

SKRIPSI

**VARIASI PERBANDINGAN KOMBINASI BUAH
SENDUDUK (*Melastoma malabathricum*) DAN BUNGA
TELANG (*Clitoria ternatea*) TERHADAP EFISIENSI DYE
SENSITIZED SOLAR CELL**

**THE COMPARISON OF COMBINATIONS VARIATIONS
FROM SENDUDUK FRUIT (*Melastoma malabathricum*) AND
BUTTERFLY PEA FLOWER (*Clitoria ternatea*) ON DYE
SENSITIZED SOLAR CELL EFFICIENCY**



Muhamad Firdaus
05021182126009

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

SUMMARY

MUHAMAD FIRDAUS. The Comparison of Combinations Variations From Senduduk Fruit (*Melastoma Malabathricum*) and Butterfly Pea Flower (*Clitoria Ternatea*) on Dye Sensitized Solar Cell Efficiency (Supervised by **TAMRIN**)

Dye sensitized solar cells are a type of solar cell technology that uses *dye* to absorb light above a layer of TiO_2 semiconductor. Dye sensitized solar cells consist of a layer of TiO_2 semiconductor, dye as a light absorber, electrolyte as an electron donor, and a counter electrode, with a structure resembling a sandwich. Dye plays a crucial role in Dye Sensitized Solar Cells as it captures light and converts it into electricity. One of the primary factors affecting *DSSC* efficiency is the type of dye used, as each dye can only absorb light within a specific wavelength range. This limitation can be overcome by combining two or more types of dyes with different absorption spectra, thereby achieving broader light absorption and improving solar cell performance. This study aimed to investigate the effect of combining natural dyes from anthocyanins of senduduk fruit and butterfly pea flowers in various ratios 1:1, 1:3, and 3:1 on enhancing *DSSC* efficiency. The research process consisted of three main stages: preparation of the *DSSC* structure, assembly of the *DSSC* layers, and measurement of the electrical characteristics of the *DSSC*. The parameters observed included absorbance, bandgap energy, generated voltage and current, maximum power, fill factor, and efficiency. The results showed that the use of dye combinations provided better performance than single dyes, with the best results obtained at a ratio of 1:3, producing V_{oc} of 611 mV, I_{sc} of 67,7 μA , V_{max} of 275 mV, I_{max} of 0,0547 mA, P_{max} of 15,0425 μW , and an efficiency of 0,0541%.

Keywords: Butterfly Pea Flower, Dye, *DSSC*, Efficiency, Senduduk Fruit.

RINGKASAN

MUHAMAD FIRDAUS. Variasi Perbandingan Kombinasi Buah Senduduk (*Melastoma malabathricum*) dan Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell* (Dibimbing oleh **TAMRIN**)

Dye Sensitized Solar Cell merupakan teknologi sel surya yang menggunakan *dye* yang berfungsi menyerap cahaya diatas lapisan semikonduktor TiO_2 . *DSSC* terdiri dari lapisan semikonduktor TiO_2 , *dye* sebagai penyerap cahaya, elektrolit sebagai pendonor elektron, dan elektroda lawan, dengan struktur yang menyerupai sandwich. *Dye* berperan penting dalam *Dye Sensitized Solar Cells* karena berperan dalam menangkap cahaya dan mengkonversinya menjadi listrik. Salah satu faktor utama yang memengaruhi efisiensi *DSSC* adalah jenis *dye* yang digunakan, karena setiap *dye* hanya dapat menyerap cahaya pada rentang panjang gelombang tertentu. Keterbatasan ini dapat diatasi dengan mengkombinasikan dua atau lebih jenis *dye* yang memiliki spektrum serapan berbeda, sehingga menghasilkan penyerapan cahaya yang lebih luas dan meningkatkan kinerja sel surya. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh kombinasi *dye* alami dari antosianin buah senduduk dan bunga telang dalam beberapa perbandingan yaitu, 1:1, 1:3, 3:1 dalam meningkatkan efisiensi *DSSC*. Proses penelitian meliputi tiga tahap utama, yaitu: persiapan struktur *DSSC*, perangkaian lapisan *DSSC*, pengukuran karakteristik listrik *DSSC*. Parameter yang diamati meliputi nilai absorbansi, energi *bandgap*, tegangan dan arus yang dihasilkan, daya maksimum, *fill factor*, dan efisiensi. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi *dye* memberikan performa lebih baik dibandingkan *dye* tunggal, dengan hasil terbaik diperoleh pada rasio 1:3 yang menghasilkan V_{oc} sebesar 611 mV, I_{sc} 67,7 μA , V_{max} 275 mV, I_{max} 0,0547 mA, P_{max} 15,0425 μW , dan efisiensi sebesar 0,0541%.

