

**PENINGKATAN EFISIENSI KONVERSI ENERGI CAHAYA
MATAHARI MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN
*DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)***

SKRIPSI

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



Oleh:

**DIAN REGINA UMACYA
NIM/TM. 19036005/2019**

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

2024

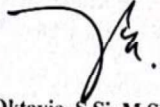
PERSETUJUAN SKRIPSI

**Peningkatan Efisiensi Konversi Energi Cahaya Matahari Menjadi Energi
Listrik Menggunakan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)**


Nama : Dian Regina Umayya
NIM : 19036005
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 23 Februari 2024

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia


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

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing


Prof. Dr. Hardeli, M. Si
NIP. 196401131991031001

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Dian Regina Umayya
NIM : 19036005
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PENINGKATAN EFISIENSI KONVERSI ENERGI CAHAYA MATAHARI
MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN *DYE SENSITIZED*
*SOLAR CELL (DSSC)***

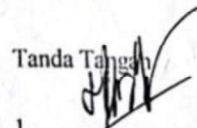
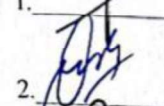

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 23 Februari 2024

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama
1	Ketua	Prof. Dr. Hardeli, M. Si
2	Anggota	Dr.rer.nat. Deski Beri, M. Si
3	Anggota	Dra. Syamsi Aini, M. Si., Ph.D

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

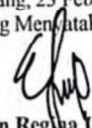
Nama : Dian Regina Umayya
NIM : 19036005
Tempat/Tanggal Lahir : Mungo, 16 April 2001
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Peningkatan Efisiensi Konversi Energi Cahaya
Matahari Menjadi Energi Listrik Menggunakan Dye
Sensitized Solar 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, 23 Februari 2024
Yang Menandatangani



Dian Regina Umayya
NIM:19036005

Peningkatan Efisiensi Konversi Energi Cahaya Matahari Menjadi Energi Listrik Menggunakan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Dian Regina Umayya

ABSTRAK

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) merupakan sel surya generasi ketiga berbasis zat warna yang mengubah energi foton menjadi energi listrik. Pada penelitian ini zat warna yang digunakan pada DSSC yaitu zat warna tanin dan asam tanat yang dipolimerisasi untuk meningkatkan efisiensi. Efisiensi dapat dipengaruhi oleh banyaknya ikatan rangkap terkonjugasi pada *dye*. Polimerisasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi monomer, konsentrasi inisiator dan volume *crosslinker*.

Polimerisasi pada penelitian ini variasi monomer yang digunakan yaitu 2 gram, 2.5 gram, 3 gram, variasi inisiator yang digunakan yaitu 1%, 2%, 3% dan variasi volume *crosslinker* yaitu 1.5 mL, 2.5 mL, 3.5 mL. Poli tanin berhasil dihasilkan dengan terbentuknya gugus CH₂ dan poli asam tanat terbentuk gugus eter yang di karakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Zat warna yang telah dipolimerisasi dihitung berat molekul rata-rata polimer menggunakan metode viskositas. DSSC dirakit menggunakan kaca ITO dilapisi dengan TiO₂ yang dielektrodeposisikan menggunakan ZnO diukur tegangan dan hambatan menggunakan multimeter *digital*. Efisiensi optimum terdapat pada variasi konsentrasi monomer 2.5 gram yaitu sebesar 15,46% pada poli tanin dan 18,7% pada poli asam tanat.

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

Improved Conversion Efficiency of Solar Light Energy into Electrical Energy Using Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)

Dian Regina Umayya

ABSTRACT

Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) is a third generation dye-based solar cell that converts photon energy into electrical energy. In this research, the dyes used in DSSC were tannin and tannic acid dyes which were polymerized to increase efficiency. Efficiency can be influenced by the number of conjugated double bonds in the dye. Polymerization is influenced by several factors, namely monomer concentration, initiator concentration and crosslinker volume.

