

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI POLI TANIN DAN POLI  
ASAM TANAT UNTUK APLIKASI *DYE SENSITIZED SOLAR  
CELL* (DSSC)**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains*



**Oleh:**

**HANIFAH PUTRI INDAH SUBRIADI  
NIM/TM. 19036069/2019**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Preparasi dan Karakterisasi Poli Tanin dan Poli Asam  
Tanat Untuk Aplikasi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)  
Nama : Hanifah Putri Indah Subriadi  
NIM : 19036069  
Program Studi : Kimia (NK)  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Februari 2023

Mengetahui :  
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D  
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :  
Dosen Pembimbing



Dr. Hardeli, M.Si  
NIP. 19640113 199103 1 001

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Hanifah Putri Indah Subriadi  
TM/NIM : 2019/19036069  
Program Studi : Kimia (NK)  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

### **Preparasi dan Karakterisasi Poli Tanin dan Poli Asam Tanat Untuk Aplikasi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Departemen  
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri  
Padang

Padang, Februari 2023

#### Tim Penguji

Nama :  
Ketua : Dr. Hardeli, M.Si  
Anggota : Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D  
Anggota : Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si., Ph.D

Tanda Tangan



The image shows three handwritten signatures, each written over a horizontal line. The top signature is the most legible, followed by the middle one, and the bottom one is more stylized.

## SURAT PERNYATAAN

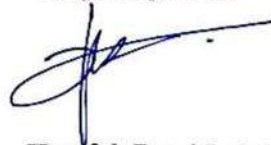
Saya yang bertandatangan dibawah ini  
Nama : Hanifah Putri Indah Subriadi  
NIM : 19036069  
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/1 Juni 2001  
Program Studi : Kimia (NK)  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul Skripsi : Preparasi dan Karakterisasi Poli Tanin dan Poli Asam Tanat Untuk Aplikasi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, Februari 2023  
Yang Menyatakan



**Hanifah Putri Indah Subriadi**  
**NIM. 19036069**

# Preparasi dan Karakterisasi Poli Tanin dan Poli Asam Tanat untuk Aplikasi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Hanifah Putri Indah Subriadi

## ABSTRAK

*Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) merupakan sel surya dengan *dye* sebagai penyerap foton dari cahaya matahari. Penelitian terkait DSSC masih terus dikembangkan untuk mencari komponen DSSC dengan efisiensi yang tinggi tetapi biaya produksi relatif terjangkau. Efisiensi DSSC dapat dipengaruhi oleh banyaknya ikatan rangkap terkonjugasi pada *dye*. Ikatan rangkap terkonjugasi menyerap foton cahaya matahari dan mengalirkan elektron ke rangkaian sel surya.

Salah satu metode yang digunakan untuk memperbanyak ikatan rangkap terkonjugasi adalah polimerisasi. Polimerisasi merupakan pembentukan polimer dengan susunan ulang tertentu sehingga terjadi proses penambahan ikatan rangkap terkonjugasi dengan monomer yang digunakan adalah tanin dan asam tanat. Polimerisasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi monomer, konsentrasi inisiator dan volume *crosslinker*. Pada polimerisasi *dye* dalam penelitian ini, variasi monomer yang digunakan yaitu 2 gram, 2.5 gram, 3 gram, variasi inisiator yang digunakan 1%, 2%, 3% dan variasi volume *crosslinker* yaitu 1.5 mL, 2.5 mL dan 3 mL. Poli tanin dan poli asam tanat yang telah dihasilkan kemudian dikarakterisasi sebelum digunakan pada DSSC menggunakan FTIR dan dihitung derajat polimerisasinya menggunakan metode viskositas. Komponen DSSC yang telah dirakit kemudian diukur tegangan dan hambatannya menggunakan multimeter *digital*.

Hasil analisa, FTIR menunjukkan bahwa *dye* telah mengalami polimerisasi. Hal ini dapat dilihat pada poli tanin terdapat gugus metil akibat ikatan antara tanin dan *formaldehyde* sedangkan pada poli asam tanat terdapat gugus eter akibat ikatan antara asam tanat dan *crosslinker*. Efisiensi DSSC optimum terdapat pada variasi konsentrasi monomer 2.5 gram yaitu sebesar 12,8% pada poli tanin dan 18,67% pada poli asam tanat.