Kata Kunci: Bunga Telang, Buah Senduduk, *Dye*, *DSSC*, Efisiensi.

SKRIPSI

VARIASI PERBANDINGAN KOMBINASI BUAH SENDUDUK (*Melastoma malabathricum*) DAN BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea*) TERHADAP EFISIENSI DYE SENSITIZED SOLAR CELL

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



Muhamad Firdaus
05021182126009

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

VARIASI PERBANDINGAN KOMBINASI BUAH SENDUDUK (*Melastoma malabathricum*) DAN BUNGA TELANG (*Clitoria ternatea*) TERHADAP EFISIENSI DYE SENSITIZED SOLAR CELL

SKRIPSI

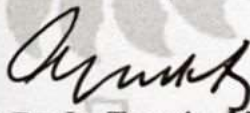
Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya

Oleh:

Muhamad Firdaus
05021182126009

Indralaya, Juli 2025

Menyetujui :
Pembimbing


Prof. Dr. Ir. Tamrin, M. Si.
NIP. 196309181990031004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.
NIP. 196412291990011001

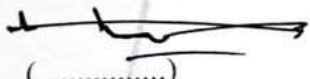
Skripsi dengan judul “Variasi Perbandingan Kombinasi Buah Senduduk (*Melastoma malabathricum*) dan Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell*” oleh Muhamad Firdaus telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 26 Juni 2025 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Tamrin, M.Si.
NIP.196309181990031004

Pembimbing (.....)

2. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.
NIP.196008021987031004

Penguji (.....)

Indralaya, Juli 2025

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian



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


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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhamad Firdaus

Nim : 05021182126009

Judul : Variasi Perbandingan Kombinasi Buah Senduduk (*Melastoma malabathricum*) dan Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell*.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi 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, Juli 2025


Muhamad Firdaus

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan atas segala kenikmatan yang melimpah serta berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Variasi Perbandingan Kombinasi Buah Senduduk (*Melastoma malabathricum*) dan Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) Terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell*.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini penulis menyampaikan rasa syukur sebesar-besarnya kepada Tuhan yang Maha Esa, yang telah memberikan kesehatan serta kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini dan rasa terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing skripsi, yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan serta arahan, masukan dan saran serta motivasi demi terselesainya skripsi ini.

Penulis sangat menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini maka itu penulis sangat menerima kritik dan saran yang membangun agar dapat membuat skripsi ini lebih baik lagi dan semoga dapat menjadi referensi yang bermanfaat untuk kedepannya.

Indralaya, Juli 2025

Muhamad Firdaus

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang tulus penulis haturkan atas segala bentuk bantuan, arahan, Kritik, saran, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak yang telah berperan penting dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proses perkuliahan ini dengan lancar dan baik.
2. Kepada ayah dan ibu tercinta, Bapak Siman Hardani Putra dan Ibu Eroh Ropiah, atas segala kasih sayang, doa, semangat, serta segala bentuk dukungan baik secara moral maupun materi yang tak henti-hentinya diberikan selama ini.
3. Kepada saudara-saudari penulis, yaitu kakak saya Arofi Fitra Dani, yang senantiasa memberikan dukungan, doa, serta motivasi yang menjadi sumber semangat dalam menjalani masa perkuliahan.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Tamrin, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik, pembimbing magang, dan pembimbing skripsi, yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, masukan, motivasi, dan arahan berharga dalam proses penelitian ini. Semoga Allah senantiasa melimpahkan perlindungan dan keberkahan kepada Bapak dan keluarga.
5. Bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr., selaku dosen pembahas dalam penelitian ini, atas kesediaannya memberikan waktu, saran, dan motivasi yang sangat membantu penulis.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Bapak Prof. Dr. Budi Santoso, S.TP., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Dr. Hilda Agustina, S.TP., M.Si., selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian, serta Ibu Dr. Puspitahati, S.TP., M.P., selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertanian, atas dukungan dan bantuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
7. Segenap Bapak dan Ibu Dosen di Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik, membimbing, dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan, nilai-nilai etika, serta akhlak mulia di bidang Teknologi Pertanian.