Polymerization in this study used variations of monomer, namely 2 grams, 2.5 grams, 3 grams, variations of initiator used, namely 1%, 2%, 3% and variations in crosslinker volume, namely 1.5 mL, 2.5 mL, 3.5 mL. Poly tannin was successfully produced by the formation of CH₂ groups and poly tannic acid formed ether groups which were characterized using Fourier Transform Infra Red (FTIR). The dye that has been polymerized is calculated by the average molecular weight of the polymer using the viscosity method. The DSSC was assembled using ITO glass coated with TiO₂ which was electrodeposited using ZnO. The voltage and resistance were measured using a digital multimeter. Optimum efficiency is found in variations in monomer concentration of 2.5 grams, namely 15.46% for poly tannin and 18.72% 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 **“PENINGKATAN EFISIENSI KONVERSI CAHAYA MATAHARI MENJADI ENERGI LISTRIK MENGGUNAKAN DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)”**. Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan skripsi penelitian ini tidak terlepas dari dukungan, petunjuk, masukan, arahan, dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Hardeli, M.Si selaku Dosen Pembimbing sekaligus pembimbing akademik penulis yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam pembuatan proposal ini.
2. Bapak Dr. rer. nat. Deski Beri, S. Si., M.Si dan Ibuk Dra. Syamsi Aini, M. Si., Ph.D selaku Dosen Pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, M. Si, Ph.D selaku Ketua Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
4. Laboran Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.
5. Orangtua dan keluarga tercinta atas dukungan untuk penulis.
6. Teman teman yang selalu ada memberi masukan.

Penulisan ini, tidak luput dari kesalahan dan kekurangan dari penulis. Oleh karena itu penulis harapkan masukan dan saran dari semua pihak yang membangun untuk skripsi ini. Atas perhatiannya penulis ucapkan terimakasih.

