KARAKTERISTIK ABSORPSI EKSTRAK KROKOT (*Portulaca oleracea* L.*)* SEBAGAI SENSITISER ALAMI UNTUK *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)

Skripsi

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-1

Program studi Kimia

Oleh:

Siti Khuzaifah
10630034

PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2014

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Khuzaifah
NIM : 10630034
Judul Skripsi : Karakteristik Absorpsi Ekstrak Krokot (*Portulaca oleracea* L.) Sebagai Sensitiser Alami Untuk *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 3 Oktober 2014
Pembimbing

Khamidinal, M.Si
NIP. 19691104 200003 1 002

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultasi Skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Khuzaifah
NIM : 10630034
Judul Skripsi : Karakteristik Absorpsi Ekstrak Krokot (*Portulaca oleracea* L.) Sebagai Sensitiser Alami Untuk *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.
Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Oktober 2014
Pembimbing

Didik Krisdiyanto, M.Sc

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Nota Dinas Konsultasi Skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku konsultan berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Siti Khuzaifah
NIM : 10630034
Judul Skripsi : Karakteristik Absorpsi Ekstrak Krokot (*Portulaca oleracea* L.) Sebagai Sensitiser Alami Untuk *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang kimia.
Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Oktober 2014
Pembimbing

Endaruji Sedyadi, M.Sc

SURAT PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	: Siti Khuzaifah
NIM	: 10630034
Program Studi	: Kimia
Fakultas	: Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

Karakteristik Absorpsi Ekstrak Krokot (*Portulaca Oleracea* L.) Sebagai Sensitiser Alami untuk *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC).

merupakan hasil penelitian saya sendiri dan bukan duplikat ataupun sanduran dari karya orang lain kecuali pada bagian secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka

Apabila dikemudian hari terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penulis.

Yogyakarta, 07 Oktober 2014

Penulis

Siti Khuzaifah
NIM. 10630034

Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3198/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Karakteristik Absorpsi Ekstrak Krokot (*Portulaca oleracea* L.) Sebagai Sensitiser Alami untuk *Dye-Sensitized Solar Cell* (DSSC)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Siti Khuzaifah
NIM : 10630034
Telah dimunaqasyahkan pada : 24 oktober 2014
Nilai Munaqasyah : A
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Khamidinal, M.Si
NIP.19691104 200003 1 002

Penguji I

Didik Krisdiyanto, M.Sc
NIP. 19811111 201101 1 007

Penguji II

Endaruji Sedyadi, M.Sc

Yogyakarta, 28 Oktober 2014
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan

Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D
NIP. 19580919 198603 1 002

MOTTO

"The world is book and those who do no travel read only one page"

(anonim)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bersama rasa syukur yang dalam,

Saya persembahkan karya ini teruntuk:

Yang Terkasih

Allah SWT dan Rasulullah Muhammad

Yang Terbaik

Mama, Papa, kakak dan sahabat-sahabat saya

Yang terindah

Almamater Prodi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT penyusun panjatkan atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, para sahabatnya, dan seluruh umatnya terutama kita semua.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari semua pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, saran dan nasehat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Akh. Minhaji, MA. Ph.D. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Esti Wahyu Widowati, M.Si, M.Biotech. selaku Ketua Prodi Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Maya Rahmayanti, M.Si. selaku Pembimbing Akademik Prodi Kimia Angkatan 2010 yang dengan penuh kesabaran membimbing penyusun selama masa perkuliahan.
4. Bapak Khamidinal, M.Si dan Bapak Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc. selaku Pembimbing skripsi yang telah banyak membimbing penyusun selama penelitian hingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Ayahandaku H.Abdullah dan Ibudaku Hj.Ma'wiah yang selalu memberikan kekuatan, doa, kesabaran dan kasih sayang yang terbaik.
6. Kakak-kakakku Fathurrahmah, Fathiyaturrahmah, dan Abdul Azis yang selalu memberi motivasi dan kasih sayang yang luar biasa.

7. Keponakan-keponakanku Arul, Aira, Azkia, Umar, Unul, dan Ashabul dan selalu membuat rindu akan tingkah-tingkah lucu mereka.
8. Atin, Ulfah, puput, sahabat terbaik yang setia berbagi suka dan duka selama di perantauan.
9. Reyza dan Cici yang menjadi partner selama penelitian ini.
10. Teman-teman Kimia 2010 yang selalu memberikan warna tersendiri dalam kebersamaan yang tidak terlupakan.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penyusun sevutkan satu per satu.

Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penyusun banyak mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan selanjutnya.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang lebih baik atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penyusun. Akhirnya hanya kepada Allah SWT penyusun memohon ampun atas segala kekurangan dalam penulisan skripsi ini dan semoga bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca umumnya.