8. Kepada staf administrasi Jurusan Teknologi Pertanian, Mba Nike dan Kak Jhon, atas segala bantuan dan informasi yang telah diberikan selama proses akademik berlangsung.
9. Seluruh karyawan di Fakultas Pertanian dan Jurusan Teknologi Pertanian yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.
10. Kepada rekan seperjuangan selama proses bimbingan: Muhammad Firdaus, Etria, dan Ihsan Hasimi. Terima kasih atas segala bantuan, semangat, dan dukungan sejak awal bimbingan hingga selesainya penelitian ini.
11. Kepada Kak Imes Suci Ramadhani selaku asisten dosen pembimbing, Kak Muaffan Alfaiz Wisaksono, dan Kak Muhammad Rizki Azra penulis menyampaikan terima kasih atas waktu, perhatian, serta bantuan yang telah diberikan selama proses penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.
12. Kepada teman-teman penulis: Ghaly Marcheleo, Gabriel Halomoan, Irham Dhafin, Muhammad Rendy Hafizh, Tubagus Aqsal, Jeremy Panjaitan, Feby Juniansyah, Aldi Parnando, Sukery Jaya, Muhammad Tilla, Gusti Prayoga, Alvin Caesar, Rafly Aryaputra, Charlos Adithya, Juliadi, Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, serta canda tawa yang telah diberikan selama masa kuliah.
13. Kepada seluruh teman angkatan Teknologi Pertanian 2021, terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, dan perjuangan berharga yang telah dilalui bersama selama menempuh pendidikan.
14. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan kontribusi dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

Indralaya, Juli 2025

Muhamad Firdaus

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	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 (DSSC)</i>	4
2.2.1. Struktur <i>DSSC</i>	4
2.2.2. Prinsip Kerja <i>DSSC</i>	8
2.3. Antosianin	9
2.4. Buah Senduduk	10
2.5. Bunga Telang	11
2.6. Metode Ekstrasi <i>Dye</i>	12
2.7. Pengukuran dan Perhitungan Performa <i>DSSC</i>	12
2.7.1. Absorbansi	12
2.7.2. Perhitungan Arus dan Tegangan	13
2.7.3. Perhitungan Daya	14
2.7.4. Perhitungan <i>Fill Factor</i>	14
2.7.5. Perhitungan Efisiensi Terhadap Kinerja <i>DSSC</i>	15
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	16
3.1. Tempat dan Waktu	16
3.2. Alat dan Bahan.....	16
3.3. Metode Penelitian.....	16