Padang, Januari 2024

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
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	9
C. Polimerisasi Tanin	10
D. Polimerisasi Asam Tanat	12
E. Sel Surya.....	15
F. DSSC (<i>Dye sensitized solar cell</i>).....	16
G. Metode Sol-Gel.....	24
H. Elektrodeposisi ZnO Pada TiO ₂	25
I. Instrument Yang Digunakan.....	26
BAB III METODE PENELITIAN	29
A. Waktu dan Tempat.....	29
B. Variabel Penelitian.....	29
C. Alat dan Bahan.....	29
D. Metode Penelitian	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Hasil Karakterisasi <i>Dye</i>	34
B. Karakterisasi TiO ₂ layer ZnO.....	39
C. Perhitungan Efisiensi Sel Surya	42
D. Perhitungan Kurva IV	48
BAB V PENUTUP	52
G. Kesimpulan	52
H. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Tanin	8
Gambar 2. Struktur asam tanat.....	10
Gambar 3. Reaksi Polimerisasi Tanin.....	12
Gambar 4. Asam Tanat dipolimerisasi dengan TMPGDE.....	13
Gambar 5. Komponen DSSC	16
Gambar 6. Prinsip Kerja DSSC.	20
Gambar 7. Kurva I-V	22
Gambar 8. Spektra FTIR Tanin Murni dan Poli Tanin.....	34
Gambar 9. Spektra FTIR Asam Tanat Murni dan Poli Asam Tanat.....	37
Gambar 10. Grafik <i>Band-Gap</i> dan TiO ₂ Layer ZnO.....	39
Gambar 11. Pola difraksi XRD sampel TiO ₂ /ZnO	41
Gambar 12. Grafik Efisiensi dari variasi Konsentrasi Monomer.....	44
Gambar 13. Grafik Efisiensi dari Variasi Konsentrasi Inisiator	46
Gambar 14. Grafik Efisiensi dari Variasi Volume <i>Crosslinker</i>	47
Gambar 15. Kurva IV Variasi Monomer Tanin dan Monomer Asam Tanat	49
Gambar 16. Kurva IV Variasi Konsentrasi Inisiator Tanin dan Asam Tanat	50
Gambar 17. Kurva IV Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Tanin dan Asam Tanat.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Interpretasi Data FTIR	35
Tabel 2. Data Pengujian Densitas Tanin.....	36
Tabel 3. Data Pengujian Viskositas	36
Tabel 4. Interpretasi Data FTIR	37
Tabel 5. Data Pengujian Densitas Asam Tanat.....	38
Tabel 6. Data Pengujian Viskositas	38
Tabel 7. Data Band-Gap TiO ₂ dan TiO ₂ Layer ZnO	40
Tabel 8. Data <i>Band-Gap</i> pada Penelitian Sebelumnya	40
Tabel 9. Data Efisiensi Variasi Konsentrasi monomer Tanin (Annisa, 2017).....	43
Tabel 10. Hasil Pengukuran Efisiensi Variasi Konsentrasi Monomer Tanin.....	43
Tabel 11. Efisiensi Variasi Konsentrasi monomer Asam Tanat (Hanifah, 2019)..	43
Tabel 12. Hasil Efisiensi Variasi Konsentrasi Monomer Asam Tanat.....	43
Tabel 13. Data Efisiensi Variasi Konsentrasi Inisiator Tanin (Resi, 2017)	44
Tabel 14. Hasil Pengukuran Efisiensi Variasi Konsentrasi Inisiator Tanin.....	45
Tabel 15. Efisiensi Variasi Konsentrasi Inisiator Asam Tanat (Hanifah, 2019)....	45
Tabel 16. Hasil Pengukuran Efisiensi Variasi Konsentrasi Inisiator Asam Tanat.	45
Tabel 17. Data Efisiensi Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Tanin (Resi, 2017)	46
Tabel 18. Hasil Pengukuran Efisiensi Variasi Volume <i>Crosslinker</i> pada Tanin ..	46
Tabel 19. Efisiensi Variasi Volume <i>Crosslinker</i> Asam Tanat (Hanifah, 2019)....	46
Tabel 20. Hasil Efisiensi Variasi Volume <i>Crosslinker</i> pada Asam Tanat.....	47
Tabel 21. Data Kurva IV Pada Variasi Konsentrasi Monomer Tanin.....	48
Tabel 22. Data Kurva IV Pada Variasi Konsentrasi Monomer Asam Tanat.....	48
Tabel 23. Data Kurva IV Variasi Konsentrasi Inisiator pada Tanin.....	49
Tabel 24. Data Kurva IV Variasi Konsentrasi Inisiator pada Asam Tanat.....	49
Tabel 25. Data Kurva IV Variasi Volume <i>Crosslinker</i> pada Tanin.....	50
Tabel 26. Data Kurva IV Variasi Volume <i>Crosslinker</i> pada Asam TanaT.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Anggaran dan Jadwal Penelitian	58
Lampiran 2. Diagram Alir Prosedur Kerja Secara Keseluruhan.....	59
Lampiran 3. Polimerisasi <i>Dye</i> (Zat Warna) dari Tanin.....	60
Lampiran 4. Persiapan dan Pembersihan Kaca ITO	59
Lampiran 5. Preparasi Pasta TiO ₂ / ZnO	62
Lampiran 6. Pelapisan TiO ₂ /ZnO pada Kaca ITO	63
Lampiran 7. Pelapisan Elektrolit Semi Padat.....	64
Lampiran 8. Preparasi Counter Elektroda.....	65
Lampiran 9. Perakitan DSSC	66
Lampiran 10. Gambar Prosedur Kerja	67
Lampiran 11. Data FTIR.....	72
Lampiran 12. Data UV-DRS TiO ₂ /ZnO	74
Lampiran 13. Data XRD TiO ₂ /ZnO	75
Lampiran 14. Database TiO ₂	76
Lampiran 15. Database ZnO	78
Lampiran 16. Data Pengukuran Multimeter	80
Lampiran 17. Perhitungan Efisiensi DSSC.....	82
Lampiran 18. Perhitungan Densitas dan Viskositas	89
Lampiran 19. Perhitungan Derajat Polimerisasi	98
Lampiran 20. Perhitungan Kurva IV.....	100

