

**PENINGKATAN EFISIENSI SEL SURYA MENGGUNAKAN
PELAPISAN TiO₂ DOPING ZnO DENGAN ZAT WARNA POLI
TANIN DAN POLI ASAM TANAT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh:
MUTYA DESTARI
NIM/TM. 19036026/2019**

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

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Peningkatan Efisiensi Sel Surya Menggunakan Pelapisan TiO_2
Doping ZnO dengan Zat Warna Poli Tanin dan Poli Asam Tanat
Nama : Mutya Destari
NIM : 19036026
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:

Kepala Departemen Kimia

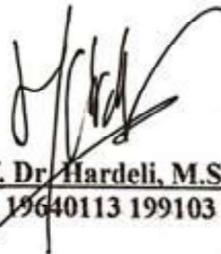


Budhi Oktavia S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Padang, 13 November 2023

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

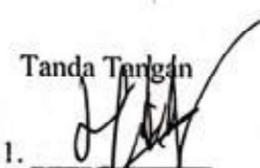
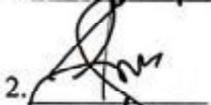
Nama : Mutya Destari
NIM : 19036026
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENINGKATAN EFISIENSI SEL SURYA MENGGUNAKAN PELAPISAN $\text{TiO}_2\text{-ZnO}$ DENGAN ZAT WARNA POLI TANIN DAN POLI ASAM TANAT

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

Padang, 13 November 2023

Tim Penguji:

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Prof. Dr. Hardeli, M.Si	1. 
2	Anggota	Dr.rer.nat. Jon Efendi, M.Si	2. 
3	Anggota	Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Mutya Destari

NIM : 19036026

Tempat/Tanggal Lahir : Rantau Langkap/02 Desember 2001

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : Peningkatan Efisiensi Sel Surya Menggunakan Pelapisan TiO_2 Doping ZnO dengan Zat Warna Poli Tanin dan Poli Asam Tanat

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, 13 November 2023
Yang Menyatakan



Mutya Destari
NIM. 19036026

Peningkatan Efisiensi Sel Surya Menggunakan Pelapisan TiO₂ Doping ZnO dengan Zat Warna Poli Tanin dan Poli Asam Tanat

Mutya Destari

ABSTRAK

Sel surya merupakan seperangkat alat yang dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) merupakan sel surya dengan zat warna sebagai penyerap foton dari cahaya matahari. Penelitian terkait DSSC masih terus berlanjut guna mencari komponen DSSC yang menghasilkan efisiensi yang tinggi dengan biaya produksi yang terjangkau. Efisiensi DSSC dapat dipengaruhi oleh banyaknya ikatan rangkap terkonjugasi pada zat warna. Ikatan rangkap terkonjugasi menyerap foton dari cahaya matahari dan mengalirkan elektron ke rangkaian sel surya.

Pada penelitian ini digunakan metode polimerisasi untuk memperbanyak ikatan rangkap terkonjugasi. Polimerisasi adalah pembentukan polimer dengan susunan ulang tertentu sehingga terjadi proses penambahan ikatan rangkap terkonjugasi. Polimerisasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi monomer, konsentrasi inisiator, dan konsentrasi *crosslinker*. Polimerisasi zat warna pada penelitian ini divariasikan dengan variasi konsentrasi monomer yaitu 2 gram, 2.5 gram, 3 gram, variasi inisiator yang digunakan yaitu 1%, 2%, 3% dan variasi *crosslinker* yaitu 0.6×10^{-4} mol, 1.1×10^{-4} mol dan 1.5×10^{-4} mol. Poli tanin dan poli asam tanat yang telah terbentuk kemudian dikarakterisasi sebelum digunakan pada DSSC dengan menggunakan FTIR dan dihitung derajat polimerisasinya dengan metode viskositas. Sebelum DSSC dirakit, pada salah satu kaca ITO dilakukan pelapisan pasta TiO₂-ZnO yang bertujuan untuk menurunkan *band gap* dan membantu kinerja pasta pada reaksi sel surya. DSSC yang telah dirakit kemudian diukur hambatan dan tegangannya menggunakan multimeter *digital* untuk mengetahui efisiensi sel surya yang dihasilkan.