	Halaman
3.4. Cara Kerja	18
3.4.1. Persiapan Struktur <i>DSSC</i>	18
3.4.2. Penyusunan dan Perangkaian <i>DSSC</i>	20
3.4.3. Pengujian Rangkaian <i>DSSC</i>	21
3.5. Parameter Penelitian	21
3.5.1. Absorbansi	21
3.5.2. Perhitungan Energi <i>Bandgap</i>	22
3.5.3. Pengukuran Arus dan Tegangan	22
3.5.4. Perhitungan Daya	23
3.5.5. Perhitungan <i>Fill Factor</i>	23
3.5.6. Perhitungan Efisiensi <i>DSSC</i>	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Absorbansi	25
4.1.1. Absorbansi <i>dye</i> tunggal	25
4.1.2. Absorbansi <i>dye</i> kombinasi	26
4.2. Analisa <i>Bandgap</i>	27
4.3. Kurva Arus dan Tegangan	28
4.3.1. <i>DSSC A1 Dye Tunggal</i> Senduduk.....	29
4.3.2. <i>DSSC A2 Dye Tunggal</i> Telang	30
4.3.3. <i>DSSC A3 Kombinasi Dye 1:1</i>	31
4.3.4. <i>DSSC A4 Kombinasi Dye 1:3</i>	31
4.3.5. <i>DSSC A5 Kombinasi Dye 3:1</i>	32
4.4. Perhitungan <i>Fill Factor</i>	33
4.5. Efisiensi	34
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Nilai <i>bandgap</i>	27
Tabel 4.2. Hasil pengukuran dan pengolahan data	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Struktur lapisan <i>DSSC</i>	5
Gambar 2.2. Prinsip kerja <i>DSSC</i>	9
Gambar 2.3. Buah senduduk.....	10
Gambar 2.4. Bunga telang.....	11
Gambar 2.5. Kurva arus dan tegangan	14
Gambar 4.1. Absorbansi <i>dye</i> tunggal	25
Gambar 4.2. Absorbansi <i>dye</i> kombinasi	26
Gambar 4.3. Kurva I-V <i>DSSC</i> A1.....	29
Gambar 4.4. Kurva I-V <i>DSSC</i> A2.....	30
Gambar 4.5. Kurva I-V <i>DSSC</i> A3.....	31
Gambar 4.6. Kurva I-V <i>DSSC</i> A4.....	32
Gambar 4.7. Kurva I-V <i>DSSC</i> A5.....	32
Gambar 4.8. Nilai <i>fill factor</i> <i>DSSC</i>	33
Gambar 4.9. Nilai efisiensi <i>DSSC</i>	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	44
Lampiran 2. Hasil pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> A1.....	45
Lampiran 3. Hasil pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> A2.....	47
Lampiran 4. Hasil pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> A3	48
Lampiran 5. Hasil pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> A4.....	51
Lampiran 6. Hasil pengukuran arus dan tegangan <i>DSSC</i> A5.....	54
Lampiran 7. Perhitungan daya yang diserap..	58
Lampiran 8. Perhitungan <i>fill factor</i>	59
Lampiran 9. Perhitungan daya yang dihasilkan.	60
Lampiran 10. Perhitungan efisiensi.....	61
Lampiran 11. Dokumentasi penelitian.	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumber energi terbarukan yang paling ramah lingkungan dan tidak memerlukan biaya adalah energi matahari. Meskipun demikian, kebutuhan energi global masih sebagian besar dipenuhi oleh bahan bakar fosil seperti batubara, gas alam, dan minyak, sehingga pemanfaatan energi matahari sebagai sumber utama masih terbatas. Permintaan akan sumber energi alternatif, atau energi terbarukan, semakin meningkat akibat penurunan bertahap pasokan sumber energi konvensional (Andari, 2017).

Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi penting saat ini. Selain itu, Indonesia yang terletak di daerah khatulistiwa memiliki paparan sinar matahari yang melimpah, sehingga kita dapat memanfaatkan sel surya (Haryanto, 2021).

Solar cells telah diklasifikasikan menjadi tiga generasi berdasarkan perkembangan mereka. Generasi pertama terdiri dari silikon, yang mencakup silikon amorf, multicrystalline, dan monocrystalline (c-Si), dengan efisiensi sekitar 28%. Tingginya biaya produksi c-Si mendorong pengembangan generasi kedua, yaitu sel surya film tipis, yang menggunakan bahan seperti silikon amorf terhidrogenasi (a-Si:H), cadmium telluride (CdTe), dan copper indium diselenide (CuInSe_2) dengan efisiensi maksimum masing-masing 20% dan 17%. Generasi ketiga sel surya mencakup jenis organik, seperti *Dye Sensitized Solar Cells (DSSC)*, yang menggunakan polimer murah sebagai pengganti semikonduktor anorganik, dengan efisiensi sekitar 11% untuk *DSSC* dan 8% untuk sel surya polimer (Setyawan, 2018).

Dye Sensitized Solar Cell terdiri dari susunan yang menyerupai sandwich, mencakup semikonduktor TiO_2 , pewarna sebagai penyerapan cahaya, elektrolit sebagai *supply* elektron, dan elektroda lawan. Pewarna berperan penting dalam mekanisme transfer elektron *DSSC*, karena ia menyerap energi matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik (Andari, 2017).