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sumber energi di dunia semakin lama semakin menipis, sedangkan kebutuhan manusia semakin meningkat. Sel surya adalah salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan energi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan alternatif lain yang dapat dijadikan sebagai sumber energi listrik (Prasetyowati, 2017). Biaya rendah merupakan keuntungan yang sangat penting dalam memproduksi sel surya tersensitisasi pewarna dibandingkan dengan sel surya konvensional yang banyak digunakan. Selain itu, efisiensi sel surya peka pewarna yang ditingkatkan akan memberikan keuntungan ekonomis yang sangat besar (Ko *et al.*, 2005).

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 minyak bumi, gas bumi, dan batu bara. Energi matahari dikembangkan dengan menggunakan sel fotovoltaik yang merupakan pengembangan energi matahari dengan cara mengubahnya menjadi energi listrik. Sel fotovoltaik ini dikenal dengan sel surya atau solar cell (Gong *et al.*, 2017).

Dye sensitized solar cell (DSSC) disusun oleh komponen berupa kaca tipis, zat warna, nano kristal semikonduktor, elektroda lawan, dan elektrolit. Zat warna sintetik dapat menghasilkan efisiensi di atas 10%. Zat warna sintetik memiliki kekurangan yaitu harganya relatif mahal dan sangat berbahaya sehingga penggunaan zat warna sintetik untuk saat ini tidak

digunakan. Oleh sebab itu, sekarang digunakan zat warna organik untuk meningkatkan efisiensi DSSC untuk mengkonveksi energi matahari menjadi energi listrik (Kishore Kumar *et al.*, 2020).

Antosianin, betha-carotene, tannin, klorofil dan xantofil merupakan jenis zat yang dapat memberikan pigmen warna. Untuk zat warna (*dye*) alami berasal dari pigmen warna poli tannin. Tanin termasuk senyawa fenolik yang memiliki gugus kromofor (ikatan rangkap tunggal terkonjugasi). Gugus inilah yang dapat menyerap sinar UV, baik UV A maupun UV B. Tanin memiliki ikatan rangkap berjumlah 7 dan dimodifikasi menjadi poli tannin. Modifikasi dilakukan untuk memperbanyak ikatan rangkap sehingga mampu menyerap foton sebanyak mungkin. Tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki gugus hidroksil yang terkait pada cincin benzene (Martins *et al.*, 2020).

Asam tanat merupakan salah satu senyawa fenolik yang terdiri dari satu gugus glukosa dan 10 molekul asam gallat yang saling berikatan. Asam tanat dapat dipolimerisasi dengan senyawa-senyawa yang mempunyai gugus epoxy yang berfungsi sebagai agen pengikat silang seperti divinyl sulfone (DVS), *epichlorohydrin* (EPI), *glutaraldehyde* (GLU), *trimethylolpropane triglycidyl ether* (TMPGDE). TMPGDE adalah agen pengikat silang yang mempunyai tiga cincin epoksi yang dapat bereaksi dengan asam galat (Sahiner *et al.*, 2016).