Hasil analisa FTIR menunjukkan bahwa zat warna telah mengalami polimerisasi. Pada poli tanin hal ini ditandai dengan munculnya gugus metil akibat ikatan antara tanin dan *formaldehyde* sedangkan pada poli asam tanat terdapat gugus eter akibat ikatan antara asam tanat dengan *crosslinker*. Efisiensi DSSC optimum dihasilkan dari variasi konsentrasi monomer 2.5 gram yaitu sebesar 11,4% pada poli tanin dan 15,4% pada poli asam tanat.

Kata Kunci: DSSC, Polimerisasi, Poli Tanin, Poli Asam Tanat, Doping

Increasing Solar Cell Efficiency Using ZnO Doped TiO₂ Coating with Poly Tannin and Poly Tannic Acid *Dyes*

Mutya Destari

ABSTRACT

Solar cells are a set of devices that can convert sunlight energy into electrical energy. *Dye* Sensitized Solar Cell (DSSC) is a solar cell with *dye* as an absorber of photons from sunlight. Research related to DSSC is continuing to look for DSSC components that produce high efficiency at affordable production costs. DSSC efficiency can be influenced by the number of conjugated double bonds in the *dye*. Conjugated double bonds absorb photons from sunlight and channel electrons to the solar cell circuit.

In this research, the polymerization method was used to multiply conjugated double bonds. Polymerization is the formation of polymers with certain rearrangements resulting in the process of adding conjugated double bonds. Polymerization can be influenced by several factors, monomer concentration, initiator concentration, and *crosslinker* volume. The *dye* polymerization in this study was varied with variations in monomer concentration, 2 grams, 2.5 grams, 3 grams, variations in the initiator used, 1%, 2%, 3% and variations in the *crosslinker*, 0.6×10^{-4} mol, 1.1×10^{-4} mol and 1.5×10^{-4} mol. The formed 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. Before the DSSC is assembled, one of the ITO glasses is coated with TiO₂-ZnO paste which aims to reduce the band gap and help the performance of the paste in the solar cell reaction. The DSSC that has been assembled is then measured for resistance and voltage using a digital multimeter to determine the efficiency of the resulting solar cells.

The results of FTIR analysis show that the *dye* has undergone polymerization. In poly tannin, this is characterized by the appearance of methyl groups due to the bond between tannin and formaldehyde, while in poly tannic acid there are ether groups due to the bond between tannic acid and the *crosslinker*. Optimum DSSC efficiency resulted from variations in monomer concentration of 2.5 grams, namely 11.4% for poly tannin and 15.4% for poly tannic acid.

Keywords: DSSC, Polymerization, Poly Tannin, Poly Tannic Acid, Doping

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia serta hidayah-Nya yang telah memberi kekuatan dan kesabaran kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “**Peningkatan Efisiensi Sel Surya Menggunakan Pelapisan TiO₂ Doping ZnO dengan Zat Warna Poli Tanin dan Poli Asam Tanat**”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat mata kuliah Seminar Hasil pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, petunjuk, arahan serta masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hardeli, M.Si. selaku Dosen Pembimbing sekaligus Pembimbing Akademik penulis yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Dr. rer. nat. Jon Efendi, M.Si. dan Bapak Alizar, S.Pd., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D. selaku Ketua Program Studi sekaligus Ketua Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
4. Dosen pengajar serta seluruh tenaga akademik maupun non akademik di Jurusan Kimia FMIPA UNP.
5. Orang tua dan keluarga tercinta atas dukungan untuk penulis.
6. Teman-teman yang selalu ada dan memberi masukan.