Yogyakarta, 2014

Penyusun,

Siti Khuzaifah

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL 1
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR iv
SURAT PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI v
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR vi
MOTTO vii
HALAMAN PERSEMBAHAN viii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
DAFTAR LAMPIRAN xv
ABSTRAK xvi
ABSTRACT xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Batasan Masalah 4
C. Rumusan Masalah 4
D. Tujuan Penelitian 4
E. Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI ... **Error! Bookmark not defined.**
A. Tinjauan Pustaka ..... **Error! Bookmark not defined.**
B. Landasan Teori ..... **Error! Bookmark not defined.**
1. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) ..... **Error! Bookmark not defined.**
2. Zat Warna Alami ..... **Error! Bookmark not defined.**
3. Krokot (*Portulaca oleracea* L.) ..... **Error! Bookmark not defined.**

4. Spektroskopi UV-Vis.....**Error! Bookmark not defined.**
5. *Diffuse Reflectance* UV-Vis (DR-UV-Vis)**Error! Bookmark not defined.**
6. *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) .**Error! Bookmark not defined.**
7. Karakteristik I-V .....**Error! Bookmark not defined.**

C. Hipotesis .....**Error! Bookmark not defined.**

BAB III METODE PENELITIAN.....**Error! Bookmark not defined.**

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
B. Alat.....**Error! Bookmark not defined.**
C. Bahan .....**Error! Bookmark not defined.**
D. Proses Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....**Error! Bookmark not defined.**

A. Karakterisasi Sifat Optik Ekstrak Krokot **Error! Bookmark not defined.**
B. Karakterisasi Sifat Optik Lapis Tipis TiO_2-*Dye***Error! Bookmark not defined.**
C. Karakterisasi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR)..... **Error! Bookmark not defined.**
D. Pengukuran Arus Listrik dan Tegangan Sistem Sel Surya ..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 41

A. Kesimpulan 41
B. Saran 41

Daftar Pustaka 42

LAMPIRAN 47

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Daerah absorbansi spektra IR. .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 1 Nilai Panjang Gelombang dan Absorbansi Berdasarkan *Band Gap* .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 2 Hasil Analisis FT-IR ekstrak krokot.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 3 Hasil Analisis FT-IR lapis tipis TiO_2-dye**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 4 Parameter-parameter sel surya.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Skema dan prinsip kerja *Dye Sensitized solar Cell* (DSSC) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.2 Model ikatan yang mungkin antara gugus –COOH dengan TiO_2 .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2.3 Karakteristik Arus-Tegangan pada persambungan p-n ketika gelap dan diiluminasi.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Absorbansi ekstrak krokot (*Portulaca oleracea* L.)**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Grafik absorbansi terhadap panjang gelombang (A) lapis tipis TiO_2, (B) lapis Tipis TiO_2-*dye* 1 jam (C) lapis tipis TiO_2-*dye* 8 Jam (D) Lapis tipis TiO_2-*dye* 18 Jam dan (E) Lapis Tipis TiO_2-*dye* 26 Jam .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 *Energy gap* (A) lapis tipis TiO_2, (B) lapis Tipis TiO_2-*dye* 1 jam (C) lapis tipis TiO_2-*dye* 8 Jam (D) Lapis tipis TiO_2-*dye* 18 Jam dan (E) Lapis Tipis TiO_2-*dye* 26 Jam .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Spektra inframerah (A) Ekstrak etanol-krokot (B) lapis tipis TiO_2, (C) lapis Tipis TiO_2-*dye* 1 jam (D) lapis tipis TiO_2-*dye* 8 Jam (E) Lapis tipis TiO_2-*dye* 18 Jam dan (F) Lapis Tipis TiO_2-*dye* 26 Jam.... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Grafik Karakterisasi I-V DSSC gelap dan terang pada (a) lapis Tipis TiO_2 (b) Lapis tipis TiO_2-*dye* 1 jam (c) Lapis Tipis TiO_2-*dye* 8 jam (d) Lapis tipis TiO_2-*dye* 18 jam (e) lapis tipis TiO_2-*dye* 26 jam**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Spektrum UV-Vis Ekstrak krokot 47

Lampiran 2. Data pengujian UV 1700 *Pharmaspec Uv-Vis Spectrophotometer Specular Reflectance Attachment* 48

Lampiran 3. Perhitungan energi gap 51

Lampiran 4. Data pengujian FT-IR 74

Lampiran 5. Data pengujian arus dan tegangan dengan I-V meter *keithley* 2400 75

Lampiran 6.Perhitungan *Fill Factor* Dan Efisiensi DSSC..... 77

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian 82

ABSTRAK

KARAKTERISTIK ABSORPSI EKSTRAK KROKOT (*Portulaca Oleracea* L.*)* SEBAGAI SENSITISER ALAMI UNTUK *DYE-SENSITIZED SOLAR CELL* (DSSC)

Oleh:
Siti Khuzaifah
10630034

Telah difabrikasi sel surya TiO_2 tersensitasi *dye* ekstrak krokot (*Portulaca oleracea* .L) sebagai fotosensitiser. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik optik dari ekstrak krokot dan sistem lapis tipis TiO_2-ekstrak krokot, mengidentifikasi gugus fungsi yang terbentuk, serta mengetahui efisiensinya.

Sel surya dibentuk dengan struktur *sandwich*, dimana dua elektroda mengapit elektrolit primer yang mengandung redoks I^-/I_3^{-} berbasis PEG (*Polyethylene Glycol*). Elektroda kerja berupa lapisan TiO_2 pada substrat kaca berlapis ITO (*Indium Transparent oxide*) disensitasi dengan *dye* ekstrak krokot sebagai donor elektron. Elektroda lawan berupa lapisan karbon. Sel yang difabrikasi direndam dengan *dye* ekstrak krokot masing-masing selama 1, 8, 18, dan 26 jam.

