



Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* berdasarkan Zat Warna Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L*) dan *Strawberry red*

IBNU HAZAR ALHAIMI



**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) berdasarkan Zat Warna Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L) dan *Strawberry red*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, April 2022

Ibnu Hazar Al Haitami
G451190141

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

IBNU HAZAR AL HAITAMI. Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) berdasarkan Zat Warna Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L) dan *Strawberry red*. Dibimbing oleh SRI MULIJANI dan KOMAR SUTRIAH

Dye sensitized solar cells (DSSC) merupakan sistem sel tenaga surya yang dapat mengkonversi energi cahaya menjadi energi listrik berbasis semikonduktor yang mengikuti prinsip elektrokimia. DSSC memiliki beberapa komponen seperti semikonduktor, kaca konduktif, elektrode kerja, elektrode pembanding dan zat warna. Komponen semikonduktor berfungsi sebagai transfer elektron dari zat warna menuju elektrode kerja. Teknologi DSSC dapat menjadi lebih kompetitif apabila ditingkatkan nilai efisiensinya dengan memodifikasi komponen DSSC seperti zat warna dan semikonduktor elektrode kerja.

Komponen zat warna yang digunakan sebagai sensitizer (pengubah energi foton menjadi elektron) terdiri atas zat warna alami dan sintetik. Zat warna alami biasanya berasal dari ekstrak tumbuhan, seperti ekstrak daun, bunga, dan buah-buahan. Zat warna yang digunakan dan memiliki kinerja DSSC optimal adalah zat warna sintetik, tetapi tidak ramah lingkungan. Zat warna organik memiliki kinerja rendah. Pada penelitian ini dibuat DSSC dengan memvariasikan zat warna organik berasal dari ekstrak *Caesalpinia sappan* L (kayu secang) dan *Strawberry red*. Preparasi ekstrak zat warna menggunakan metode maserasi dengan 10 g kayu secang dan 60 mL pelarut etanol. Penggunaan zat warna dilakukan dengan metode *mixing* (mencampur). Perakitan DSSC dilakukan dengan menggunakan metode *sandwich*. Hasil karakterisasi zat warna ekstrak kayu secang menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan adanya senyawa brazilin dan brazilien pada panjang gelombang 488 dan 540 nm, sedangkan pada zat warna sintetik *Strawberry red* menunjukkan adanya antosianin pada panjang gelombang 510 nm. Hal tersebut juga dibuktikan dengan hasil analisis gugus fungsi FT-IR adanya gugus (C-H, O-H, C-O, C=O, C=C alkena). Analisis kristalinitas menggunakan XRD membuktikan TiO₂ dalam bentuk kristalin fase anatase. Kinerja teknologi DSSC dievaluasi menggunakan potensiostat untuk menentukan nilai efisiensi (η). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa DSSC menggunakan zat warna *Strawberry red* memiliki nilai efisiensi sebesar 1,25%, sedangkan pada DSSC menggunakan pewarna ekstrak kayu secang memiliki efisiensi 0,1%. Hal tersebut juga didukung analisis topografi menggunakan *atomic force morphology* (AFM) DSSC berdasarkan pewarna *Strawberry red* memiliki permukaan lebih rata daripada ekstrak kayu secang.

Kata kunci: *Caesalpinia sappan* L, *Dye sensitized solar Cell*, *Sandwich*, *Strawberry red*, Zat warna.

SUMMARY

IBNU HAZAR AL HAITAMI. The Performance of Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC) Based on Extract Dyes of Secang Wood (*Caesalpinia sappan* L) and *Strawberry red*. Supervisor by SRI MULIJANI and KOMAR SUTRIAH.

Dye-sensitized solar cells (DSSC) are solar cell systems that can convert light energy into semiconductor-based electrical energy following electrochemical principles. The DSSC has several components, such as semiconductors and dyes. The semiconductor component serves as the transfer of electrons from the dye to the working electrode. DSSC technology can become more competitive if its efficiency is increased by modifying DSSC components such as dyes and working electrode semiconductors.