7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, November 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Tanin.....	9
B. Asam Tanat.....	10
C. Polimerisasi	11
D. Sel Surya.....	15
E. <i>Dye Sensitized Solar cell</i> (DSSC).....	16
F. TiO ₂	24
G. Metode Sol-Gel	25
H. Instrumen Yang Digunakan.....	27
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
A. Waktu dan Tempat.....	31
B. Variabel Penelitian	31
C. Alat dan Bahan	31
D. Metode Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	37
A. Hasil Karakterisasi <i>Dye</i>	37

B. Karakterisasi TiO ₂ -ZnO.....	42
C. Perhitungan Efisiensi Sel Surya	46
D. Perhitungan Kurva IV.....	50
BAB V PENUTUP.....	54
A. Kesimpulan.....	54
B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur dasar tanin	9
Gambar 2. Struktur asam tanat	10
Gambar 3. Reaksi tanin dipolimerisasi dengan glutaraldehyde	13
Gambar 4. Reaksi asam tanat dipolimerisasi dengan TMPGDE	14
Gambar 5. Komponen DSSC	17
Gambar 6. Skema Kerja DSSC	20
Gambar 7. Kurva I-V	22
Gambar 8. Pola Difraksi XRD TiO ₂ tanpa doping.....	30
Gambar 9. Spektra FTIR Tanin Murni dan Poli Tanin	37
Gambar 10. Spektra FTIR Asam Tanat Murni dan Poli Asam Tanat	40
Gambar 11. Grafik Band-Gap TiO ₂ Doping ZnO	43
Gambar 12. Pola Difraksi XRD TiO ₂ doping ZnO	44
Gambar 13. Grafik Efisiensi dari Variasi Konsentrasi Monomer.....	47
Gambar 14. Grafik Efisiensi dari Variasi Konsentrasi Inisiator	49
Gambar 15. Grafik Efisiensi dari Variasi Konsentrasi <i>crosslinker</i>	50
Gambar 16. Kurva IV Variasi Konsentrasi Monomer Tanin dan Asam Tanat.....	52
Gambar 17. Kurva IV Variasi Konsentrasi Inisiator Tanin dan Asam Tanat	54
Gambar 18. Kurva IV Variasi Konsentrasi <i>crosslinker</i> Tanin dan Asam Tanat....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Interpretasi Data FTIR	38
Tabel 2. Data Pengujian Densitas.....	39
Tabel 3. Data Pengujian Viskositas.....	39
Tabel 4. Interpretasi Data FTIR	41
Tabel 5. Data Pengujian Densitas.....	41
Tabel 6. Data Pengujian Viskositas.....	42
Tabel 7. Data TiO ₂ Doping ZnO	43
Tabel 8. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Monomer Tanin	46
Tabel 9. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Monomer Asam Tanat	46
Tabel 10. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Inisiator Tanin.....	48
Tabel 11. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi Inisiator Asam Tanat.....	48
Tabel 12. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi <i>crosslinker</i> Tanin	49
Tabel 13. Hasil Pengukuran dari Variasi Konsentrasi <i>crosslinker</i> Asam Tanat	49
Tabel 14. Data Kurva IV pada Variasi Konsentrasi Monomer Tanin.....	51
Tabel 15. Data Kurva IV pada Variasi Konsentrasi Monomer Asam Tanat.....	52
Tabel 16. Data Kurva IV pada Variasi Konsentrasi Inisiator Tanin	53
Tabel 17. Data Kurva IV pada Variasi Konsentrasi Inisiator Asam Tanat	53
Tabel 18. Data Kurva IV pada Variasi Konsentrasi <i>crosslinker</i> Tanin.....	54
Tabel 19. Data Kurva IV pada Variasi Konsentrasi <i>crosslinker</i> Asam Tanat.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Anggaran dan Jadwal Penelitian.....	62
Lampiran 2. Diagram Alir Prosedur Kerja Secara Keseluruhan	63
Lampiran 3. Polimerisasi <i>Dye</i> (Zat Warna) dari Tanin.....	64
Lampiran 4. Persiapan dan Pembersihan Kaca ITO	65
Lampiran 5. Preparasi Pasta TiO ₂ doping ZnO.....	66
Lampiran 6. Pelapisan TiO ₂ - ZnO pada Kaca ITO	67
Lampiran 7. Preparasi Elektrolit Semi Padat	68
Lampiran 8. Preparasi Elektroda lawan	69
Lampiran 9. Preparasi DSSC	70
Lampiran 10. Gambar Prosedur Kerja	71
Lampiran 11. Data FTIR.....	73
Lampiran 12. Data UV-DRS TiO ₂ -ZnO	75
Lampiran 13. Data XRD TiO ₂ -ZnO.....	76
Lampiran 14. Database TiO ₂	77
Lampiran 15. Database ZnO	79
Lampiran 16. Data Pengukuran Multimeter.....	81
Lampiran 17. Perhitungan Efisiensi DSSC	82
Lampiran 18. Perhitungan Densitas dan Viskositas.....	89
Lampiran 19. Perhitungan Derajat Polimerisasi	99
Lampiran 20. Perhitungan Kurva IV	101

