

**PENGARUH PENAMBAHAN  $\text{ZnO}$  PADA  $\text{TiO}_2$  UNTUK  
MENINGKATKAN EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR*  
*CELL* (DSSC)**

**SKRIPSI**

*“untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains”*



**Oleh:**

**Arif Rahman Hakim**

**17036006**

**PROGRAM STUDI S1 KIMIA  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2024**

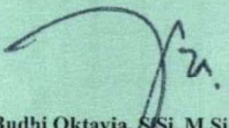
**PERSETUJUAN SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN  $ZnO$  PADA  $TiO_2$  UNTUK  
MENINGKATKAN EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)**

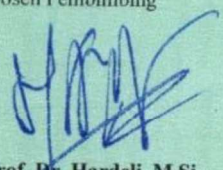
Nama : Arif Rahman Hakim  
NIM : 17036006  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 1 Maret 2024

Mengetahui:  
Kepala Departemen Kimia

  
**Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D**  
NIP. 197210241998031001

Disetujui oleh:  
Dosen Pembimbing

  
**Prof. Dr. Hardeli, M.Si**  
NIP. 1964011319910310001

**PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI**

Nama : Arif Rahman Hakim  
NIM : 17036006  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam


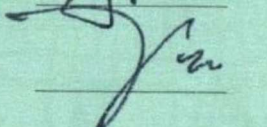

**PENGARUH PENAMBAHAN ZnO PADA TiO<sub>2</sub> UNTUK  
MENINGKATKAN EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)**

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi Departemen  
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Padang

Padang, 1 Maret 2024

**Tim Penguji**

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Prof. Dr. Hardeli, M.Si	
Anggota	: Hary Sanjaya, M.Si	
Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D	



## SURAT PERNYATAAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Arif Rahman Hakim  
NIM : 17036006  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Alamat : Musholla Al-Qalam FMIPA UNP

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "**PENGARUH PENAMBAHAN ZnO PADA TiO<sub>2</sub> UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**" adalah benar benar merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum negara yang berlaku, baik di Universitas Negeri Padang maupun masyarakat dan negara. Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 1 Maret 2024

Yang membuat pernyataan



Arif Rahman Hakim  
NIM. 17036006

# **PENGARUH PENAMBAHAN ZnO PADA TiO<sub>2</sub> UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)**

**Arif Rahman Hakim**

## **ABSTRAK**

DSSC adalah *solar cell* generasi ke-3 dari pengembangan sel surya setelah sel surya *silicon*. Pada aplikasinya efisiensi DSSC sangat dipengaruhi oleh fotoaktifitas dan stabilitas fotokatalis dari semikonduktor yang digunakan. Salah satu semikonduktor yang dapat digunakan sebagai fotokatalis adalah TiO<sub>2</sub>. Namun, nilai efektivitas fotokatalitik dari semikonduktor TiO<sub>2</sub> dapat mengalami penurunan jika terjadi rekombinasi *electron hole* saat reaksi berlangsung. Meminimalisir kemungkinan terjadinya rekombinasi ini salah satunya yaitu dengan cara memodifikasi lapisan semikonduktor TiO<sub>2</sub>. Doping ZnO/ TiO<sub>2</sub> dan penambahan deposisi menawarkan kesempatan untuk mencapai hal ini sehingga diperoleh efisiensi yang lebih tinggi.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen kuantitatif menentukan pengaruh penambahan ZnO pada film tipis TiO<sub>2</sub> terhadap nilai efisiensi DSSC yang diperoleh. Lapisan film tipis semikonduktor disintesis menggunakan metode *doctor blade* dengan variasi penambahan jumlah deposisi ZnO (0; 1; 2; 3; dan 4 kali) pada ZnO/ TiO<sub>2</sub>.

Berdasarkan hasil karakterisasi, difraktogram XRD yang diperoleh pada sampel film tipis semikonduktor yang dideposisi 0 dan 1 kali menunjukkan penurunan ukuran kristal berturut-turut 64.8276 nm dan 49.1548 nm dengan fasa *Anatase*. *Optical band gap* lapisan tipis mengalami peningkatan berdasarkan jumlah deposisi 0 dan 1 kali masing-masing bernilai 2.99 eV dan 3.02 eV dengan tipe transisi langsung (*direct permitted*). Efisiensi DSSC yang diperoleh setelah dilakukan penambahan deposisi ZnO untuk 0; 1; 2; 3 dan 4 kali berturut turut 13.54%; 20.24%; 14.80%; 12.76% dan 11.76%. Pelapisan Optimun diperoleh dari penambahan satu kali deposisi dengan nilai efisiensi mencapai 20.24%.