Kata kunci: DSSC, Polimerisasi, Poli tanin, Poli asam tanat

# **Preparation and Characterization of Poly Tannin and Poly Tannic Acid for Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Applications**

**Hanifah Putri Indah Subriadi**

## **ABSTRACT**

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) is a solar cell with dye as a photon absorber from sunlight. Research related to DSSC is still being developed to find DSSC components with high efficiency, but easy and cheap to produce. The efficiency of DSSC can be affected by the large number of conjugated double bonds on the dye. The conjugated double bond absorbs photons of sunlight and flows electrons into a series of solar cells.

One of the methods used to multiply conjugated double bonds is polymerization. Polymerization is the formation of polymers with certain rearrangements resulting in the process of adding conjugated double bonds with the monomers used are tannin and tannic acid. Polymerization can be influenced by several factors, namely monomer concentration, initiator concentration and crosslinker volume. In the dye polymerization in this study, the monomer variations used were 2 grams, 2.5 grams, 3 grams, the initiator variations used were 1%, 2%, 3% and the crosslinker volume variations were 1.5 mL, 2.5 mL and 3 mL. Poly tannin and poly tannic acid were then characterized before being used in DSSC using FTIR and the degree of polymerization was calculated using the viscosity method. The assembled DSSC components are then measured for voltage and resistance using a digital multimeter.

The results of the FTIR analysis show that the dye has undergone polymerization. This can be seen in poly tannin where there is a methyl group due to the bond between tannin and formaldehyde while in poly tannic acid there is an ether group due to the bond between tannic acid and the crosslinker. The optimum DSSC efficiency was found in the variation of 2.5 gram monomer concentration, namely 12.8% for poly tannin and 18.67% for poly tannic acid.

Keywords: DSSC, Polymerization, Poly tannin, Poly tannic acid

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**PREPARASI POLI TANIN DAN POLI ASAM TANAT UNTUK APLIKASI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***”. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Kelancaran penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, petunjuk, masukan, arahan, dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Hardeli, M.Si selaku dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing tugas akhir.
2. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D dan Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si., M.Si, Ph.D selaku dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D selaku Ketua Program Studi sekaligus Ketua Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Orang tua dan keluarga tercinta atas dukungan untuk penulis.
5. Hanifah Alihsani yang telah memberi dukungan selama penulisan hasil penelitian.
6. Kak Fadhillah Hijri dan Kak Yollanda Prisilla yang telah membantu selama penulisan hasil penelitian.

Penulisan ini, tidak luput dari kesalahan dan kekurangan dari penulis, oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Padang, Januari 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah .....	3
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. Sel Surya.....	5
B. Tanin .....	6
C. Asam Tanat.....	6
D. Polimerisasi .....	7
E. DSSC.....	14
F. Metode Sol-Gel .....	21
G. Instrumen .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
A. Waktu dan Tempat .....	26
B. Variabel Penelitian.....	26
C. Alat dan Bahan .....	26
D. Metode Penelitian.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
A. Hasil Karakterisasi <i>Dye</i> .....	30
B. Karakterisasi $\text{TiO}_2$ <i>doping layer</i> ZnO .....	35
C. Perhitungan Efisiensi Sel Surya .....	38
D. Perhitungan Kurva IV .....	42
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>48</b>

