DYE SENSITIZED SOLAR CELL BERSEMIKONDUKTOR TiO_2 DENGAN FOTOSENSITIZER DARI EKSTRAK KULIT JERUK SIAM (*Citrus nobillis*) BERDASARKAN PERBEDAAN WARNA

AFIFATUL INAYAH
H1021191045

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

DYE SENSITIZED SOLAR CELL BERSEMIKONDUKTOR TiO_2 DENGAN FOTOSENSITIZER DARI EKSTRAK KULIT JERUK SIAM (*Citrus nobillis*) BERDASARKAN PERBEDAAN WARNA

AFIFATUL INAYAH
H1021191045

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: *Dye sensitized solar cell* Bersemikonduktor TiO_2 dengan Fotosensitizer dari Ekstrak Kulit Jeruk Siam (*Citrus nobillis)* Berdasarkan Perbedaan Warna
Nama Mahasiswa	: Afifatul Inayah
NIM	: H1021191045
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	: 31 Januari 2024
SK Pembimbing	: No. 3994/UN22.8/TD.06/2023 / 16 Oktober 2023
SK Penguji	: No. 4075/UN22.8/TD.06/2024 / 3 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Bintoro Siswo Nugroho S.Si., M.Si.	Asifa Asri, S.Si., M.Si.
NIP198102061006041003	NIP199006052022032010

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.	Mega Nurhanisa, S.Si., M.Si.
NIP198107302005011002	NIP198801192024212001

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Bintoro Siswo Nugroho S.Si., M.Si.	Asifa Asri, S.Si., M.Si.
NIP198102061006041003	NIP199006052022032010

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Afifatul Inayah
NIM	: H1021191004
Program Studi/ Jurusan	: Fisika/Fisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak.



Afifatul Inayah
H1021191045

Dye Sensitized Solar Cell bersemikonduktor TiO_2 dengan fotosensitizer dari ekstrak kulitjeruk siam (*Citrus nobillis*) berdasarkan perbedaan warna

Abstrak

Penelitian ini mengkaji pengaruh perbedaan warna fotosensitizer dari ekstrak kulit jeruk siam (*Citrus nobilis*) terhadap efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) berbasis semikonduktor TiO_2. DSSC, sebagai sel surya generasi ketiga, memanfaatkan pewarna alami dari kulit jeruk siam sebagai fotosensitizer. Proses penelitian meliputi ekstraksi kulit jeruk berwarna hijau dan kuning, karakterisasi spektrum serapan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dan uji efisiensi di bawah sinar matahari. Hasil menunjukkan bahwa DSSC dengan fotosensitizer hijau memiliki efisiensi lebih tinggi (0,00378%) dibandingkan dengan yang kuning (0,001358%), akibat perbedaan daya serap cahaya, terutama pada panjang gelombang 270 nm. Kesimpulannya, warna fotosensitizer secara signifikan mempengaruhi efisiensi DSSC, dan penelitian diperlukan untuk meningkatkan kinerjanya dengan pewarna alami.

Kata Kunci: DSSC, fotosensitizer, ekstrak, kulit jeruk siam, TiO_2, efisiensi sel surya.

Dye Sensitized Solar Cell With Tio_2 With Photosensitizer From Skin Extract Siam Orange (Citrus nobillis) Based On Color Differences

Abstract

This study examines the effect of color differences in photosensitizers from siamese orange peel extract (Citrus nobilis) on the efficiency of TiO_2 semiconductor-based Dye-Sensitized Solar Cells (DSSC). DSSC as a third generation solar cell utilizes natural dyes from siamese orange peel as a photosensitizer. The research process includes extraction of green and yellow chayote peels, characterization of absorption spectra using a UV-Vis spectrophotometer, and efficiency testing under sunlight exposure. The results showed that the DSSC with green photosensitizer achieved higher efficiency (0.00378%) compared to the yellow one (0.001358%), due to the difference in light absorption, especially at 270 nm wavelength. In conclusion, the photosensitizer color significantly affects the efficiency of DSSCs, and further research is needed to improve their efficiency.

Keywords: DSSC, Photosensitizer, Extract, Siamese orange peel, TiO_2, Solar cell efficiency.

PRAKATA

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, atas Berkah, karunia rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam kita hanturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita keluar dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang menderang dan menjadi tauladan yang menghantarkan kita menuntut ilmu untuk bekal akhirat dan duniawi, sehingga penulis diberi kemudahan dan kekuatan dalam menyelesaikan skripsi yang berjudul **"***Dye sensitized solar cell* bersemikonduktor TiO_2 dengan fotosensitizer dari ekstrak kulit jeruk siam (*Citrus nobillis)* berdasarkan perbedaan warna".