**Kata Kunci:** DSSC, Deposisi, *Optical band gap*, Semikonduktor

# **EFFECT OF ADDING ZnO TO TiO<sub>2</sub> TO INCREASE THE EFFICIENCY OF DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)**

**Arif Rahman Hakim**

## **ABSTRACT**

DSSC is the 3rd generation of solar cell development after silicon solar cells. In its application, DSSC efficiency is greatly influenced by the photoactivity and stability of the photocatalyst of the semiconductor used. One semiconductor that can be used as a photocatalyst is TiO<sub>2</sub>. However, the photocatalytic effectiveness value of the TiO<sub>2</sub> semiconductor can decrease if electron hole recombination occurs during the reaction. One way to minimize the possibility of recombination is by modifying the TiO<sub>2</sub> semiconductor layer. ZnO/ TiO<sub>2</sub> doping and additional deposition offer the opportunity to achieve this and obtain higher efficiencies.

This research is a quantitative experimental study to determine the effect of adding ZnO to TiO<sub>2</sub> thin films on the DSSC efficiency values obtained. Semiconductor thin films were synthesized using the doctor blade method with varying amounts of ZnO deposition (0; 1; 2; 3; and 4 times) on ZnO/TiO<sub>2</sub>.

Based on the characterization results, the XRD diffractograms obtained on semiconductor thin film samples deposited 0 and 1 times showed a decrease in crystal size of 64.8276 nm and 49.1548 nm respectively with the Anatase phase. The optical band gap of the thin layer increases based on the number of 0 and 1 deposition times, respectively, valued at 2.99 eV and 3.02 eV with the direct permitted transition type. The DSSC efficiency obtained after additional ZnO deposition was 0; 1; 2; 3 and 4 times respectively 13.54%; 20.24%; 14.80%; 12.76% and 11.76%. Optimum coating is obtained from the addition of one deposition with an efficiency value of 20.24%.

**Keywords:** DSSC, Deposition, Optical band gap, Semiconductor

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia- Nya sehingga terselesaikannya skripsi yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN ZnO PADA TiO<sub>2</sub> UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI *DYE SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)*”**. Shalawat dan Salam tak lupa kita ucapkan kepada junjungan nabi besar yaitu nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya Skripsi ini diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains pada program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, petunjuk, masukan, arahan, dan bantuan yang diberikan dari berbagai pihak. Oleh karena itu saya ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Hardeli, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan serta masukkan dalam pembuatan proposal ini.
2. Bapak Budhi Oktavia, M. Si, Ph. D selaku dosen pembahas sekaligus Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang yang telah bersedia untuk memberikan masukan dan saran demi kelancaran proses penelitian ini
3. Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si selaku dosen pembahas yang telah bersedia untuk memberikan masukan dan saran demi kelancaran proses penelitian ini

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah di hadapan Allah SWT, Amin Ya Rabbal ‘Alamin. Penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan dari skripsi ini. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Januari 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
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 .....	5
C. Batasan Masalah .....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian .....	6
F. Manfaat Penelitian .....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Sel Surya .....	7
B. <i>Dye Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) .....	7
C. Komponen Dan Struktur DSSC .....	8
D. Cara Kerja DSSC .....	14
E. Efisiensi DSSC .....	16
F. Poli-Kuersetin .....	18
G. Titanium Dioksida ( $\text{TiO}_2$ ) .....	21
H. <i>Zinc Oxide</i> ( $\text{ZnO}$ ) .....	22
I. Doping $\text{ZnO}$ Pada $\text{TiO}_2$ .....	23
J. Instrumen Yang Digunakan .....	24
BAB III. METODE PENELITIAN .....	28
A. Jenis Penelitian, Waktu, Dan Tempat Penelitian .....	28
B. Variabel Penelitian .....	28
C. Desain Penelitian .....	28
D. Alat Dan Bahan .....	29
E. Teknik Pengumpulan Data .....	30
F. Prosedur Penelitian .....	30
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	42
A. Karakterisasi Sifat Optik dan Transisi Elektronik Semikonduktor $\text{TiO}_2$ - $\text{ZnO}$ .....	42