A. Kesimpulan.....	48
B. Saran .....	48
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Tanin .....	6
Gambar 2. Struktur Asam Tanat.....	7
Gambar 3. Reaksi Polimerisasi Tanin dengan <i>Glutaraldehyde</i> . .....	8
Gambar 4. Hasil FTIR Tanin dan Poli Tanin . .....	9
Gambar 5. Reaksi Polimerisasi Asam Tanat menggunakan TMPGDE .....	10
Gambar 6. Hasil FTIR Asam tanat dan Poli Asam Tanat .....	10
Gambar 7. Komponen DSSC.....	14
Gambar 8. Prinsip Kerja DSSC.....	18
Gambar 9. Kurva I-V DSSC.....	20
Gambar 10. Spektra FTIR Tanin Murni dan Poli Tanin .....	30
Gambar 11. Spektra FTIR Asam Tanat Murni dan Poli Asam Tanat .....	33
Gambar 12. Grafik <i>Band-Gap</i> $\text{TiO}_2$ <i>Doping Layer</i> ZnO .....	35
Gambar 13. Pola Difraksi XRD $\text{TiO}_2$ tanpa <i>doping layer</i> .....	25
Gambar 14. Pola Difraksi XRD $\text{TiO}_2$ <i>doping layer</i> ZnO.....	36
Gambar 15. Grafik Efisiensi dari Variasi Konsentrasi Monomer. ....	40
Gambar 16. Grafik Efisiensi dari Variasi Konsentrasi Inisator.....	41
Gambar 17. Grafik Efisiensi dari Variasi Volume <i>Crosslinker</i> .....	42
Gambar 18. Kurva IV Variasi Monomer Tanin dan Monomer Asam Tanat. ....	44
Gambar 19. Kurva IV Variasi Konsentrasi Inisiator Tanin dan Asam Tanat.....	45
Gambar 20. Kurva IV Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Tanin dan Asam Tanat.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Interpretasi Data FTIR.....	31
Tabel 2. Data Pengujian Densitas.....	32
Tabel 3. Data Pengujian Viskositas.....	32
Tabel 4. Interpretasi Data FTIR.....	33
Tabel 5. Data Pengujian Densitas.....	34
Tabel 6. Data Pengujian Viskositas.....	34
Tabel 7. Data <i>Band-Gap</i> TiO <sub>2</sub> dan TiO <sub>2</sub> <i>Doping Layer</i> ZnO.....	35
Tabel 8. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Monomer Tanin. ....	38
Tabel 9. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Monomer Asam Tanat. ....	39
Tabel 10. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Inisiator Pada Tanin. ....	40
Tabel 11. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Inisiator Asam Tanat. ....	40
Tabel 12. Hasil Pengukuran dari Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Pada Tanin. ....	41
Tabel 13. Hasil Pengukuran dari Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Pada Asam Tanat. ....	41
Tabel 14. Data Kurva IV Pada Variasi Konsentrasi Monomer Tanin. ....	43
Tabel 15. Data Kurva IV Pada Variasi Konsentrasi Monomer Asam Tanat. ....	43
Tabel 16. Data Kurva IV Variasi Konsentrasi Inisiator Pada Tanin.....	44
Tabel 17. Data Kurva IV Variasi Konsentrasi Inisiator Pada Asam Tanat. ....	44
Tabel 18. Data Kurva IV Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Pada Tanin.....	45
Tabel 19. Data Kurva IV Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Pada Asam Tanat. ....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja Secara Keseluruhan .....	56
Lampiran 2. Preparasi <i>Dye</i> .....	57
Lampiran 3. Preparasi Elektrolit.....	58
Lampiran 4. Preparasi Pasta TiO <sub>2</sub> <i>doping</i> ZnO .....	58
Lampiran 5. Preparasi Pasta ZnO .....	59
Lampiran 6. Persiapan Kaca ITO .....	59
Lampiran 7. Persiapan Elektron Lawan.....	60
Lampiran 8. Preparasi DSSC .....	60
Lampiran 9. Uraian Kegiatan Penelitian.....	61
Lampiran 10. Gambar Prosedur Kerja .....	62
Lampiran 11. Data FTIR.....	64
Lampiran 12. Data UV-DRS TiO <sub>2</sub> -ZnO .....	66
Lampiran 13. Data XRD TiO <sub>2</sub> -ZnO .....	67
Lampiran 14. <i>Database</i> TiO <sub>2</sub> .....	68
Lampiran 15. <i>Database</i> ZnO .....	70
Lampiran 16. Data Pengukuran Multimeter .....	72
Lampiran 17. Perhitungan Efisiensi DSSC .....	74
Lampiran 18. Perhitungan Densitas dan Viskositas.....	80
Lampiran 19. Perhitungan Derajat Polimerisasi.....	87
Lampiran 20. Perhitungan Kurva IV .....	89

# BAB I PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Konsumsi energi di Indonesia saat ini lebih dari 10% pertahun dengan 95% berasal dari bahan bakar fosil. Energi dari bahan fosil adalah energi yang tidak dapat diperbarui. Menurut peneliti, tanpa cadangan energi, bahan bakar fosil akan punah dalam beberapa tahun, dimana minyak sekitar 9 tahun, gas alam sekitar 22 tahun, dan batu bara dalam kurun waktu kurang dari 65 tahun (Kholiq, 2015).

Seiring menipisnya energi dari bahan fosil, energi alternatif mulai gencar dikembangkan salah satunya energi surya (*solar cell*) (Ridwan, 2013). *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC) merupakan sel surya generasi terbaru dengan kelebihanannya yaitu tidak membutuhkan kemurnian tinggi sehingga biaya produksi yang dibutuhkan relatif rendah (Andari, 2017).

