

**FOTOAKTIVITAS SENSITISER KOMPLEKS  
POLYPYRIDYL-ANTHOCYANIN EKSTRAK BUNGA MAWAR  
(*Rosa hybrid Hort*) PADA SISTEM *DYE SENSITISED SOLAR  
CELL (DSSC)***



**SKRIPSI**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mendapatkan gelar  
Sarjana Sains dalam bidang ilmu kimia**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

**SURAKARTA**

**Januari, 2014**

HALAMAN PENGESAHAN

**Skripsi**  
**Fotoaktivitas Sensitiser Kompleks**  
**Polypyridyl –Anthocyanin Ekstrak Bunga Mawar (*Rosa hybrid***  
**Hort) Pada Sistem *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)**

NURUL NANING SETIA DEWI  
M0309038

Skripsi ini dibimbing oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Sayekti Wahyuningsi, M.Si.  
NIP. 19711211 199702 2001

Prof. Drs. Sentot Budi R., Ph.D  
NIP. 19560507 196601 1001

Dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi pada :

Hari : Senin

Tanggal : 27 Januari 2014

Anggota Tim Penguji :

1. Drs. Mudjiono., Ph.D.  
NIP 19540418 198601 1001

1. \_\_\_\_\_

2. Candra Purnawan., M.Si  
NIP 19781228 200501 1001

2. \_\_\_\_\_

Disahkan oleh  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Eddy Herald, M.Si.  
NIP. 19640305 200003 1002

*commit to user*

**PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “FOTOAKTIVITAS SENSITISER KOMPLEKS *POLYPIRIDYL-ANTHOCYANIN* EKSTRAK BUNGA MAWAR (*Rosa hybrid Hort*) PADA SISTEM *DYE SENSITISED SOLAR CELL* (DSSC)” belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga belum pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Surakarta, Januari 2014

NURUL NANING SETIA DEWI

FOTOAKTIVITAS SENSITISER KOMPLEKS  
*POLYPIRIDYL-ANTHOCYANIN* EKSTRAK BUNGA MAWAR  
(*Rosa hybrid Hort*) PADA SISTEM *DYE SENSITISED SOLAR CELL*  
(DSSC)

NURUL NANING SETIA DEWI

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi kompleks  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  ( $\text{dcbq}$ =2,2-biquinoline-4,4-dicarboxylic acid,  $\text{phen}$ =1,10-phenanthroline,  $\text{ant}$ =anthocyanin) pengaruh senyawa kompleks sensitiser  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  terhadap cahaya UV-tampak dan terhadap performa DSSC. Formulasi optimum kompleks ditentukan dari hasil spektra elektronik sensitiser menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Analisis arus dan tegangan menggunakan Keithley 2602 *A System Source*.

Kompleks  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  memiliki formulasi optimum yang mampu mengadsorpsi cahaya UV-tampak pada perbandingan 1:1:2:60. Kompleks  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  memiliki 3 serapan panjang gelombang yaitu pada  $\lambda_{\text{max}1}$ =304 nm,  $\lambda_{\text{max}2}$ =367 nm dan  $\lambda_{\text{max}3}$ =528 nm. Efisiensi sel DSSC yang dibangun dengan sensitiser tersebut sebesar 0,025%. Spektrum infra merah FTO/TiO<sub>2</sub> (FTO=Fluorin dopep Tin Oxide) berbeda dengan FTO/TiO<sub>2</sub>/S. Spektrum infra merah FTO/TiO<sub>2</sub>/S memiliki gugus fungsi baru yang mengidentifikasi adanya interaksi yang terjadi pada TiO<sub>2</sub> dengan sensitiser.

Kata kunci : Antosianin, *Dye Sensitized Solar Cell*, *Rosa hybrid Hort*,  
Sensitiser, 2,2-biquinoline-4,4-dicarboxylic acid, 1,10-phenanthroline.

