutical Research*, 7(4), 15-17.
- Salafudin. A., . Nurosyid. F. & K. T., 2017. Optimasi Volume Pengenceran Larutan *Dye* Bunga Mawar (*Rosa hybrida hort*) Dengan Metanol Terhadap Efisiensi *DSSC*. *Jurnal Ilmu Fisika* , 9(2), 68-75.
- Sampebarra, A. . L., 2018. Karakteristik Zat Warna Antosianin Dari Biji Kakao Non Fermentasi Sebagai Sumber Zat Warna Alam. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 1(13), 63-70.
- Satriani, W., 2017. Pembuatan Prototipe *Dye Sensitized Solar Cell (Dssc)* Menggunakan Klorofil Daun Jarak Dan Tegangan Baterai Menggunakan Panel Surya. In: *Skripsi*. Universitas Hassanudin Makassar: S.N.
- Setiawan, A., Fatayati, I. & Aliah, H., 2015. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Costaricensis*) Terhadap Efisiensi *Dssc*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 11(1), 1-7.
- Susanto., Saputra, B. A. & Nisa, K., 2014. Analisis Spektrum Absorbansi Pigmen Flavonoid Dari Daun Tanaman Andong (*Cordyline Fruticosa L.*) Sebagai *Dye Solar Cell*. *Jurnal Fisika*, 4(2), 92-95.
- Sudarlin, 2019. Modifikasi Teoritik Sianidin sebagai Sensitiser pada *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* Menggunakan Gugus Penarik Elektron Asam Rodaninasetat. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 4(1), 34-41.
- Sugeng., Rokhman, T. & P., 2018. Rancang Bangun Prototipe Gardu Pembangkit Listrik Hybrid Mikro Hidro Dan Sel Surya Sebagai Media Pembelajaran PraktikumTeknik Elektro. *Jurnal E-KOMTEK (Elektro-Komputer-Teknik)*, 2(1), 1-9

- Trianiza, I., 2020. Uji Spektrum Cahaya Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Sebagai Absorber Pada *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. *Jurnal Jieom* 3(1), 15-18.
- Umam, M. C. & Hastuti, E., 2013. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Efisiensi Sel Surya Tersensitisasi Dye Dari Tinta Sotong Dan Ekstrak Teh Hitam. *Jurnal Neutrino*, 5(2), 73-80.
- Widayana, G., 2012. Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Undiksha*, 9(1) : 37-46.
- Wulandari, R. D. A., 2019. Fabrikasi *Dssc (Dye-Sensitized Solar Cell)* Berbasis Ekstrak Jantung Pisang Dengan Metode Spin Coating Untuk Studi Stabilitas Dan Sifat Optik *Dssc*. Skripsi ed. Universitas Negeri Semarang.
- Yasmin, 2019. Modul 1: Kimia Dasar 2 (edisi 2) Larutan. Tangerang Selatan. Universitas Terbuka
- Zakiah, M., Manurung, T. F. & Wulandari, . R. S., 2018. Kandungan Klorofil Daun Pada Empat Jenis Pohon Di Arboretum Sylva Indonesia Pc. Universitas Tanjungpura. *Jurnal Hutan Lestari*, 6(1), 48-55.