Dye merupakan komponen utama dalam *DSSC* karena perannya dalam menyerap cahaya dan mengubahnya menjadi listrik. Oleh karena itu, jenis pewarna yang digunakan pada *DSSC* sangat mempengaruhi nilai efisiensi yang didapat. Untuk memaksimalkan penyerapan foton dari sinar matahari, diperlukan pewarna yang memiliki spektrum penyerapan yang luas dan intensitas tinggi (Roviqoh dan Kusumawati, 2022). *Dye* dapat dibuat dari bahan organik maupun anorganik. *Dye* organik mengandung senyawa seperti karoten, antosianin, dan klorofil. Senyawa organik yang dapat diekstraksi dari bagian bagian tanaman seperti akar, daun, bunga, dan buah (Maulina *et al.*, 2014).

Antosianin yang terdapat pada tanaman senduduk dapat dimanfaatkan sebagai sensitizer alami saat ekstrak warna atau dalam bentuk bubuk (Fitria *et al.*, 2016). Molekul antosianin yang terdapat dalam buah senduduk memiliki kemampuan untuk menyerap cahaya tampak dengan panjang gelombang antara 490 hingga 535 nm (Priska *et al.*, 2018). Penelitian ini menunjukkan bahwa buah senduduk mampu menyerap warna hijau.

Tanaman yang dikenal sebagai bunga telang (*Clitoria ternatea L.*) kaya akan antosianin. antosianin yang terdapat pada bunga telang berkontribusi terhadap kemampuan prototipe *DSSC* dalam menyerap sinar matahari (Kuswindayanti, 2020). Bunga telang dapat menyerap cahaya dengan panjang gelombang antara 500 hingga 650 nm (Suhaimi *et al.*, 2025). Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa bunga telang mampu menyerap warna kuning.

Efisiensi *DSSC* salah satunya dipengaruhi dari jenis *dye* yang digunakan. Dalam rentang panjang gelombang tertentu, satu jenis pewarna memiliki nilai penyerapan cahaya yang terbatas. Hal ini menyebabkan lebih sedikit cahaya yang dapat dirubah menjadi energi listrik (Maya *et al.*, 2017). Pewarna yang optimal harus memiliki penyerapan yang kuat pada rentang panjang gelombang yang luas (Hasniah, 2016).

Maka dari itu diperlukan lebih dari satu jenis *dye* alami yang dicampurkan atau digabungkan untuk membuat daerah serapan absorbansinya menjadi lebih luas sehingga dapat meningkatkan nilai efisiensi *DSSC*.

Nilai efisiensi yang lebih tinggi telah dicapai dengan menggabungkan beberapa pewarna dalam berbagai penelitian, dibandingkan dengan hanya menggunakan satu jenis pewarna. Pratiwi *et al.*, (2017) menunjukkan, bahwa campuran pewarna meningkatkan efisiensi menjadi 0,154%, sementara pewarna tunggal dari antosianin kulit manggis dan klorofil pada lumut memiliki efisiensi masing-masing sebesar 0,049% dan 0,042%.

Selain itu, penelitian oleh Azra *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa kombinasi warna dari eceng gondok dan buah senduduk memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi yaitu 0,049%, sedangkan nilai efisiensi dari pewarna tunggal hanya 0,003% untuk eceng gondok dan 0,024% untuk buah senduduk.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini mempelajari kombinasi dari dua jenis *dye* yang berbeda, yaitu antosianin dari buah senduduk dan bunga telang dalam berbagai variasi komposisi, dengan tujuan meningkatkan efisiensi *DSSC*.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari penggunaan kombinasi *dye* antosianin buah senduduk dan bunga telang dalam berbagai variasi perbandingan terhadap nilai efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*.