Hasil pengujian dengan UV-Vis menunjukkan serapan panjang gelombang *dye* ekstrak krokot terletak di rentang cahaya tampak dengan puncak absorbansi 420,5 dan 665,5 nm yang merupakan puncak klorofil. Untuk UV-Vis sistem padat terjadi penurunan *band gap* sehingga kemampuan serapan terhadap sinar UV menjadi besar. Lebih lanjut analisis gugus fungsi dengan FT-IR diketahui adanya pergeseran gugus karbonil dan hidroksil setelah disensitasi. Dari uji arus dan tegangan dengan I-V meter keithley 2400 diperoleh bahwa pada perendaman 26 jam menghasilkan efisiensi tertinggi yaitu sebesar 4.63768×10^{-3} %.

Kata Kunci: *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC), Ekstrak krokot, klorofil, fotosensitiser, TiO_2, efisiensi

ABSTRACT

ABSORPTION CHARACTERISTIC OF KROKOT EXTRACT (*Portulaca oleracea.* L) AS A NATURAL SENSITIZER FOR *DYE*-SENSITIZED SOLAR CELL (DSSC)

By:

Siti Khuzaifah

Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

It has been producted a solar cell based on TiO_2 which is sensitized by krokot extract (*Portulaca oleracea* .L) as a photosynthesizer. The aim of this research are to know the optic characteristic of krokot extract, to know the thin-flim system of TiO_2-krokot extract, to identify the functional group of krokot extract, and also to know the efficiency of krokot extract.

The solar cell is formed by a sandwich structure, in which two electrodes flank the primary electrolyte that is containing redox I^-/I_3^- based on PEG (*Polyethylene Glycol*). The working-electrode which is TiO_2 layer on an ITO glass substrate is sensitized with *dye* krokot extract as the electron donor. The counter electrode is a layer of carbon. The fabrication cell is immersed with the *dye*-krokot extract for 1, 8, 18 and 26 hours respectively.

The result of the UV-Vis shows that the absorption of wave-length from *dye* exstract of krokot is located in the visible region with the absorbance peak in 420,5 nm and 665,5 nm which are the peak of klorofil. For the UV-Vis solid system, there are the decreasing band gap that make the capability of absorption toward UV spectrum is large. Furthermore, in the functional group analysed by FT-IR, there are shiften-carbonil and hydroxyl group after they are sensitized. From the current and voltage test with I-V meter keithley 2400 is resulted that on the 26 hours immersion produces the highest efficiency of reaches which is 4.63768×10^{-3} %.

Key Words: *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC), Exstract of krokot, chlorophyll, photosensitizer, TiO_2, efficiency

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara yang berada di daerah tropis, berakibat pada melimpahnya ketersediaan sumber daya berupa energi matahari (surya). Intensitas energi surya ketika mencapai permukaan bumi sekitar 100 watt/m^2 pada efisiensi 10% (Raharjo *et.al*., 2008). Namun pemanfaatannya masih belum optimal dimana penggunaan energi dari bahan fosil masih sangat diandalkan walaupun biayanya relatif tinggi dan pasokannya seiring waktu akan habis.

Sel surya merupakan salah satu cara untuk memanfaatkan energi matahari dimana alat ini mampu mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Pada prinsipnya, cara kerja sel surya sama dengan cara kerja fotosintesis pada tumbuhan. Energi cahaya digunakan untuk menghasilkan elektron bebas. Sel surya menggunakan elektron bebas untuk menghasilkan energi listrik sedangkan tumbuhan menggunakan elektron bebas untuk menghasilkan energi kimia (Yuwono *et.al*., 2011)

Perkembangan sel surya sendiri terbagi dalam tiga generasi. Pada generasi pertama, sel surya terbuat dari silikon kristalin yang digolongkan menjadi silikon monokristalin dan polikristalin. Keunggulan sel surya generasi pertama ini adalah memiliki efisiensi yang cukup tinggi, sedangkan kelemahannya terletak pada biaya produksi yang mahal. Sel surya generasi kedua merupakan modifikasi dari sel surya generasi pertama yang disebut sel surya lapis tipis (*thin film solar cell*). Biaya produksi yang diperlukan pada generasi kedua ini lebih murah jika

dibandingkan dengan generasi pertama tetapi efisiensinya lebih rendah. Generasi ketiga memiliki tujuan penciptaan sel surya yang menghasilkan energi listrik tinggi dengan biaya yang murah dan efisiensi yang tinggi melalui pembuatan sel surya polimer atau disebut dengan sel surya organik (Ludin *et. al*., 2014).

Perkembangan sel surya berbasis zat warna tersensitasi sendiri berawal pada tahun 1991 ketika untuk pertama kalinya Gratzel dan O'Regan merancang bentuk dasar sel surya berbasis lapis tipis semikonduktor titania yang dikenal dengan *dye-sensitized solar cell* (DSSC) dimana sistem ini dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik (O'Regan dan Gratzel, 1991). Mekanisme ini menunjukkan absorpsi optis dan proses pemisahan muatan melalui asosiasi suatu sensitizer sebagai penyerap cahaya dengan suatu semikonduktor nanokristal yang mempunyai *bandgap* lebar (Gratzel, 2003).