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Energi berperan sangat besar bagi kehidupan manusia. Hal ini dikarenakan energi merupakan kebutuhan primer bagi manusia. Indonesia masih sangat tergantung pada penggunaan energi fosil. Penggunaan energi fosil di Indonesia mencapai 95% dari kebutuhan energi Indonesia. Sebanyak 50% dari energi fosil yang digunakan di Indonesia bersumber dari minyak. Produksi dan konsumsi energi minyak di Indonesia semakin tidak seimbang dimana semakin banyak konsumsi daripada produksi. Ketidakseimbangan produksi dan konsumsi minyak dimana minyak sebagai sumber utama energi Indonesia dapat mengancam ketersediaan energi di Indonesia. Rendahnya cadangan energi fosil sementara penggunaan energi terus meningkat, maka penggunaan energi baru dan terbarukan menjadi perhatian utama pemerintah Indonesia (Putra et al., 2020).

Matahari adalah sumber energi primer yang memberikan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Permukaan bumi menerima energi kurang lebih 1000 watt per meter persegi selama cuaca cerah (Manan, 2009). Energi matahari keberadaannya sangat melimpah di Indonesia karena Indonesia berada di garis khatulistiwa. Energi matahari dapat mengatasi kekurangan energi karena keterbatasan penggunaan energi fosil seperti batu bara, minyak bumi dan gas bumi. Energi matahari dikembangkan dengan menggunakan sel fotovoltaik yang merupakan pengembangan energi

matahari dengan cara mengubahnya menjadi energi listrik. Sel fotovoltaik ini disebut juga *solar cell* atau sel surya (Gong et al., 2017).

Sel surya dibuat dengan menggunakan bahan silikon dan DSSC (*Dye Sensitized Solar cell*). Sel surya dibuat dengan menggunakan silikon saat ini banyak digunakan karena efisiensi yang didapatkan dengan menggunakan silikon besar tetapi harga silikon mahal. *Dye Sensitized Solar cell* (DSSC) harganya lebih murah dan aman digunakan sehingga digunakan DSSC sebagai bahan pembuatan sel surya (Damayanti et al., 2014).

DSSC terdiri dari beberapa komponen, antara lain ialah kaca, semikonduktor, lapisan zat warna, lapisan elektrolit, dan elektroda lawan (Nugraha & Susanti, 2015). Zat warna pada DSSC dapat berasal dari bahan organik atau anorganik. Zat warna anorganik biasanya menghasilkan efisiensi lebih tinggi dari zat warna organik, namun memiliki harga yang mahal dan bersifat *toxic* bagi lingkungan, sedangkan zat warna organik biayanya murah dan ramah lingkungan. Salah satu alasan kenapa masih banyak peneliti yang terus mengembangkan DSSC berbasis zat warna ini yaitu, untuk menghasilkan sel surya yang mempunyai efisiensi tinggi dengan biaya yang relatif lebih terjangkau (Calogero et al., 2014).