Polimer adalah makro molekul yang tersusun dari monomer- monomer yang berulang. Polimerisasi *dye* yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanin dan asam tanat menggunakan polimerisasi kondensasi, karena menggunakan agen pengikat silang dalam proses polimerisasinya. Adanya ikatan antar rantai

polimer dengan rantai utama lainnya adalah polimer yang terbentuk dari polimerisasi berikatan silang. Pada penelitian ini untuk polimerisasi zat warna yang akan digunakan dipolimerisasi menggunakan agen pengikat silang (crosslinking agent) *glutaraldehyde* sehingga dihasilkan politanin. *Dye* yang digunakan pada penelitian ini di polimerasi terlebih dahulu supaya ikatan rankap yang terbentuk dari monomer-monomer yang dihasilkan pada reaksi polimerasi makin banyak sehingga dapat mengabsorpsi foton dari cahaya matahari dan didapatkan efisiensi yang lebih tinggi (Alhumaimess *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini dilakukan modifikasi senyawa asam tanat dan tanin agar tidak mudah larut dalam air dan terkomposisi. Tanin dimodifikasi dengan polimerisasi membentuk wattle tanin (tanin terkondensasi) kedalam bentuk matriksnya yang tidak mudah larut dalam air. Hasil polimerisasi tanin ini akan membentuk poli tanin yang nantinya digunakan sebagai *dye*. Polimerisasi tanin dapat dibentuk dengan proses crosslinking. Secara kimia proses crosslinking terjadi dari ikatan kovalen yang bersifat irreversible. Senyawa *glutaraldehyde* digunakan sebagai crosslinker pada tanin. *Crosslinker* ini akan membentuk dan mengatur ikatan antara molekul kovalen dengan rantai antar polimer (Distantina *et al.*, 2018). Poli tanin yang terbentuk dapat berperan sebagai absorpsi dan sebagai zat warna. Selain *Glutaraldehyde*, *hexamethylenetetramine* dapat digunakan sebagai crosslinker sintesis poli tanin. Hasil polimer tanin menggunakan *hexamine* sering digunakan sebagai pembuatan ikatan kayu (Liao *et al.*, 2019).

Proses polimerisasi dipengaruhi beberapa faktor seperti konsentrasi inisiator (NaOH), suhu, waktu polimerisasi, konsentrasi monomer, konsentrasi surfaktan, konsentrasi crosslinking agents, pH dan kecepatan pengadukan. Konsentrasi inisiator (NaOH) mempengaruhi polimerisasi dimana konsentrasi inisiator berfungsi untuk membuka cincin epoksi sehingga monomer dan agen pengikat silang semakin banyak berikatan karena radikal yang terbentuk semakin banyak. Semakin besar konsentrasi inisiator maka semakin banyak radikal yang diperoleh sehingga terjadi tumbukan antara radikal dan monomer semakin cepat. Konsentrasi crosslinking agents, semakin bertambah konsentrasi crosslinking agents yang digunakan radikal yang terbentuk semakin banyak dan ikatan yang terjadi antara radikal agen pengikat silang dan monomer semakin banyak (Sahiner *et al.*, 2016). Konsentrasi monomer, semakin bertambahnya konsentrasi monomer yang akan dipolimerisasi maka polimer yang terbentuk semakin keras dan kaku, semakin besar konsentrasi dari monomer maka akan semakin cepat laju reaksi yang terjadi dan semakin banyak polimerisasi yang dihasilkan (Marsha *et al.*, 2020).

Salah satu senyawa yang dapat digunakan dalam sintesis (pembuatan) lapisan tipis sebagai bahan sel surya adalah TiO_2 atau sering disebut Titanium Dioksida. Titanium oksida (TiO_2) adalah fotokatalis yang memiliki band-gap 3.2 eV. Penggunaan TiO_2 sebagai fotokatalis memiliki kekurangan yaitu reaksi rekombinasinya terjadi cepat yang mengakibatkan proses fotodegradasi tidak berjalan secara maksimal dan efisiensi yang didapatkan dengan menggunakan TiO_2 masih rendah. Untuk meningkatkan fotoaktivitas TiO_2 digunakan metode elektrodeposisi yang berguna dalam memperkecil band-gap