Sebuah DSSC terdiri dari substrat sepasang kaca berlapis bahan TCO (*transparent conducting oxide)* sebagai elektroda dan *counter* elektroda, elektrolit redoks yang mengandung ion iodida dan triiodida (I^-/I_3^-) lapisan karbon sebagai katalis, nanokristal TiO_2 berpori sebagai fotoanoda, serta *dye* sebagai fotosensitiser (O'Regan dan Gratzel, 1991). Semua komponen tersebut disusun berhadapan dengan struktur *sandwich* dimana lapisan atas berupa elektroda kerja sebagai lapisan awal dalam menerima foton dan lapisan bawah berupa elektroda lawan dan ditengahnya elektrolit untuk meregenerasi elektron.

Dye yang digunakan sebagai sensitiser bisa berupa *dye* sintesis seperti kompleks ruthenium Polypridyl N3, *black dye,* N719, C101 dengan efisiensi ~11% maupun *dye* alami yang berasal dari berbagai macam pigmen seperti

antosianin dari ekstrak kubis merah, betalain dari ekstrak umbi beet, flavonoid dari ekstrak botuje, karotenoid dari ekstrak *kerria japonica,* klorofil dari ekstrak kelp dimana ekstrak tersebut dapat diperoleh dari daun, buah, bunga maupun biji (Ludin *et. al*., 2014).

Penelitian tentang efisiensi *dye* alami telah banyak dilakukan namun efisiensi *dye* sintesis masih lebih tinggi dari pada *dye* alami yang hanya ~1%. Namun penggunaan *dye* sintetik memiliki kekurangan diantaranya preparasi yang sulit, biaya produksi yang mahal serta beresiko toksik terhadap lingkungan. Sehingga penggunaan *dye* alami menjadi alternatif yang sangat menarik untuk dikembangkan dikarenakan mudah diperoleh, sumbernya tidak terbatas, memiliki koefisien absorbansi yang panjang, efisiensi menangkap cahaya tinggi, biaya produksi murah, preparasinya mudah dan ramah lingkungan (Luo *et al*., 2009).

Kriteria *dye* yang dapat digunakan sebagai sensitiser yaitu intensitas adsorbsi berada pada panjang gelombang *visible,* adsorbsi yang kuat pada permukaan semikonduktor, memiliki kemampuan untuk menginjeksi elektron menuju pita konduksi semikonduktor, dan memiliki gugus =O atau –H untuk berikatan dengan permukaan TiO_2 yang dapat meningkatkan laju reaksi transfer elektronnya (Ludin *et. al*., 2014). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan memanfaatkan potensi *dye* alami yang berasal dari ekstrak krokot yang diharapkan memenuhi syarat sebagai sensitiser alami. Uji optik dan listrik dilakukan sehingga dapat mengetahui pemenuhan syarat tersebut dan dapat digunakan dalam sistem DSSC.

B. Batasan Masalah

Beberapa batasan perlu diberikan agar permasalahan yang akan dibahas menjadi terarah, batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Ekstrak krokot diperoleh dari batang dan daun krokot.
2. Analisis menggunakan instrumen UV-Vis, UV-Vis reflektansi dan FT-IR.
3. Uji efisiensi dilakukan dengan pengukuran arus dan tegangan menggunakan I-V meter *Keithley* 2400.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat optik dari ekstrak krokot yang diuji dengan UV-Vis?
2. Bagaimana sifat optik dari lapis tipis TiO_2 dan setelah disensitasi ekstrak krokot diuji dengan UV-Vis reflektansi?
3. Bagaimana pengaruh variasi waktu perendaman terhadap karakteristik gugus fungsi dari ekstrak krokot yang diuji dengan FT-IR serta pengaruhnya terhadap efisiensi DSSC yang diuji dengan I-V meter?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat optik dari ekstrak krokot
2. Mengetahui sifat optik dari lapis tipis TiO_2 dan setelah disensitasi ekstrak krokot

3. Mengetahui pengaruh variasi waktu perendaman terhadap karakteristik gugus fungsi dari lapis tipis TiO_2-*dye* ekstrak krokot serta pengaruhnya terhadap efisiensi DSSC.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan data penelitian mengenai karakteristik serapan elektronik dari ekstrak krokot dan pengaruh waktu perendaman terhadap karakteristik absorbansi ekstrak krokot oleh lapis tipis TiO_2 serta interaksi yang mungkin terjadi sehingga memenuhi kriteria sebagai sensitiser pada sistem DSSC diukur dari efisiensi. Disamping itu, penelitian ini juga diharapkan dapat meningkatkan nilai guna dari tumbuhan krokot yang saat ini pemanfaatannya masih kurang serta dapat menjadi sarana alternatif dalam pemanfaatan energi dari sinar matahari sebagai energi yang terbarukan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis tersebut, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Spektrum absorbansi *dye*-ekstrak krokot terletak direntang cahaya tampak dengan puncak absorbansi maksimum pada panjang gelombang 420,5 nm dan 665,5 nm sehingga dapat diketahui *dye*-ekstrak krokot mengandung klorofil.
2. Terjadi penurunan *energy gap* dari dari lapis tipis TiO_2 yang disensitasi dengan ekstrak krokot yaitu sebesar 3,3 eV untuk lapis tipis TiO_2 menjadi sebesar 3,10 eV setelah perendaman 26 jam.
3. Hasil FT-IR untuk lapis tipis TiO_2 dan setelah disensitasi ekstrak krokot dengan variasi waktu perendaman menunjukkan tidak adanya pergeseran gugus fungsi yang signifikan serta terjadi kenaikan efisiensi sebesar 6,5217 x 10^{-5} % untuk lapis tipis TiO_2, 1,90217 x 10^{-3} % untuk perendaman 1 jam menjadi sebesar 4,63768 x 10^{-3} % untuk perendaman 26 jam.