Prinsip kerja DSSC yaitu dengan mengkonversi cahaya menjadi energi listrik. Zat warna pada DSSC berfungsi dalam mengabsorpsi foton dari sinar matahari dan memiliki peran terhadap efisiensi yang dihasilkan. Pada DSSC *dye* dapat berasal dari zat warna organik/alami dan anorganik. Pada zat warna anorganik, telah dihasilkan lebih kurang 10% namun

dikarenakan harga dari zat warna anorganik ini yang mahal dan dapat menimbulkan dampak *toxic* untuk lingkungan, sementara zat warna organik biayanya terjangkau dan ramah terhadap lingkungan, namun memiliki efisiensi yang relatif rendah dibandingkan dengan zat warna anorganik (Calogero et al., 2014). Modifikasi dilakukan terhadap zat warna agar dapat meningkatkan efisiensi DSSC dengan mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik (Zainul et al., 2015).

Pada DSSC dapat digunakan beberapa zat warna organik yaitu diantaranya ialah beta karotene, antosianin, klorofil, kurkumin, tanin, dan flavonoid. Zat warna organik ini biasanya berasal dari bagian tumbuhan berupa dedaunan, biji bijian, buah, dan kulit buah. Zat warna organik yang dapat dijadikan sebagai *dye* dalam DSSC adalah zat warna yang dapat mengabsorpsi cahaya pada daerah tampak, sehingga mampu meningkatkan kerja *Dye Sensitized Solar cell* (DSSC). Pada penelitian ini digunakan poli tanin dan poli asam tanat sebagai *dye* dalam DSSC.

Tanin adalah makromolekul dalam tanaman yang memiliki gugus fungsi polihidroksifenil dan sering digunakan sebagai zat warna. Tanin mempunyai 15 atom karbon tersusun dalam tiga cincin yang bisa dipolimerisasi. Tanin tersusun dari tiga gugus fungsi utama yaitu -OH (fenol), C-H (aromatik) dan C=O (karbonil) (Feronika & Hardeli, 2022).

Polimerisasi tanin adalah jenis polimerisasi kondensasi karena memerlukan *crosslinking agents* (agen pengikat silang) selama proses pembentukan poli tanin. Agen pengikat silang terdiri dari aldehida atau

alkohol seperti *glutaraldehyde* atau *furfuryl alcohol*. Agen pengikat silang yang digunakan pada penelitian ini adalah *glutaraldehyde*. *Glutaraldehyde* merupakan cairan yang berminyak dengan dua gugus aldehida dan sering digunakan pada polimerisasi tanin. Polimerisasi dilakukan dengan tujuan agar ikatan rangkap terkonjugasi yang terbentuk semakin banyak dan memperbanyak penyerapan foton (Feronika & Hardeli, 2022).

Asam tanat adalah salah satu senyawa fenolik yang tersusun dari satu gugus glukosa dan 10 molekul asam gallat yang saling berikatan. Dalam DSSC, penggunaan asam tanat sebagai zat warna sangat sedikit, oleh karena itu, (Çakar et al., 2018) menggunakan asam tanat sebagai pewarna untuk DSSC dengan cara dikomplekskan dengan besi (Fe) sehingga mampu menghubungkan tiga molekul asam tanat.

Poli asam tanat adalah salah satu senyawa yang masuk dalam golongan tanin yang didapatkan dari proses polimerisasi asam tanat. Polimerisasi ini dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki kemampuan zat warna dalam menyerap cahaya matahari. Asam tanat bisa dipolimerisasi dengan menggunakan senyawa-senyawa yang memiliki gugus epoxy dengan fungsi sebagai agen pengikat silang seperti *epichlorohydrin* (EPI), *divinyl sulfone* (DVS), *glutaraldehyde* (GLU), *trimethylolpropane triglycidyl ether* (TMPGDE) (Mayenti et al., 2021).