DSSC tersusun dari sepasang elektroda kaca yaitu elektroda lawan dan elektroda kerja. Elektroda kerja merupakan kaca TCO (*Transparent Conducting Oxide*) berlapis semikonduktor dan *dye*. Elektroda lawan terbuat dari TCO berlapis karbon sebagai katalis (Damayanti et al., 2014). DSSC memiliki prinsip kerja sebagai reaksi transfer elektron (Sastrawan, 2006).

Zat warna (*dye*) pada DSSC terbagi dua yaitu organik dan sintesis. Ruthenium merupakan *dye* sintesis yang biasa digunakan pada DSSC tetapi, harganya tergolong mahal sehingga digunakan alternatif *dye* organik yang diekstraksi dari bagian tanaman. Berbagai *dye* dari ekstrak tumbuhan telah dikembangkan sebagai *fotosensitizer* (Pangestuti et al., 2008).

*dye* organik pada pigmen tumbuhan yang telah digunakan pada DSSC diantaranya karatenoid, antosianin, klorofil, sianin, betanin dan tanin. Pada penelitian ini, tanin dan asam tanat digunakan sebagai *dye* pada DSSC. *Dye* ini dipolimerisasi untuk meningkatkan efisiensi dari DSSC karena polimerisasi mempengaruhi banyaknya energi listrik yang diubah dari sinar matahari (Ako et al., 2015).

Polimerisasi dipengaruhi oleh konsentrasi inisiator, waktu polimerisasi, suhu, volume *crosslinker*, konsentrasi monomer, dan surfaktan (Alhumaimess et al., 2019). Pada penelitian ini, konsentrasi monomer, konsentrasi inisiator dan volume *crosslinker* divariasikan untuk melihat pengaruh ketiga faktor dalam pembuatan poli tanin dan poli asam tanat yang berdampak pada efisiensi DSSC yang dihasilkan.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penulis tertarik meneliti pengaruh konsentrasi monomer, konsentarsi inisator dan volume *crosslinker* pada polimerasi tanin dan asam tanat untuk aplikasi DSSC. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan efisisensi DSSC yang baik dari konsentrasi monomer, konsentrasi inisator dan volume *crosslinker* sehingga dapat diaplikasikan sebagai energi listrik alternatif.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang masalah ini, dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu:

1. Konsumsi energi yang meningkat mengakibatkan ketersediaan energi semakin menipis.

2. Sel surya DSSC merupakan sel surya berbasis *dye* yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif.
3. Polimerisasi *dye* tanin dan polimerisasi *dye* asam tanat dapat meningkatkan efisiensi DSSC yang dihasilkan.
4. Konsentrasi monomer, konsentrasi inisiator dan volume *crosslinker* dapat mempengaruhi efisiensi DSSC yang dihasilkan.

### **C. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini terfokus, berikut batasan masalah pada penelitian ini:

1. Variasi konsentrasi monomer yang digunakan pada polimerisasi tanin dan asam tanat yaitu 2.0 gram, 2.5 gram, dan 3.0 gram
2. Variasi konsentrasi inisiator yang digunakan pada polimerisasi tanin dan asam tanat yaitu 1%, 2%, dan 3%.
3. Variasi volume *crosslinker* yang digunakan pada polimerisasi tanin dan polimerisasi asam tanat yaitu 1.5 mL, 2.5 mL, dan 3.0 mL.

### **D. Rumusan Masalah**

Berikut rumusan masalah yang ada pada penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi monomer pada polimerisasi tanin dan asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi inisiator pada polimerisasi tanin dan asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh volume *crosslinker* pada polimerisasi tanin dan asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan?



### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk menentukan pengaruh konsentrasi monomer pada polimerisasi tanin dan asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan.
2. Untuk menentukan pengaruh konsentrasi inisiator pada polimerisasi tanin dan asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan.
3. Untuk menentukan pengaruh volume *crosslinker* pada polimerisasi tanin dan asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan.

### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Menambah ilmu pengetahuan tentang polimerisasi tanin dan asam tanat.
2. Menambah ilmu pengetahuan di bidang DSSC.
3. Menambah ilmu pengetahuan di bidang energi terbarukan.
4. Membantu sebagai referensi penelitian selanjutnya.