B. Saran

Saran untuk penelitian yang mengacu pada skripsi ini yaitu:

1. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terhadap jenis dan konsentrasi dari *dye* ekstrak krokot yang digunakan sehingga sifat optiknya dapat diidentifikasi dengan jelas.
2. Perlu dilakukan pengontrolan terhadap stabilitas *dye* ekstrak krokot dengan memperhatikan pengaruh suhu, pH dan lamanya waktu penyimpanan.

Daftar Pustaka

Abdullah. Mikrajuddin.; Khairurijal.. *Karakterisasi Nanomaterial teori, Penerapan, dan pengolahan Data.* CV. Rezeki Putera Bandung: Bandung. **2010**.

Akhmad, HY.; Dhaneswara, D; Ferdiansyah, A; Rahman, A. Sel Surya Tersensitasi Zat Pewarna Berbasis Nanopartikel TiO_2 Hasil Proses Sol-Gel Dan Perlakuan Pasca-Hidrotermal. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, **2011**.

Amoa, Y.; Yamada, Y.; Aoki, K. Preparation and properties of *dye*-sensitized solar cell using clorophyll derivative immobilized TiO2 film electrode. *journal of photochemistry and photobiology*. **2003.** 47-51

Boisandi. Studi kajian *dye* kandungan beta-karoten dan optimasinya sebagai *dye* sensitized solar cells DSSC. *Tesis*. Program Studi Ilmu Fisika Program Pascasarjana, UNS, Surakarta2014.

Chang, H.; Wu, H.M.; Chen,T.H Huang, K.D.; Jwo, C.S.; Lo, Y.J. *Dye* Sensitized Solar Cell Using Natural *Dye*s Extrached From Spinach and Pomea. *J.Alloy Compd*. **2010,** 495. 606-610.

Cherepy, N.J.; smestad, G.P.; Gratzel, M.; Zhang, J.Z. Ultrafast Electron Injection: Implications for a Photoelectrochemical Cell Utilizing on Anthocyanin *Dye*-Sensitized TiO_2 Nanocrystalin electron. *J. Phys Chem***. 1997**.101: 9342-51.

Dumbrava A.; Enache I.; Oprea C. I.; Georgescu A.; Girtu M.A. Toward A more Efficient Ulitisation Of Betalains As Pigments For *Dye*-Sensitized Solar Cells, *Digest Journal Of nanomaterial and Biostructure*, Vol. 7, no. 1, January-March 2012. **2012**, P. 339-351.

Galopini, E. Linkers For Anchoring Sensitizers For Semiconductor Nanoparticels Coold. *Chem Rev*. **2004**, 248: 1283-97

Gratzel, M. dy-sensitized solar cell. *journal of photochemistry and photobiology*.**2003**. 145,153.

Halme, E.J. *Dye* Sensitized Nanostructure And Organic Photovoltaic Cells: Technical Review And Pleminary Tests. *Thesis*. Departement Of Engineering Physics And Mathematics Helsinki University Of Technology. Espoo. **2002.**

Hao S,; Wu. J.Y.; Lin. J. Natural *Dye*s as Photosensitized For *Dye*-Sensitized Solar Cell. *solar energy:* **2006.** 209-214.

Harbone. *Metode fitokimia.* ITB Prees: Bandung. **1987.**

Hemalatha, K.V.; Karthich, S.N.; Raj, C.J.; Hong, N.Y.; Kim, S.K.; Kim, H.J. Performance Of Kerria Japonica and Rosa Chinesis Flower *Dye*s as Sensitizers for *Dye*-Sensitized Solar Cells. *Spectrochim.* Acta A, **2012,** 96. 305-309.

Hug, Hubert.; Bader, M; Mail, P.; Glatzer, T. Biophotovoltaics: Natural Pigments in *Dye*-Sensitized Solar Cells. *Aplied Energy*. **2014,** 216-225.

Kartini, I.; Wahyuningsih.; Wahyuningsih, T.D.; Chotimah. Ekstrak klorofil alga sebagai sensitiser sel surya titania tersensitasi pigmen alga (TIPA).Seminar hasil penelitian klaster sains dan teknologi, Yogyakarta 26 Agustus **2008.**

Khoiruddinn. Ekstrak beta karoten wortel (*Daucus carota*) sebagai *dye sensitizer* pada DSSC. *skripsi*. jurusan Fisika. FMIPA. UNS. Surakarta. **2012**

lee, Yeji.; Kang, Misook. The optical of nanoporous structured titanium dioxide and the photovoltaic efficiency on DSSC. *material chemistry and physics*. **2010**. 284-289.