1.3. Hipotesis

Diduga kombinasi buah senduduk dan bunga telang sebagai *dye* dapat meningkatkan efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminullah, M. W., Setiawan, H., Huda, A., Samaulah, H., Haryati, S., dan Bustan, M. D. (2019). Pengaruh Komposisi Material Semikonduktor Dalam Menurunkan Energi Band Gap Terhadap Konversi Gelombang Mikro. *Jurnal Eccis*, 13(2), 65-70.
- Andari, R., 2017. Sintesis dan Karakterisasi *Dye Sensitized Solar Cells (DSSC)* dengan Sensitizer Antosianin dari Bunga Rosella. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 13(4): 88-95.
- Anriyan, A. (2023). Pengaruh Komposisi Campuran Antosianin Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*) Dan Klorofil Daun Pepaya (*Carica Papaya*) terhadap Efisiensi DSSC (*Doctoral dissertation*, Universitas Hasanuddin).
- Arifin, Z., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D. dan Suyitno, S., 2017. Performance Enhancement of Dye-Sensitized Solar Cells Using a Natural Sensitizer *International Journal of Photoenergy*, Hindawi, pp.1-5.
- Arinil, H., Amri, A., & Fadli, A. (2016). *Pengaruh fraksi etanol dalam pelarut dan ketebalan coating TiO₂ terhadap kinerja prototip Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) berbasis dye dari buah tumbuhan senduduk (Melastoma malabathricum)* (Doctoral dissertation, Riau University).
- 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.
- Azra, M. R., Tamrin, dan Hower, H. (2024). Analysis performance of dye-sensitized solar cells (DSSC) of single and double mixed natural dye as photosensitizers. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(3), 2324–2328.
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., dan 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, Leng, T. dan Aziz, H. 2016. *Dye Sensitized Solar Cells (DSSC)* dengan Sensitizer Dye Alami Daun Pandan, Akar Kunyit dan Biji Beras Merah (Black Rice). *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*. 1:1–8.
- Dahlan, M. (2019). Pembuatan Kaca Konduktif Dari Tin (Ii) Chloride Dengan Metode Sprai Untuk Aplikasi *Dye Sensitized Solar Cell (Doctoral dissertation*, Universitas Hasanuddin).

- Dewi, S. P. (2022). Pengaruh Konsentrasi Natural Dye Tumbuhan Teratai (*Nymphaea pubescens L.*) Terhadap Kinerja Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Fadhilah, N. (2018). Modifikasi Fotoanoda DSSC (Dye Sensitized Solar Cells) dengan Nanopartikel Struktur Core-shell Au TiO₂ SiO₂ Berbasis SiO₂ Ekstraksi Lumpur Sidoarjo. Surabaya Departemen Fisika, Fakultas Teknologi Industri, ITS.
- Fauziah, A. (2017). Pengaruh Bahan Pengekstrak Terhadap Karakteristik Ekstrak Senyawa Fungsional Dari Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus Polyrhizus*) (Doctoral Dissertation, Fakultas Teknik).
- Fitria, A., Amri, A. dan 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 Jom Fteknik, 3(1), 1-9.
- Fitriya, H., Rif'ati D. H., dan Albertus D. L., 2017. Pengaruh Lama Perendaman TiO₂ dalam Dye Sensitizer Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum L*) Terhadap Efisiensi Dye Sensitizer Solar Cell (DSSC). Jurnal Pembelajaran Fisika. 5(4), 343-350.
- Furqoni, L., Supriyanto, A., dan Nurrosyid, F. (2016). Pengaruh Tipe Screen Printing dengan Teknik Double Cycle Lapisan TiO₂ Sebagai Elektroda Kerja Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). Jurnal Fisika dan Aplikasinya, 12, 17-20.
- Hafidha, Q. A., dan Kusumawati, N. (2022). Pengaruh Variasi pH pada Kombinasi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) dan Daun Mangga (*Mangifera indica L.*) sebagai Photosensitizer Alami terhadap Kinerja Dye Sensitized Solar Cell (DSSC). In *Prosiding Seminar Nasional Kimia* (Vol. 1, pp. 7-18).
- Handito, D., Basuki, E., Saloko, S., Dwikasari, L. G., & Triani, E. (2022). Analisis komposisi bunga telang (*Clitoria ternatea*) sebagai antioksidan alami pada produk pangan. *Prosiding Saintek*, 4, 64-70.
- Hariyanto, Rusdi, M., Fergiansyah, N., dan Parennden, D., 2020. Karakteristik Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Dari Ekstrak Sari Buah Merah (*Pandanus Coneideus*). Jurnal Mjeme, 3(1), 31-39.
- Haryanto, T. (2021). Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 10(1), 41-48.
- Hasan, H. (2012). Perancangan pembangkit listrik tenaga surya di pulau Saugi. *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan*, 10(2), 169-180.
- Hasniah, A. (2016). Potensi Aplikasi Bayam Merah dan Jahe Merah sebagai Dye Pada Sel Surya Berbasis Dye (DSSC), (6), 1-146.