PHOTOACTIVITIES POLYPYRIDYL-ANTHOCYANINS COMPLEX  
SENSITIZER OF ROSE (*Rosa hybrid* Hort) EXTRACT IN DYE SENSITIZED  
SOLAR CELL (DSSCs) SYSTEM

NURUL NANING SETIA DEWI

Departemen of Chemistry, Faculty of Mathematic and Science.

Sebelas Maret University

**Abstract**

DSSCs efficiency value was fabricated and defined using a  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  ( $\text{dcbq}$ =2,2-biquinoline-4,4-dicarboxylic acid,  $\text{phen}$ =1,10-phenanthroline,  $\text{ant}$ =anthocyanins) complex sensitizer. The aim of this research was to know the effect of  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  complex sensitizer on the visible light response, the optimum formulation of  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  complex on the DSSCs performance. The characterization of DSSCs involved  $\text{TiO}_2$  crystallinity, maximum sensitizer wavelength absorption, sensitizer complex functional cluster and FTO/ $\text{TiO}_2$ /S (FTO=Flourin doped Tin Oxide, S=sensitizer) bond analysis, current and also voltage analysis using Keithley 2602 Source System.

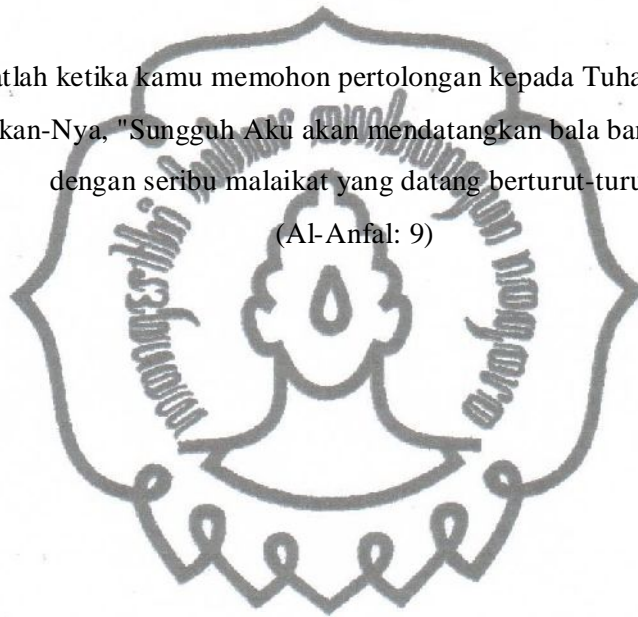
The highest efficiency value resulting in sensitizer compound occurred with the ratio of 1:1:2:60. The electronic spectrum of  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$  complex had 3 wavelength absorption at  $\lambda_{\text{max}1}$ =304 nm,  $\lambda_{\text{max}2}$ =367 nm and  $\lambda_{\text{max}3}$ =528 nm. The infra red spectrum of FTO/ $\text{TiO}_2$ /S had new functional cluster identifying the presence of interaction occurring in  $\text{TiO}_2$ . The efficiency of is 0,025%.

Keywords: Anthocyanins, Dye Sensitized Solar Cell, Rose hybrid Hort, Sensitizer, 2,2-biquinoline-4,4-dicarboxylic acid, 1,10-phenanthroline.

## MOTTO

Wahai orang-orang yang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya  
Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu  
(Muhammad: 7)

Ingatlah ketika kamu memohon pertolongan kepada Tuhan-mu lalu  
diperkenankan-Nya, "Sungguh Aku akan mendatangkan bala bantuan kepada-mu  
dengan seribu malaikat yang datang berturut-turut."  
(Al-Anfal: 9)



## PERSEMBAHAN



Karya kecilku ini kupersembahkan untuk :

1. Bapak dan Ibu tercinta, terima kasih untuk dukungan, kasih sayang, cinta, dan mukjizat doanya dengan tulus ikhlas
2. Kakak-kakakku, terima kasih atas dukungan, cinta dan ketulusan doanya

Jazakumullah bil jannah...