The dye component used as a sensitizer (converting photon energy into electrons) consists of natural and synthetic dyes. Natural dyes usually come from plant extracts, such as the leaf, flower, and fruit extracts. The dyes used and have optimal DSSC performance are synthetic, but they are not environmentally friendly. Organic dyes have low performance. In this research, DSSC was made by varying organic dyes from *Caesalpinia sappan* L (wood sappan) extract and *Strawberry red*. Preparation of dye extract using maceration method with 10 g of sappan wood and 60 mL of ethanol solvent. The use of dye is done by the soaking method. DSSC assembly is carried out using the sandwich method. The results of the characterization of the sappan wood extract dye using a UV-Vis spectrophotometer showed the presence of Brazilian and brazilein compounds at a wavelength of 488 and 540 nm, while the *Strawberry red* synthetic dye showed the presence of anthocyanins at a wavelength of 510 nm. This was also proven by the results of group analysis. FT-IR function is the presence of groups (C–H, O–H, C–O, C=O, C=C alkenes). Crystallinity analysis using XRD proved TiO_2 in the crystalline form of the anatase phase. The performance of the DSSC technology was evaluated using a potentiostat to determine the value of efficiency (η). The measurement results show that the DSSC substance-using *Strawberry red* dye has an efficiency value of 0.3%, while the DSSC using sappan wood extract dye has an efficiency of 0.09%. This is also supported by topographic analysis using Atomic Force Morphology (AFM) DSSC based on *Strawberry red* dye, which has a flatter surface than sappan wood extract.

Keywords: dye sensitized solar Cell, dye. Sandwich. Strawberry red, Caesalpinia sappan L

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2022
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* berdasarkan Zat Warna Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L*) dan *Strawberry red*

IBNU HAZAR AL HAITAMI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Magister Kimia

**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Judul Tesis : Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) berdasarkan Zat Warna Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L) dan *Strawberry red*
Nama : Ibnu Hazar Al Haitami
NIM : G451190141

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Sri Mulijani, M. Si



Pembimbing 2:
Dr. Komar Sutriah, M. Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr Mohamad Rafi, MSi
NIP 197703162006041010



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si
NIP 197807232007011001



Canggal Ujian:
(15 Februari 2022)

Tanggal Lulus: 30 JUN 2022

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanaahu Wa Ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2020 sampai Juli 2021 ini ialah DSSC dengan judul “Kinerja *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) berdasarkan Zat Warna Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L) dan *Strawberry red*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing Dr. Sri Mulijani, M.Si dan Dr. Komar Sutriah, M.Si yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Ismail sebagai staf Laboratorium kimia fisik yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga besar dan teman-teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis selama menyelesaikan studi di IPB

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, April 2022

Ibnu Hazar Al Haitami

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
II METODE	3
2.1 Alat dan Bahan	3
2.2 Prosedur penelitian	3
2.2.1 Preparasi ekstrak zat warna	3
2.2.2 Penentuan panjang gelombang maksimum ekstrak zat warna	3
2.2.3 Preparasi elektrode kerja	3
2.2.4 Preparasi elektrode karbon (elektrode pembanding)	4
2.2.5 Preparasi membran elektrolit	4
2.2.6 Perakitan <i>dye sensitized solar cell</i> (DSSC)	4
2.2.7 Karakteristik zat warna dan TiO ₂	4
2.2.8 Pengujian DSSC	5
III HASIL DAN PEMBAHASAN	5
3.1 Karakteristik Zat Warna <i>Caesalpinia sappan L</i>	5
3.2 Analisis Gugus Fungsi Zat Warna	6
3.3 Analisis Kristalinitas	8
3.4 Kinerja <i>Dye Sensitized Solar Cells</i> (DSSC)	9
3.5 Topografi Permukaan Elektrode Kerja DSSC	11
IV SIMPULAN DAN SARAN	11
4.1 Simpulan	11
4.2 Saran	12
DAFTAR PUSTAKA	12
LAMPIRAN	15
RIWAYAT HIDUP	20



DAFTAR GAMBAR

1	Struktur lapisan <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC)	4
2	Ekstrak kayu secang	6
3	Hasil karakterisasi UV-VIS spektrofotometer	3
4	Hasil karakterisasi FTIR	8
5	Hasil karakterisasi X-ray diffraction (XRD) TiO ₂	9
6	Kurva kuat arus terhadap terhadap voltase dan daya	10
	Topografi elektode kerja zat warna TiO ₂ (a) secang (b) <i>Strawberry red</i>	11

DAFTAR LAMPIRAN

1	Bagan Alir Penelitian	15
2	Ekstraksi Zat Warna Kayu Secang	16
3	Preparasi Elektode Kerja	17
4	Data Potensiostat DSSC <i>Strawberry red</i>	18
5	Data Potensiostat DSSC Ekstrak Kayu Secang	19