dari Titanium Oksida. Elektrodeposisi dengan suatu oksida akan meningkatkan efisiensi dalam menyerap radiasi matahari dan meningkatkan efisiensi transfer muatan semikonduktor melalui perangkat elektron. Zink Oksida (ZnO) merupakan oksida yang paling banyak digunakan karena dapat menyerap radiasi matahari dengan band-gap yang sama dengan TiO_2 sehingga dapat menghambat reaksi rekombinasi pada TiO_2 sehingga aktivitas fotokatalis TiO_2 makin besar (Mozaffari *et al.*, 2015). Zink oksida adalah semikonduktor tipe-n yang struktur kristalnya adalah heksagonal dan memiliki konduktivitas yang ditentukan dari ketidakseimbangan antara atom O dan Zn dalam ZnO. Senyawa ZnO berwarna putih yang sering dikenal dengan semikonduktor II-VI, karena atom Zn yang berada pada golongan II dan atom O yang berada pada golongan VI dalam sistem periodik (Robles-águila *et al.*, 2018). ZnO memiliki celah pita 3,37 eV (Tarwal *et al.*, 2021). Elektrodeposisi ZnO pada titanium oksida dapat menghasilkan spesi yang dapat merangkap elektron tambahan sehingga reaksi rekombinasi akan turun dan efisiensi yang dihasilkan makin besar (Agdisti *et al.*, 2019).

Penelitian sebelumnya menggunakan zat warna poli tanin didapatkan efisiensi terbesar yaitu 7,01% pada variasi inisiator 2%. Penelitian (Resi, 2017) menggunakan TiO_2 doping Fe didapatkan band gap nya sebesar 3,05 eV. Pada penelitian (Widi, 2017) efisiensi tertinggi yang didapatkan yaitu 9,18% pada variasi suhu 120° . Band gap yang didapatkan sebesar 2,922 eV dengan doping menggunakan Ag. Pada penelitian (Dwi, 2017) efisiensi tertinggi didapatkan sebesar 8,984% pada zat warna poli asam tanat.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, penulis tertarik meneliti pengaruh konsentrasi inisiator, konsentrasi monomer dan volume agen pengikat silang poli-tanin dan poli-asam tanat untuk meningkatkan efisiensi sel surya DSSC. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan efisiensi yang lebih besar dan bisa dimanfaatkan 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. *Dye sensitized solar cell* merupakan sel surya berbasis zat warna yang dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik.
4. Tanin dan asam tanat dapat digunakan sebagai zat warna alami dalam *Dye sensitized solar cell (DSSC)* salah satunya yaitu dengan cara polimerisasi.
5. Konsentrasi inisiator, waktu reaksi polimerisasi, suhu, volume agen pengikat silang, konsentrasi monomer, konsentrasi agen pengikat silang, dan surfaktan dapat mempengaruhi reaksi polimerisasi.

C. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah yang ada pada penelitian ini :

1. Variasi konsentrasi monomer yang digunakan pada polimerisasi tanin dan asam tanat yaitu 1%, 2%, 3%.

2. Variasi konsentrasi inisiator pada polimerasi tanin dan asam tanat yaitu 2 gram; 2,5 gram; 3 gram.
3. Variasi volume agen pengikat silang pada polimerisasi tanin dan asam tanat yaitu 1,5 mL, 2,5 mL, 3,5 mL.

D. Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah yang ada pada penelitian ini :

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

E. Tujuan Penelitian

Bedasarkan dari latar belakang penelitian ini, berikut tujuan penelitian ini :

1. Menemukan pengaruh variasi konsentrasi monomer dengan menggunakan tanin dan asam tanat yang di polimerasi terhadap efisiensi yang dihasilkan
2. Menemukan pengaruh variasi konsentrasi inisiator dengan menggunakan tanin dan asam tanat yang telah di polimerasi terhadap efisiensi yang dihasilkan

3. Menemukan pengaruh variasi volume agen pengikat silang dengan menggunakan tanin dan asam tanat yang telah di polimerasi terhadap efisiensi 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.