*commit to user*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan nikmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Rosulullah SAW sebagai pembimbing seluruh umat manusia. Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Ari Handono Ramelan, M.Sc. (Hons)., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
2. Bapak Dr. Eddy Heraldly, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret.
3. Ibu Dr. Sayekti Wahyuningsih, M.Si selaku Ketua Laboratorium Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret dan Pembimbing I.
4. Bapak Prof. Drs. Sentot Budi R., Ph.D selaku Pembimbing II.
5. Bapak Drs. Mudjiono., Ph.D selaku Penguji 1
6. Bapak Candra Purnawan., M.Si selaku Penguji II
7. Bapak Edi Pramono, M.Si sebagai Ketua Laboratorium Kimia Dasar FMIPA UNS dan selaku Pembimbing Akademis
8. Keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, semangat, dukungan dan doanya
9. Teman-teman seperjuangan : Lia W, Ike O, Hartini, Panji, Ariantama, Frenanda dan Yoga.
10. Teman-teman kimia 2009 dan teman satu kost : Nurul Muthi'ah, Novi, Tia, Alief, Frety, Mb Izza, Siska.

Semoga Allah SWT membalas jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Amiin. Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakannya.

Surakarta, Januari 2014

Nurul Naning Setia Dewi

*commit to user*



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN ABSTRAK.....	iv
HALAMAN ABSTRACT.....	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Perumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	8
BAB II LANDASAN TEORI .....	9
A. Tinjauan Pustaka .....	9
1. Sel Surya .....	9
2. Sel Surya Konvensional .....	9
3. Fotelektrokimia Sel Surya .....	10
4. DSSC (Dye Sensitized Solar Cell) .....	10
5. Material DSSC .....	14
a. Substrat .....	14
b. Semikonduktor.....	15
c. Sensitiser .....	17
d. Elektrolit .....	20
e. Katalis ( <i>Counter Electrode</i> ).....	20

6. Senyawa kompleks $\text{Fe}^{2+}$ .....	21
7. Model Pengikatan $\text{TiO}_2$ dengan Sensitiser .....	23
8. Difraktogram $\text{TiO}_2$ .....	24
9. Analisis Isoterm Adsorpsi desorpsi $\text{N}_2$ .....	26
10. Spektra Elektronik Kompleks $\text{Fe}^{2+}$ .....	28
11. Spektroskopi Infra Merah .....	31
12. Performansi Sel surya .....	32
B. Kerangka Pemikiran .....	34
C. Hipotesis .....	36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	37
A. Metode Penelitian .....	37
B. Tempat dan Waktu Penelitian .....	37
C. Alat dan Bahan Yang Digunakan .....	37
1. Alat .....	37
2. Bahan .....	38
D. Prosedur Penelitian .....	38
1. Sintesis Kompleks Fe dengan variasi ligan .....	38
2. Sintesis $\text{TiO}_2$ .....	39
3. Pembuatan Pasta $\text{TiO}_2$ .....	39
4. Preparasi Deposisi Lapis Tipis $\text{TiO}_2$ .....	39
5. Preparasi Larutan Elektrolit .....	40
6. Pembuatan <i>Counter Electrode</i> .....	40
7. Sensitisasi FTO/ $\text{TiO}_2$ .....	40
8. Fabrikasi DSSC .....	40
9. Karakterisasi .....	41
E. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	42
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	44
1. Kompleks $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$ .....	44
2. Karakterisasi $\text{TiO}_2$ .....	60
3. Karakterisasi Spektrum UV-Vis .....	62
4. Karakterisasi Spektrum FTIR .....	63

5. Karakterisasi <i>I-V</i> Sel DSSC .....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
A. Kesimpulan .....	72
C. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN – LAMPIRAN .....	78