Liu, B.Q.; Zhao, X.P.; Luo, wie. The synergistic effect of two photosynthetic pigments in *dye*-sensitized mesoporous TiO_2 solar cells. *dyes and pigments*. **2008.** 327-331.

Kusumawati, Enny.; Yahya, E. Homogenitas Ketebalan, Konduktivitas Listrik dan *band gap* lapissan Tipis a-Si:H tipe-p dan tipe-p Doping Delta yang dideposisi dengan Sistem PECVD. *Jurnal fisika dan aplikasinya.* **2012.**

Ludin, N.A.; Narosikin, A.A.M.; Mahmoud, A.A.; Muhammad, A. A.; Kadhum A.A.H..; Sopian, K.; Nor Karim, S.A. Review on the development of nature *dye* photosensitizer for *dye* sensitized solar cell. *Renewable And Suinable Energy*. **2014**, 386-396.

Luo, P.; Niu, H.; Zheng, G.; Bai, X.; Zhang, M.; Wang, W. From Salmon Pink To Blue Natural Sensitizers For Solar Cell: Canna Indica L.,Salvia Splendes Cowberry And Solanum Ningrum L. *Molekular And Biomolecular Specroscopy*. **2009**, 936-942.

Maddu, Akhiruddin. Penggunaan ekstrak Antosianin Kol Merah Sebagai Fotosensitizer pada Sel Surya TiO_2 Nanokristal Tersensitasi *Dye*. Departemen Fisika, FMIPA, IPB, Bogor. **2007.**

Misbachuddin, M.C.; Trihandaru.; Suryasatria.,Sutresno, A. pembuatan prototipe *dye* sensitized solar cell (DSSC) dengan memanfaatkan ekstrak antosianin stawberry. *prosiding seminar nasional sains dan pendidikan sains fakultas MIPA UKSW*. **2013**

Mohammad, T.B.; Mohammad, H.B.; Farhad, M. Antitussive Effect of Portulaca Oleracea L. in Guinea Pigs. *Iran. J. Pharmaceut.* **2004**, 84-90.

Morales, E.A.; Mora, E. S.; Pal, U. Use of Diffuse Reflectance Spectroscopy for Optical Characterization of Un-Supported Nanostructures Spect. *Revista Mexicana de F'Isica.* **2007**, 53.

Narayan, M.R. Review:*Dye* Sensitized Solar Cells Based On Natural Photosensitizers. *Renewable And Sunstainable Energy*. **2012**, 208-215.

Nyquist, R.A. *Infrared And Raman Spectral Atlas Of Inorganic Compounds And Organic Salts.* London: Academic press. **1997.**

O'Regan.; Gratzel. A Low Cost, High-Eficiency Solar Cell Based On *Dye*-Sensitized Coloidal Tio2 Film. *Nature*. **1991**, 737-740.

Purnama, Angga. Sintesis Ni-TiO_2 dengan metode sol gel dan uji aktivitasnya untuk dekomposisi air. *skripsi*. Jurusan Kimia. FMIPA. UNES. Semarang.**2013**.

Raharjo, A.; Herlina.; Safruddin, H.; Optimalisasi pemanfaatan sel surya pada baangunan hemat energi. *Universitas Indonesia Prosiding Seminar Nasional Sains dan teknologi*. Lampung. **2008**

Raharjo. Krokot (Portulaca Oleracea) Gulma Berhasiat Obat Mengandung Omega 3. *Warta Penelitian Dan Pengembangan.* 2007, 1-4.

Rahmawati, Siti, A. Pembuatan Dan Karakterisasi Sel Surya Titanium Dioksida Sensitasi *Dye* Antosianin Dari Ekstrak Buah Strawbery. *Skripsi*. Jurusan fisika FMIPA IPB bogor, **2011.**

Sandquist, C.; McHale, J.L. Improved efficiency of betanin-based *dye*-sensitized solar cells. *photochemistry and photobiology*. **2011**.90-97

Shanmugam, V.; Manoharan, S.; Anandan, S.; Murugan, R. Performance of *Dye*-Sensitized Solar Cells Fabricated with extracts From Fruits of Ivy Gourd

and Flowers of Red Fragipani as Sensitizers. *Spectrochem*. Acta A. **2013** 104. 35-40.

Silverstain,R.M.; Webster, F.X.; and kiemle, D. J. *Spectrometric Identification Of Organic Compounds*. 7 th ed. John wiley and son: New York**. 2005.**

Soga, Tetsuo. Fundamentals of Solar Cell. 2006. *Nanostructured Materials For Solar Energy Conversion. Elsevier*. **2006.**

Supriyanto, Agus.; Kusminarto.; Triyana, K.; Roto.; Salleh, M.M.; Umar, A.A.. Photosensitizing Effect of Porphyrin Films as Organic Photodetector. *Journal of Materials Science and Engineering.* **2010.** 04: 40-44.