- Julianti, T. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Basa Schiff dari Salisilaldehida dan Etilendiamina Sebagai *Sensitizer* dengan Variasi Elektrolit Gel dalam Kinerja *Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC).
- Kuku, T. D. P. 2020 Perbandingan Efisiensi Sel Fotovoltaik Berbasis DSSC Dari Ekstrak Zat Warna Segar Dan Kering Tumbuhan Secang.
- Kuswindayanti, N. M. (2020). Efek Anti inflamasi Topikal Ekstrak Etanol Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*) Terhadap Jumlah Sel Neutrofil dan Ekspresi COX-2 Pada Kulit Mencit Terinduksi Karagenin. Skripsi. Universitas Sanata Dharma.
- Mabrurroh, I., 2019. Performa *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) dengan Variasi Lama Perendaman Pasta Titanium Dioksida (TiO_2) dalam *Dye* dan Intensitas Cahaya. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Maddu, A., Zuhri, M., dan Irmansyah, I. (2010). Penggunaan ekstrak antosianin kol merah sebagai Fotosensitizer pada sel surya TiO_2 Nanokristal Tersensitisasi *Dye*. *Makara Journal of Technology*, 11(2), 150092.
- Manurung. 2021. Pengaruh Penggunaan *Dye* Tunggal dan *Dye* Campuran Terhadap Efisiensi Kerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). Skripsi Program Studi Fisika Jurusan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Jambi.
- Marpaung, A. M., & Paramaputri, A. (2023). UV-visible light spectra of *Clitoria ternatea L.* flower extract during aqueous extraction and storage. *International Food Research Journal*, 30(3), 764-773.
- Maulana, M. F. (2021) Preparasi *Dye Sensitized Solar Cell* dengan Fotoelektroda ZnO-TiO_2 yang Tersensitiser dari buah Jamblang (*Syzygium cumini*) dan Buah Leunca (*Olanum nigrum L.*). Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- 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.
- Maya, D., F., Fahru. N., dan Risa, S. (2017). Pengaruh Komposisi Campuran Antosianin Klorofil Sebagai Fotosensitizer Terhadap Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell*. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- Misbachudin, M. C., Rondonuwu, F. S., & Sutresno, A. (2014). Pengaruh pH Larutan Antosianin Strawberry dalam Prototipe *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC). *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 10(2), 57-62.

- Mubarak, M. H. (2019). *Pengaruh Komposisi Campuran Pewarna Alami Kurkumin, Klorofil, Antosianin Sebagai Fotosensitizer Terhadap Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya). Mukhriani., 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2), 361-367.
- Ningsih, R.W., 2020. Performa Dye Sensitized Solar Cell Menggunakan Pemeka Cahaya dari Ekstraksi Klorofil Daun Eceng Gondok dengan Metode Ultrasonic Assisted Exstraction. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sriwijaya.
- Nurhasnawati, H., S. dan 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.
- Nurwahidah. 2021. Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid Hasil Ekstraksi Daun Kopasanda (*Chromolaena odorata*). Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Ooyama, Y., dan Harima, Y. 2012. *Photophysical and Electrochemical Properties, and Molecular Structures of Organic Dyes for Dye-Sensitized Solar Cells*. *ChemPhysChem*, 13(18), 4032-4080.
- Patunrengi, I. I., dan Aisyah, A. (2020). Perbandingan Efisiensi Sel Fotovoltaik Berbasis DSSC Dari Ekstrak Zat Warna Segar Dan Kering Tumbuhan Secang, Tarum Dan Pacar Kuku. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 14(1).
- Prasatya, A. N. dan Susanti, D., 2013. Pengaruh Temperatur Kalsinasi Pada Kaca Fto Yang Di-Coating Zno Terhadap Efisiensi DSSC (*Dye Sensitized Solar Cell*) Menggunakan Dye Dari Buah Terung Belanda (*Solanum betaceum*). *Jurnal Teknik Pomits*, 2(2), 378-383.
- Prasetyo, Y. H., Wahyuningsih, S., dan Suryana, R., 2014. Studi Variasi Elektrolit Terhadap Kinerja Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC). *Jurnal Fisika Indonesia*, 10(9), 47-49.
- Pratiwi, D. D., Nurosyid, F., Supriyanto, A., & Suryana, R. (2017, November). Performance improvement of dye-sensitized solar cells (DSSC) by using dyes mixture from chlorophyll and anthocyanin. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 909, No. 1, p. 012025).
- Prayudo, A. N., Novian, O., S., dan A., 2015. Koefisien Transfer Massa Kurkumin Dari Temulawak. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 14(1), 26-31.

- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., dan Ngapa, Y.D., 2018. Review : Antosianin Dan Pemanfaatannya. *Jurnal Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chamistry)*. 6(2): 79-97.
- Puspita, N. (2012). Studi Awal Pembuatan Prototype Dye Sensitizer Solar Cell (DSSC) Menggunakan ekstraksi Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*) Sebagai Dye Sensitizer Dengan variabel Luas permukaan lapisan TiO₂. *Tugas Akhir, ITS Surabaya*.
- Puspitasari, N., Silviyanti, N. A., Yudoyono, G., Prajitno, G., Rubiyanto, A. dan Endarko., 2018. Pengaruh Ketebalan Lapisan TiO₂ terhadap Performasi *Dye Sensitized Solar Cell*. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 14(1): 12-15.
- Rahayu, D., Bagitaningtyas, A., dan Hidayat, A. (2011). Pengembangan Sel Surya Berpewarna Tersensitisasi (*Dye Sensitized Solar Cell*) Dengan Senyawa Morin Darikayu Nangka (*Artocarpus Heterophyllus L.*). *Pelita-Jurnal Penelitian Mahasiswa UNY*, (1).
- Ramadhani, R., dan Octarya, Z. (2017). Pemanfaatan Ekstrak Buah Senduduk (*Melastoma malabathricum L.*) sebagai Alternatif Indikator Alami Titrasi Asam Basa dan Implementasinya dalam Praktikum di Sekolah. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 1(1), 57-64.
- Ramadhanty, A. R., dan Iqbal, I. (2021). Analisa Kualitas Klorofil dan Absorbansi Daun Jarak Merah (*Jatropha gossypifolia L.*) dan Daun Biduri (*Calotropis gigantea*) Sebagai Bahan Pewarna Pada *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)*. *Gravitasi*, 20(2), 47-50.
- Roviqoh, A., dan Kusumawati, N. (2022). Optimasi pH Kombinasi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) dan Daun Pisang Kering (*Musa acuminate*) sebagai *Natural Dye Sensitizer* pada Rangkaian *DSSC (Dye Sensitized Solar Cell)*. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia (Vol. 1, pp. 29-38)*.
- Setyawan, L. B. (2018). Perkembangan dan Prospek Sel Fotovoltaik Organik: Sebuah Telaah Ilmiah. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 17(02), 93-100.
- Sharma, K., Sharma, V., & Sharma, S. S. (2018). Dye-sensitized solar cells: fundamentals and current status. *Nanoscale research letters*, 13, 1-46.
- Sova, R. R., dan Setiarso, P. (2021). Studi Elektrokimia Klorofil dan Antosianin Sebagai Fotosensitizer *DSSC (Dye Sensitized Solar Cell)*. *UNESA Journal of Chemistry*, 10(2), 191-199.
- Suhaimi, M. S., Zafri., Salleh, H., Ghazali, S. M., Sinin, D. W., Alias, N. S., dan Sukardi, S. R. (2025). Effect of natural dye's colours on electrical conductivity of hybrid thin film for solid state dye-sensitized solar cell. *Journal of Advanced Research in Micro and Nano Engineering*, 32(1), 74-83.

- Suryani, R. (2017). Isolasi Zat Warna (Antosianin) Alami Dari Buah Senduduk Akar (*Melastoma malabathricum L.*) Dengan Metode Ekstraksi Maserasi Menggunakan Pelarut Etanol (*Doctoral dissertation*, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- Susanto., Saputra, B. A., dan 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.
- Utami, U., Zulkarnain, dan Yulianti Fitri Kurnia (2021). Karakteristik fungsional daun senduduk (*melastoma malabathricum l.*) Sebagai anti cendawan pada pakan ternak ruminansia. *Journal of Animal Cemter (JAC)* 3(1), 61–68.
- Wijaya, N. H., Kartika, W., dan Utari, A. R. D. (2019). Deteksi radiasi gelombang elektromagnetik dari peralatan medis dan elektronik di rumah sakit. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, 6(2), 102–106.