B. Karakterisasi TiO <sub>2</sub> -ZnO dengan Spektrometer XRD.....	47
C. Efisiensi Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) .....	49
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
A. Kesimpulan .....	54
B. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA .....	55
LAMPIRAN.....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Komponen Perangkat DSSC (Istiqomah et al., 2017).....	9
Gambar 2. Skema Kerja DSSC (Hardeli et al., 2013).....	14
Gambar 3. Polimerisasi kuersetin dengan agen pengikat silang glycerol diglycidyl ether (GDE)(Latos-Brozio & Masek, 2019) .....	20
Gambar 4. Celah pita dan tepi pita konduksi yang ditentukan secara eksperimental dari fase anatase, brookite, dan rutil $\text{TiO}_2$ (Parrino & Palmisano, 2021) .....	21
Gambar 5. Kurva I-V (Arus dan Tegangan)(Honsberg & Bowden, 2022).....	37
Gambar 6. Penentuan Celah Pita Optik dari (A) $\text{TiO}_2\text{:ZnO}$ dan (B) $\text{TiO}_2\text{:ZnO/ZnO}$ .....	45
Gambar 7. Difractogram hasil analisa XRD* (A) $\text{ZnO/TiO}_2$ dan (B) $\text{ZnO/TiO}_2\text{: ZnO}$ .....	47
Gambar 8. Hasil Fabrikasi DSSC dengan Struktur Sandwich .....	50
Gambar 9. Pengaruh Deposisi $\text{ZnO}$ Terhadap Efisiensi DSSC.....	52
Gambar 10. Difractogram hasil analisa XRD* (A) $\text{ZnO/TiO}_2$ dan (B) $\text{ZnO/TiO}_2\text{: ZnO}$ .....	71
Gambar 11. Desain Alur Metode Penentuan Sifat Optik Material .....	81
Gambar 12. Spektrum reflektansi difus dari (A) $\text{ZnO/TiO}_2$ (B) $\text{ZnO/TiO}_2\text{: ZnO}$ .....	82
Gambar 13. Penentuan $E_g$ antara dari (A) $\text{ZnO/TiO}_2$ dan (B) $\text{ZnO/TiO}_2\text{: ZnO}$ ...	83
Gambar 14. Elaborasi grafis persamaan 19 dari (A) $\text{TiO}_2\text{:ZnO}$ dan (B) $\text{TiO}_2\text{:ZnO/ZnO}$ .....	84
Gambar 15. Spektrum FTIR Poli Kuersetin.....	86
Gambar 16. Pengaruh penambahan $\text{ZnO}$ pada $\text{TiO}_2\text{: ZnO}$ terhadap kuat arus yang mengalir pada DSSC .....	88

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Desain Penelitian.....	29
Tabel 2. Perhitungan nilai $E_g$ dari gambar 12 .....	43
Tabel 3. Perkiraan Tipe Transisi (n) .....	43
Tabel 4. Perhitungan Energi Celah Pita $E_g$ .....	46
Tabel 6. Interpretasi Lapisan $TiO_2$ terdoping $ZnO$ .....	48
Tabel 6. Penentuan Deposisi Optimum.....	51
Tabel 7. Interpretasi Lapisan $TiO_2$ terdoping $ZnO$ .....	71
Tabel 8. Interpretasi Lapisan $TiO_2$ terdoping $ZnO$ + 1 kali deposisi $ZnO$ .....	72
Tabel 9. Intrepetasi Spektrum FTIR Kuersetin dan Poli Kuersetin .....	86
Tabel 10. Data Hasil Perhitungan Efisiensi Dye Sensitized Solat Cells .....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Prosedur Kerja Keseluruhan .....	60
Lampiran 2. Polimerisasi Kuersetin .....	61
Lampiran 3. Persiapan Substrat Kaca ITO .....	62
Lampiran 4. Preparasi Pasta ZnO .....	63
Lampiran 5. Preparasi Pasta TiO <sub>2</sub> doping ZnO .....	64
Lampiran 6. Preparasi Elektrolit .....	65
Lampiran 7. Preparasi Carbon Electrode Counter .....	66
Lampiran 8. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	67
Lampiran 9. Data Hasil XRD dan Perhitungan Ukuran Kristal TiO <sub>2</sub> .....	68
Lampiran 10. Dokumentasi pengujian Efisiensi DSSC .....	94



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Aktivitas manusia yang semakin kompleks membuat kebutuhan terhadap energi, khususnya energi listrik juga semakin meningkat. Peningkatan ini sejalan dengan meningkatnya laju pertumbuhan ekonomi, laju pertumbuhan penduduk, dan pesatnya perkembangan sektor industri. Peningkatan kebutuhan akan energi listrik ini mengakibatkan semakin menipisnya ketersediaan sumber energi fosil yang mendominasi suplai bahan bakar pembangkit energi listrik. Ketersediaan sumber energi fosil yang menipis menyebabkan terjadinya pergeseran dari penggunaan sumber energi tidak dapat diperbaharui menuju sumber energi yang dapat diperbaharui (Yunita, 2019). Kondisi ini memaksa beberapa negara di dunia untuk terus mencari sumber energi alternatif yang bersifat solutif, berlimpah dan tidak pernah habis. Alternatif yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah konversi cahaya matahari menjadi energi listrik menggunakan *photovoltaic cell* (PV) atau yang lebih dikenal dengan sel surya .