Penulisan skripsi ini ditujukan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura. Dalam penyelesaian penulisan skripsi ini, penulis telah mendapatkan berbagai bimbingan, arahan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua penulis yaitu Ibu Normawati dan Bapak Irsyan Sauki beserta keluarga tercinta yang tak henti-hentinya memberikan doa,dukungan, dan s-emangat kepada penulis.
2. Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Asifa Asri, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan masukan dan saran serta membimbing dengan sabar sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Pertama yang telah memberikan banyak koreksian, termasuk masukan dan saran.
5. Mega Nurhanisa, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan banyak koreksian, termasuk masukan dan saran.
6. Rama destrialdi, Ya muhammad arsyad dan Maulana febri agung yang telah memberikan masukan dan kritikan pada penulis untuk kemajuan dan perbaikan penulis.

7. Saudari Sukmawati dan Frezy Tarisha yang slalu membantu memberikan saran kepada penulis serta senantiasa menampung keluh kesah penulis saat menulis skripsi
8. Teman–teman saya yaitu Fauzal Nahardito, Rahmawati, Jihan Rahmah, Nanda Bella Febriana, Siti Azizza, Leonardho Aditya dan nama nama lain yang belum saya sebutkan yang selalu memberikan dukungan, menjadi wadah curahan hati dan menemani penulis sejak awal menulis proposal.
9. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan tugas akhir ini secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis,

Afifatul Inayah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
TIM PENGUJI..... iii
ABSTRAK..... iv
ABSTRACT..... v
KATA PENGANTAR..... vi
DAFTAR ISI..... vii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL..... xi
DAFTAR LAMPIRAN..... xii
BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah..... 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II DASAR TEORI 4
2.1 Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)..... 4
2.2 Pewarna Alami Pada Kulit Jeruk Siam 7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 11
3.3 Prosedur Kerja..... 12
3.4 Diagram alir 21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 23
4.1 Hasil Ekstraksi Dye..... 23
4.2 Hasil Karakterisasi Uv-vis 25
4.3 Karakterisasi Arus (i) dan Tegangan (v)..... 26
4.4 Nilai Efisiensi *Dye Sensitized Solar Cell* dengan Menggunakan *Dye* dari Ekstrak kulit jeruk hijau dan kulit jeruk kuning..... 27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 31
5.1 Kesimpulan 31

5.2 Saran..... 31
DAFTAR PUSTAKA 32
Lampiran 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan *sandwich* DSSC 5
Gambar 2.2 Kurva J-V sel surya 8
Gambar 2.3 Skala spektrum cahaya 10
Gambar 3.1 Proses Ekstraksi *dye* 12
Gambar 3.2 Proses perendaman kaca ITO 13
Gambar 3.3 Proses pembuatan pasta TiO_2 14
Gambar 3.4 Pendeposisian pasta 14
Gambar 3.5 Pembuatan elektrolit 15
Gambar 3.6 Elektroda karbon 16
Gambar 3.7 Lapisan *sandwich* 16
Gambar 3.8 Karaterisasi menggunakan spektrofotometer UV-vis
(a) larutan *dye* (b) alat spektrofotometer UV-vis 17
Gambar 3.9 Rangkaian pengujian tegangan terbuka V_{oc} 18
Gambar 3.10 Rangkaian pengujian arus singkat I_{sc} 19
Gambar 3.11 Skematik rangkaian pengujian V_{maks} dan I_{maks} 19
Gambar 3.12 Rangkaian pengujian V_{maks} dan I_{maks} 20
Gambar 3.13 Diagram alir pembuatan DSSC 21
Gambar 4.1 Hasil ekstraksi kulit jeruk 22
Gambar 4.2 Kulit jeruk setelah dioven 23
Gambar 4.3 Grafik hasil analisa uji UV-vis *dye* kulit jeruk hijau 24
Gambar 4.4 Grafik hasil analisa uji UV-vis *dye* kulit jeruk kuning 25
Gambar 4.5 Kurva hubungan J-V *dye* kulit jeruk hijau 28
Gambar 4.6 Kurva hubungan J-V *dye* kulit jeruk kuning 29

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai absorbsi dan panjang gelombang dari ekstrak kulit jeruk Hijau 25
Tabel 4.2 Nilai absorbsi dan panjang gelombgang dari ekstraksi kulit jeruk kuning 26
Tabel 4.3 Nilai arus dan tegaangan beserta indikator intensitas dan suhu pada DSSC *dye* ekstrak kulit jeruk hijau dan ekstrak kulit jeruk kuning 27
Tabel 4.4 Hasil analisis efisiensi DSSC *dye* ekstrak kulit jeruk hijau dan ekstrak kulit jeruk kuning 27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Nilai absorbansi 35
Lampiran 2 Data karakteristik arus-tegangan 35
Lampiran 3 Perhitungan efisiensi DSSC..... 37
Lampiran 4 Dokumentasi penelitian 38