Supriyanto, Agus. Kajian Sifat Optik Dan Elektronik Klorofil Alam Sebagai Material Aktif Fotosensitizer Organik. *Disertasi*, Ilmu Fisika, UGM Yogyakarta. **2011**.

Wang, X.F. Tio_2-and Zno-Based Solar Cells Using A Chlrophyll A Derivative Sensitized For Light-Harvesting and Energy Conversion. *Journal of photochemistry and photobiology*. **2010.** 145-152.

Xu, X.; Yu, L.; Chen, G. Determination Of Flavonoids In Portulaca Oleracea L. By Capillary Electrophoresis With Electrochemical Detection. *Pharmaceutical And Biomedical Analysis*, **2005**, 493-499.

Yuwono, A. H,; Dhaneswara, D,; Ferdiansyah, A,; Rahman, Arif. Sel Surya Tersensitasi Zat Pewarna Berbasis Nanopartikel Tio_2 Hasil Proses Sol Gel Dan Perlakuan Pasca Hidrotermal. *Jurnal material dan energi indonesia Vol 01 no. 03*. **2011.** 127-140

Zhang, D.; Lanier, S.M.;. Downing, J.A.; Avent, J.L.; Lum, J. Jeanne, L. McHale. Betalain Pigments For *dye*-sensitized solar cells. *photochemistry and photobiology*. **2008** 72-80.

Zhou, Huizhin.; Wu, L.; Gao, Y.; Ma, T]. *Dye*-Sensitized Solar Cells Using 20 Natural *Dye*s As Sensitizers. *Photochemistry And Photobiology*. **2011**, 188-194.

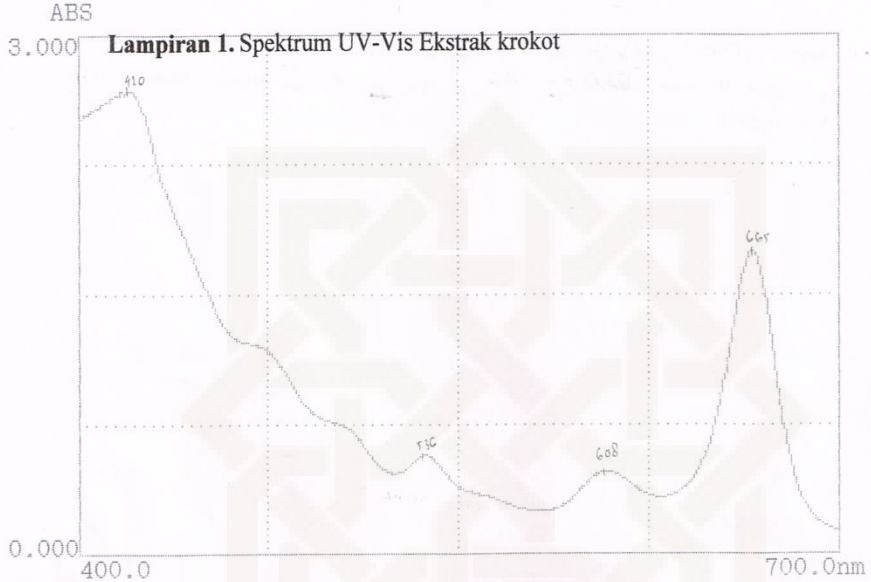
Zhu, Hongbing.; Wang, Y.; Liang, H.; Chen, Q.; Zhao, P.; Tao, J. Identification of Portulaca oleracea L. From Different Sources Using GC-MS and FT-IR Spectroscopy. *Talanta*. **2010**, 129-135.

Zhung, H.; Zeng, H.; Subramania, V.; Masaparu, C.; Hunga.K.H.; Wei, B. Anthocyanin-Sensitized Solar Cells Using Carbon Nanotube Films As Counter Electrodes. **2008**, 465204-465208.

U-1800 Spectrophotometer

Serial NUM: 5103498
ROM Version: 13
Sample Name:
Date:
Operator:

LAMPIRAN



Lampiran 1. Spektrum UV-Vis Ekstrak krokot

Wavelength Scan
Data Mode: ABS
Scan Range: 700.0-400.0nm
Slit Width: 4nm
Speed(nm/min): 400nm/min
Lamp Change Wavelength: 340.0nm
Path Length:

U-1800 Spectrophotometer

Serial NUM: 5103498
ROM Version: 13
Sample Name:
Date:
Operator:

Wavelength Scan
Data Mode: ABS
Scan Range: 700.0-400.0nm
Slit Width: 4nm
Speed(nm/min): 400nm/min
Lamp Change Wavelength: 340.0nm
Path Length:

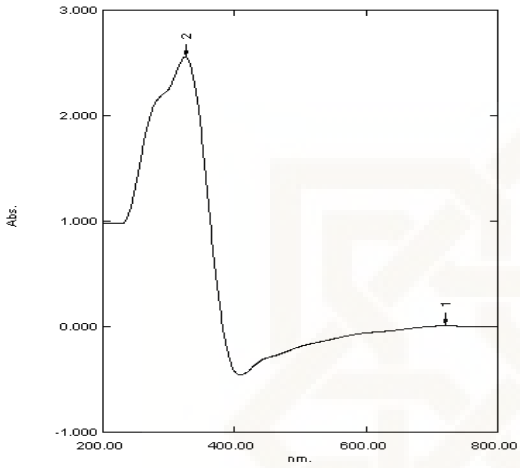
Peak

WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS	WL(nm)	ABS
665.5	1.753	608.0	0.473	536.5	0.567	420.5	2.678