Sel surya hari ini yang banyak digunakan adalah sel surya berbahan dasar *silicon*, jika perangkat sel surya dilakukan penggunaan dalam skala besar untuk pembangkit listrik akan membutuhkan biaya yang sangat mahal. Penggunaan *silicon* sebagai bahan dasar selain membutuhkan biaya produksi yang mahal, penggunaan *silicon* juga tidak ramah lingkungan, dan harus menggunakan teknologi yang canggih. Selanjutnya, dikembangkanlah sel surya organik dengan biaya produksi yang murah,

ramah lingkungan dan menggunakan teknik yang sederhana yang biasa dikenal dengan *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC).

DSSC adalah *solar cell* generasi ke-3 dari pengembangan sel surya setelah sel surya *silicon*. DSSC awalnya ditemukan dan dikembangkan oleh Profesor Michael Gratzel dan Brian O'Regan pada tahun 1991. DSSC telah menjadi pusat perhatian sebagai perangkat fotovoltaiik alternatif yang ekonomis sejak dua dekade terakhir. DSSC didasari pada bahan semikonduktor  $\text{TiO}_2$  yang disintesis dengan *dye* organik. Namun untuk memperoleh daya serap foton yang lebih tinggi diperlukan bahan *dye* yang mampu menangkap energi foton dari cahaya matahari yang optimum. Berbagai bahan organik telah diselidiki dan digunakan dalam DSSC untuk meningkatkan kinerja sel, meningkatkan daya tahan sel, dan produksi skala industri yang hemat biaya (Bashir et al., 2022).

Penggunaan *dye* bertujuan agar bisa menangkap energi foton dengan optimum pada aplikasi DSSC diantaranya yaitu, pertama senyawa yang digunakan dapat dilarutkan sehingga mudah diabsorpsi dan tempeli material pasta semikonduktor pada *plate* kaca ITO yang digunakan. Kedua, senyawa tersebut memiliki ikatan rangkap terkonjugasi, semakin banyak ikatan rangkap terkonjugasi yang terdapat pada senyawa tersebut maka akan semakin besar stabilitas dan kemungkinan foton yang dapat diserap oleh senyawa tersebut. *Point* kedua ini dapat dimaksimalkan dengan memanfaatkan polimer senyawa *organic* yang digunakan sebagai *dye* karena jumlah ikatan rangkap terkonjugasinya yang tentu lebih banyak dibandingkan saat dalam wujud monomer. Pada penelitian ini *dye* yang digunakan berbasis *dye* dari Poli-Kuersetin.

Kuersetin adalah salah satu flavonoid yang paling banyak terdapat di dunia tumbuhan. Senyawa ini secara luas banyak dijumpai dalam produk makanan nabati seperti teh, jus buah, anggur dan madu (Janeczko et al., 2022). Penelitian (Sahiner, 2014) untuk pertama kalinya melaporkan bahwa dari partikel Polimer berbasis Kuersetin yang dibuat dalam satu langkah dengan teknik polimerisasi mikroemulsi sederhana/ metode ikatan silang. Partikel yang disiapkan terbukti mampu mempertahankan beberapa intensitas fluoresennya. Polimerisasi yang dilakukan menggunakan metode agen pengikat silang (*crosslinker agent*) *Glutaraldehyde*, terbukti dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan Poli- Kuersetin.

Pada aplikasinya efisiensi DSSC juga sangat dipengaruhi oleh fotoaktifitas dan stabilitas fotokatalis dari semikonduktor yang digunakan. Salah satu semikonduktor yang dapat digunakan sebagai fotokatalis adalah  $\text{TiO}_2$ , karena fotoaktivitas dan stabilitasnya yang tinggi. Namun, nilai efektivitas fotokatalitik dari semikonduktor  $\text{TiO}_2$  dapat mengalami penurunan jika terjadi rekombinasi *electron hole* saat reaksi berlangsung. *Electron hole* adalah lubang yang ditinggalkan oleh elektron yang tereksitasi pada pita konduksi. Ketika energi foton lebih tinggi dari energi celah  $\text{TiO}_2$  (3,2 eV), elektron pada pita valensi tereksitasi ke pita konduksi dan *hole* dihasilkan di pita valensi. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya rekombinasi ini salah satunya yaitu dengan cara memodifikasi lapisan semikonduktor  $\text{TiO}_2$  (Susanti & Hardeli, 2019).