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan energi listrik saat ini terus meningkat seiring dengan membaiknya perekonomian dan meningkatnya jumlah penduduk. Indonesia membutuhkan pasokkan energi sebanyak 290 juta ton pada tahun 2020 dan jumlah kebutuhan energi ini akan terus mengalami kenaikkan tiap tahunnya (Utami, 2020). Kebutuhan energi di Indonesia harus ditingkatkan. Oleh karena itu, pemerintah telah memutuskan untuk mengoptimalkan berbagai potensi energi non-fosil salah satunya energi surya. Energi surya diprediksi akan menjadi sumber energi utama di dunia pada awal tahun 2050 (Dewan Energi Nasional, 2014). Hal ini didukung dengan adanya rencana pemerintah dalam mengimplementasikan *dye sensitized solar cell* (DSSC) dan sel surya sebesar 23-31% pada tahun 2025-2050, yang tercantum dalam Kebijakan Energi Nasional (KEN) (Daniswara et al. 2020). Indonesia merupakan salah satu negara yang dilalui garis khatulistiwa, sehingga banyak wilayah yang memiliki intensitas sinar matahari cukup tinggi. Hal ini merupakan potensi yang cukup baik untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi yang dapat diperbarui. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara, salah satunya menggunakan sel fotovoltaik atau sering disebut dengan sel surya.

Sel surya merupakan perangkat yang mengkonversi radiasi sinar matahari. Salah satu jenis sel surya yang dikembangkan yakni DSSC. Jenis sel surya ini memanfaatkan fotosensitizer sebagai penangkap cahaya dan mengkonversi energi cahaya menjadi elektron. Fotosensitizer alami pada DSSC menggunakan berbagai jenis tumbuhan. Beberapa jenis *dye* yang potensial digunakan sebagai sensitizer pada DSSC yaitu klorofil, karotenoid, dan antosianin (Purwati et al.2021).

Penelitian mengenai DSSC terus berkembang hingga saat ini, Muhimah (2017) melaporkan bahwa DSSC dengan zat warna (*dye)* karotenoid dari kulit jeruk mentui menggunakan semikonduktor TiO_2 memiliki efisiensi sebesar 0,18%. Sejalan dengan kajian tersebut, Ernawita (2017) menganalisis DSSC menggunakan ekstraksi jeruk purut untuk menghasilkan *dye* dari kandungan

karotenoid. Efisiensi dari DSSC ini diperoleh sebesar 0,122%. Dari kedua penelitian tersebut, saat bahan *dye sensitizer* berbeda dengan semikonduktor yang sama maka efisiensi DSSC mengalami perbedaan. Pemilihan TiO_2 sebagai bahan semikonduktor DSSC dikarenakan TiO_2 memiliki konduktivitas termal yang tinggi dan bahan yang memungkinkan cahaya lewat tanpa hambatan, sehingga cahaya dapat terlihat dengan jelas saat melewati bahan tersebut (Sopamena, 2019).

Penyerapan cahaya pada DSSC dipengaruhi juga oleh warna pigmen. Kumara (2012) melaporkan klorofil menghasilkan warna hijau dapat menyerap spektrum cahaya pada panjang gelombang 400 nm sampai 435 nm. Sementara itu, senyawa tannin yang memberikan warna kuning kejinggaan dapat menyerap spektrum cahaya di panjang gelombang 435 sampai 490 nm.

Penelitian ini akan difokuskan pada ekstraksi *dye* dari kulit jeruk siam (*Citrus nobilis*) dan aplikasinya pada DSSC. Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan perbedaan warna kulit jeruk siam sebagai *dye* pada DSSC. Kulit jeruk yang telah diekstraksi akan menghasilkan dua warna utama, yaitu hijau dan kuning. Selanjutnya, penelitian ini akan menganalisis bagaimana perbedaan warna *dye* tersebut memengaruhi efisiensi DSSC. Selain itu, TiO_2 juga akan digunakan sebagai bahan semikonduktor pada DSSC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kebergantungan perbedaan warna pada kulit jeruk siam (C*itrus nobillis*) dalam pengaruh efisiensi DSSC.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah warna kulit jeruk siam yang digunakan sebagai *dye* pada DSSC adalah warna hijau dan kuning.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah mengkaji seberapa besar kebergantungan perbedaan warna kulit jeruk siam pada efisiensi fotosensitizer yang dihasilkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan informasi berapa besar efisiensi yang dihasilkan dari ekstraksi kulit jeruk siam berdasarkan perbedaan warna.