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Susunan satu sel fotoelektrokimia. ....	10
Gambar 2. Skema kerja aliran elektron dalam DSSC ketika diiluminasi cahaya (Maddu et al., 2007) .....	11
Gambar 3. Struktur TiO <sub>2</sub> (a) Anatase, (b) Rutile (Sholes, 2002). ....	16
Gambar 4. Struktur beberapa ligan (a) <i>2,2-biquinoline-4,4-dicarboxylic acid</i> , (b) <i>1,10-phenanthroline</i> , (c) antosianin .....	18
Gambar 5. Bunga Mawar ( <i>Rosa hybrid Hort</i> ).....	19
Gambar 6. Konfigurasi elektron Fe dan Fe <sup>2+</sup> .....	21
Gambar 7. Ilustrasi pembentukan kompleks [Fe(mnt)(bipy)(t-BuNC) <sub>2</sub> ] pada keadaan spin rendah .....	22
Gambar 8. Struktur kompleks Fe(L) <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> bergeometri oktahedral .....	23
Gambar 9. Bentuk ikatan yang terjadi antara sensitiser antosianin dengan TiO <sub>2</sub> .....	24
Gambar 10. Bentuk ikatan yang terjadi antara sensitiser kompleks [Ru(dcbH <sub>2</sub> )LL'] dengan TiO <sub>2</sub> .....	24
Gambar 11. Tipe adsorpsi-desorpsi isotherm (Allen, 1997) .....	27
Gambar 12. Spektra absorpsi ekstrak <i>Cefalate</i> sebelum dan sesudah teradsorp pada permukaan TiO <sub>2</sub> .....	29
Gambar 13. Transisi MLCT kompleks oktahedral .....	30
Gambar 14. Bentuk khusus kurva <i>I-V solar cell</i> .....	32
Gambar 15. Kurva karakteristik arus-tegangan pada sel surya .....	33
Gambar 16. Spektra elektronik (a) antosianin, (b) <i>1,10-phenanthroline</i> , (c) <i>2,2-biquinoline-4,4-dicarboxylic</i> , (d) ion Fe <sup>2+</sup> .....	44
Gambar 17. Spektra elektronik (a) Fe:dcbq = 1:1 (b) Fe <sup>2+</sup> :dcbq = 1:2 (c) Fe <sup>2+</sup> :dcbq = 1:4 (d) Fe <sup>2+</sup> :dcbq = 1:6 .....	45
Gambar 18. Spektra elektronik (a) Fe <sup>2+</sup> :dcbq:phen = 1:1:1 (b) Fe <sup>2+</sup> :dcbq:phen = 1:1:2 (c) Fe <sup>2+</sup> :dcbq:phen = 1:1:4 (d) Fe <sup>2+</sup> :dcbq:phen = 1:1:6 .....	46
<i>commit to user</i>	

- Gambar 19. Panjang gelombang maksimum kompleks  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y$  pada perbandingan mol  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:1$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:2$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:4$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:6$ , ..... 47
- Gambar 20. Spektra elektronik (a)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:1$  (b)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:2$  (c)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:4$  (d)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:6$  ..... 48
- Gambar 21. Panjang gelombang maksimum kompleks  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y$  pada perbandingan mol  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:1$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:2$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:4$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:6$  ..... 49
- Gambar 22. Spektra elektronik (a)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:1$  (b)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:2$  (c)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:4$  (d)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:6$  ..... 50
- Gambar 23. Panjang gelombang maksimum kompleks  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y$  pada perbandingan mol  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:1$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:2$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:4$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:6$  ... 51
- Gambar 24. Spektra elektronik (a)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:1$  (b)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:2$  (c)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:4$  (d)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:6$  ..... 52
- Gambar 25. Panjang gelombang maksimum kompleks  $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y$  pada perbandingan mol  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:1$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:2$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:4$ ,  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:6$  ..... 53
- Gambar 26. Spektra elektronik (a)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:10$  (b)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:20$  (c)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:40$  (d)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:60$  ..... 54
- Gambar 27. Spektra elektronik (a)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:2:4:10$  (b)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:2:4:20$  (c)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:2:4:40$  (d)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:2:4:60$  ..... 55
- Gambar 28. Spektra elektronik (a)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:4:2:10$  (b)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:4:2:20$  (c)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:4:2:40$  (d)  $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:4:2:60$  ..... 56