Pada proses polimerisasi, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi polimerisasi diantaranya yaitu konsentrasi inisiator, waktu reaksi polimerisasi, suhu, konsentrasi monomer, konsentrasi agen pengikat

silang, konsentrasi surfaktan dan jumlah konsentrasi agen pengikat silang. Konsentrasi dari inisiator dapat mempengaruhi proses polimerisasi, dimana semakin tinggi konsentrasi inisiator yang digunakan maka monomer dari polimer yang dihasilkan semakin banyak, hal ini dikarenakan larutan lebih bersifat basa (Sahiner et al., 2016).

Salah satu yang bisa mempengaruhi polimerisasi adalah konsentrasi dari monomer yang digunakan, yaitu semakin besar konsentrasi monomer yang digunakan, maka semakin banyak polimer yang terbentuk dan laju reaksi semakin cepat. Konsentrasi agen pengikat silang dalam polimerisasi juga dapat mempengaruhi reaksi polimerisasi, dimana jika semakin banyak agen pengikat silang yang digunakan maka akan semakin banyak juga radikal bebas yang terbentuk sehingga agen pengikat silang dapat mengikat monomer-monomer polimer lebih banyak (Heryanto et al., 2016).

Berdasarkan latar belakang diharapkan variasi dari konsentrasi inisiator, konsentrasi monomer dan konsentrasi agen pengikat silang politanin dan poli asam tanat dapat meningkatkan efisiensi sel surya DSSC. Peningkatan efisiensi sel surya bertujuan untuk mendapatkan sel surya yang baik sebagai alternatif energi listrik untuk masa mendatang.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan yang telah dijelaskan pada latar belakang, sehingga dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu:

1. Pemakaian sumber energi secara terus menerus dapat mengakibatkan krisis energi.
2. Sel surya dapat digunakan untuk menghasilkan sumber energi terbarukan berupa energi listrik.
3. Tanin dan asam tanat dapat digunakan sebagai zat warna alami dalam *Dye Sensitized Solar cell* (DSSC) salah satunya yaitu dengan cara polimerisasi.
4. Konsentrasi monomer, konsentrasi inisiator dan konsentrasi *crosslinker*, dapat mempengaruhi efisiensi DSSC yang dihasilkan.

C. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah yang ada pada penelitian ini:

1. Variasi konsentrasi monomer yang digunakan pada polimerisasi tanin dan asam tanat yaitu 2 gram, 2.5 gram dan 3 gram.
2. Variasi konsentrasi inisiator yang digunakan pada polimerisasi tanin dan asam tanat yaitu 1%, 2% dan 3%.
3. Variasi konsentrasi agen pengikat silang pada polimerisasi tanin dan asam tanat yaitu 0.6×10^{-4} mol, 1.1×10^{-4} mol dan 1.5×10^{-4} mol.

D. Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang ada pada penelitian ini:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi monomer dengan menggunakan poli tanin dan poli asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi inisiator dengan menggunakan poli tanin dan poli asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi agen pengikat silang dengan menggunakan poli tanin dan poli asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan?

E. Tujuan Penelitian

Bedasarkan dari latar belakang penelitian, berikut tujuan penelitian ini:

1. Menemukan pengaruh variasi konsentrasi monomer dengan menggunakan poli tanin dan poli asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan.
2. Menemukan pengaruh variasi konsentrasi inisiator dengan menggunakan poli tanin dan poli asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan.
3. Menemukan pengaruh variasi konsentrasi agen pengikat silang dengan menggunakan poli tanin dan poli asam tanat terhadap efisiensi DSSC yang dihasilkan.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat sebagai:

1. Menambah ilmu pengetahuan tentang polimerisasi tanin dan asam tanat.
2. Menambah ilmu pengetahuan dibidang DSSC untuk menghasilkan arus listrik optimal dari DSSC.
3. Menambah ilmu pengetahuan dibidang energi terbarukan.
4. Membantu sebagai referensi penelitian selanjutnya.