Modifikasi lapisan semikonduktor  $\text{TiO}_2$  sebelumnya telah dilakukan (Luli, 2019) dengan menggunakan metode Elektodeposisi. Namun efisiensi yang dihasilkan

belum cukup tinggi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi sumber energi alternatif yaitu sebesar 4,43%. Upaya lain perlu dilakukan yaitu dengan modifikasi tingkat lanjut pada lapisan semikonduktor  $\text{TiO}_2$ . Modifikasi yang dapat dilakukan salah satunya dengan memberikan perlakuan doping ZnO pada lapisan  $\text{TiO}_2$ . Ini akan mengakibatkan terbentuknya kontak logam pada lapisan  $\text{TiO}_2$ . Kontak logam pada lapisan  $\text{TiO}_2$  dapat mengurangi proses rekombinasi dan mempercepat aliran elektron, sehingga modifikasi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi DSSC. Penambahan doping dengan % mol ZnO juga akan membantu meningkatkan nilai konduktivitas pada semikonduktor, karena penambahan doping pada film tipis semikonduktor dapat menurunkan daerah deplesi. Penurunan daerah deplesi akan membantu memudahkan elektron untuk melompat dari pita valensi ke pita konduksi (Deswardani, 2013).

ZnO cenderung memiliki konduktivitas yang lebih tinggi daripada  $\text{TiO}_2$ , sedangkan  $\text{TiO}_2$  cenderung memiliki stabilitas kimia yang lebih tinggi. ZnO dapat dengan mudah dibuat dalam struktur nano, sedangkan  $\text{TiO}_2$  memiliki konstanta dielektrik yang jauh lebih tinggi dan keadaan cacat yang lebih sedikit, yang menyebabkan rekombinasi yang lebih sedikit. Kemampuan menyetel sifat masing-masing oksida secara terkendali agar sesuai dengan aplikasi fotovoltaiik dan karenanya memaksimalkan kinerja perangkat merupakan tantangan penting. Doping ZnO dan  $\text{TiO}_2$  menawarkan kesempatan untuk mencapai hal ini dengan biaya yang efektif (Hoye et al., 2013).

Merujuk pada informasi dan keterangan yang diperoleh, penelitian ini akan difokuskan untuk meneliti pengaruh penambahan ZnO dengan menggunakan doping

dengan variasi deposisi layer ZnO pada film tipis semikonduktor. Pada penelitian ini digunakan metoda *doctor blade* untuk deposisi semikonduktor dan larutan *dye* polikuersetin sebagai zat pewarna. Dengan ini diharapkan dapat meningkatkan daya serap foton yang diterima dari sumber cahaya sehingga diperoleh DSSC berbasis  $\text{TiO}_2/\text{ZnO}$  dengan efisiensi yang paling tinggi.

## **B. Identifikasi Masalah**

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

1. Krisis energi hari ini memicu pengembangan energi alternatif untuk terus ditingkatkan
2. Efektifitas  $\text{TiO}_2$  sebagai semikonduktor pada DSSC masih rendah menyebabkan rendahnya efisiensi yang diperoleh sehingga perlu untuk dimodifikasi.
3. Rendahnya efektifitas fotokatalitik semikonduktor  $\text{TiO}_2$  disebabkan karena terjadinya rekombinasi *electron hole* pada material semikonduktor DSSC

## **C. Batasan Masalah**

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi diatas perlu kita batasi dalam penelitian ini yaitu:

1. Penambahan ZnO dengan variasi jumlah deposisi (0; 1; 2; 3; dan 4 kali) pada  $\text{ZnO}/\text{TiO}_2$  film tipis semikonduktor
2. Zat warna yang digunakan sebagai *dye* adalah polimer Poli-Kuersetin



**D. Rumusan Masalah**

Pada latar belakang penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan ZnO pada film tipis  $\text{TiO}_2$  terhadap nilai efisiensi DSSC yang diperoleh?

**E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini yaitu:

1. Menentukan pengaruh penambahan ZnO pada film tipis  $\text{TiO}_2$  terhadap nilai efisiensi DSSC yang diperoleh

**F. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui pengaruh penambahan ZnO pada film tipis  $\text{TiO}_2$  terhadap nilai efisiensi DSSC yang diperoleh