*commit to user*

Gambar 29.	Spektra elektronik (a) $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:6:4:10$ (b) $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:6:4:20$ (c) $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:6:4:40$ (d) $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:6:4:60$ .....	58
Gambar 30.	Difraktogram $\text{TiO}_2$ .....	60
Gambar 31.	(a) distribusi pori $\text{TiO}_2$ mesopori, dan (b) BJH desorpsi .....	61
Gambar 32.	Spektra elektronik (a) $\text{FTO}/\text{TiO}_2$ (b) $\text{FTO}/\text{TiO}_2/\text{S}$ .....	63
Gambar 33.	Spektrum FTIR (a) $\text{TiO}_2$ (b) $\text{TiO}_2/\text{S}$ .....	64
Gambar 34.	Kurva arus tegangan I-V DSSC (a) $\text{TiO}_2/\text{S}$ kompleks $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:2$ (b) $\text{TiO}_2/\text{S}$ antosianin .....	66
Gambar 35.	Kurva arus tegangan I-V DSSC (a) $\text{TiO}_2/\text{S}$ kompleks $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:10$ (b) $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:20$ (c) $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:40$ (d) $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:60$ .....	69
Gambar 36.	Kemungkinan ikatan yang terjadi pada kompleks $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$ .....	70
Gambar 37.	Kemungkinan ikatan yang terjadi antara $\text{TiO}_2$ dengan kompleks $\text{Fe}(\text{dcbq})_x(\text{phen})_y(\text{ant})_z$ .....	71

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Panjang gelombang maksimum ion $\text{Fe}^{2+}$ dan ligan.....	44
Tabel 2. Panjang gelombang maksimum $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq} = 1:1$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq} = 1:2$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq} = 1:4$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq} = 1:6$ .....	45
Tabel 3. Panjang gelombang maksimum $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:1$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:2$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:1:4$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}$ $= 1:1:6$ .....	47
Tabel 4. Panjang gelombang maksimum $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:1$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:2$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:2:4$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}$ $= 1:2:6$ .....	49
Tabel 5. Panjang gelombang maksimum $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:1$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:2$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:4:4$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}$ $= 1:4:6$ .....	51
Tabel 6. Panjang gelombang maksimum $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:1$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:2$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen} = 1:6:4$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}$ $= 1:6:6$ .....	52
Tabel 7. Panjang gelombang maksimum kompleks $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:1:2:10$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:20$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:1:2:40$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:1:2:60$ .....	53
Tabel 8. Panjang gelombang maksimum kompleks $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:2:4:10$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:2:4:20$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:2:4:40$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:2:4:60$ .....	55
Tabel 9. Panjang gelombang maksimum kompleks $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:4:2:10$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:4:2:20$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:4:2:40$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:4:2:60$ .....	56
Tabel 10. Panjang gelombang maksimum kompleks $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:6:4:10$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:6:4:20$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant}$ $= 1:6:4:40$ , $\text{Fe}^{2+}:\text{dcbq}:\text{phen}:\text{ant} = 1:6:4:60$ .....	67
Tabel 11. Multipoint BET, jari-jari pori BJH, volume pori BJH .....	58

Tabel 12. Serapan gugus fungsi TiO<sub>2</sub> dan TiO<sub>2</sub>/S (S = kompleks  
Fe(dcbq)<sub>x</sub>(phen)<sub>y</sub>(ant)<sub>z</sub>) ..... 61

Tabel 13. Karakteristik sel surya menggunakan sensitiser kompleks  
Fe(dcbq)<sub>x</sub>(phen)<sub>y</sub>(ant)<sub>z</sub> ..... 65





## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian. ....	80
Lampiran 2. Perhitungan konsentrasi kompleks .....	84
Lampiran 3. Spektrum FTIR FTO/TiO <sub>2</sub> , FTO/TiO <sub>2</sub> /S.....	85
Lampiran 4. Perhitungan efisiensi performa DSSC.....	86
Lampiran 5. Data CPDS TiO <sub>2</sub> fase <i>anatase</i> dan <i>rutile</i> .....	89
Lampiran 6. Foto percobaan .....	90