Lampiran 2. Data pengujian UV 1700 PHARMASPEC UV-VIS SPECTROPHOTOMETER SPECULAR REFLECTANCE ATTACHMENT

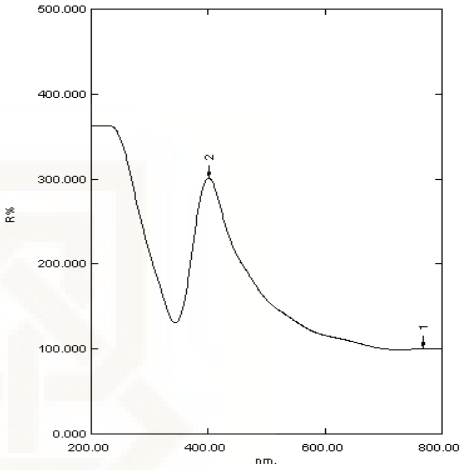
KODE SAMPEL : TiO_2 PANJANG GELOMBANG 200 – 800

SPECTRUM ABSORBANSI



NO	nm	Abs.
1	720.00	0.007
2	326.00	2.554

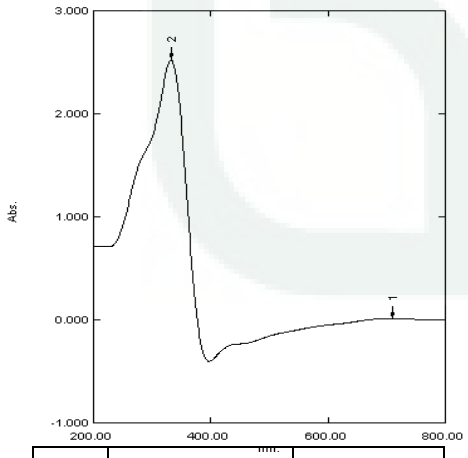
SPECTRUM REFLECTANCE



NO	nm	R%
1	768.00	100.377
2	401.00	300.856

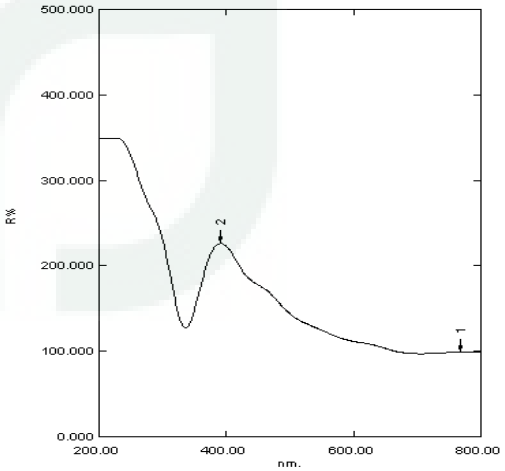
KODE SAMPEL : TiO_2 *DYE* 1 JAM PANJANG GELOMBANG 200 – 800

SPECTRUM ABSORBANSI



NO	nm	Abs.
1	709.00	0.010
2	332.00	2.520

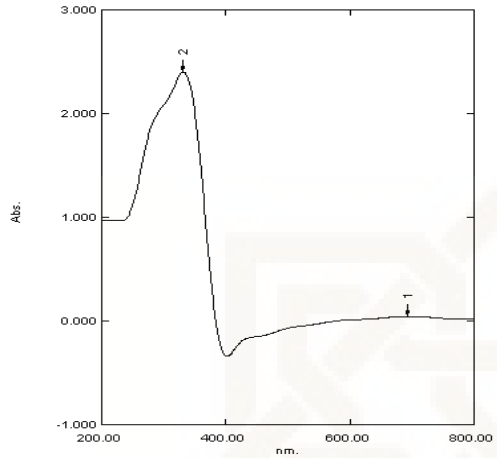
SPECTRUM REFLECTANCE



NO	nm	R%
1	768.00	99.261
2	391.00	226.086

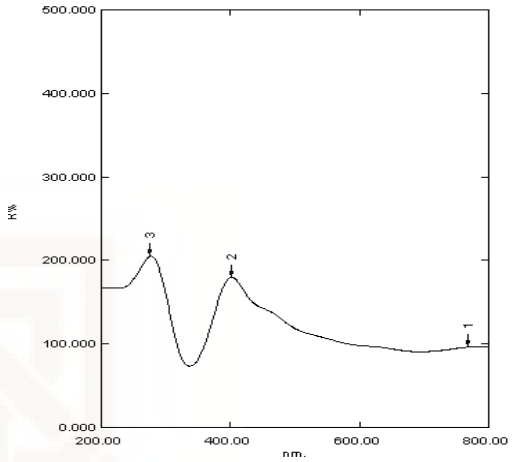
KODE SAMPEL : TiO_2 *dye* 8 jam PANJANG GELOMBANG 200 – 800

SPECTRUM ABSORBANSI



NO	nm	Abs.
1	693.00	0.043
2	331.00	2.401

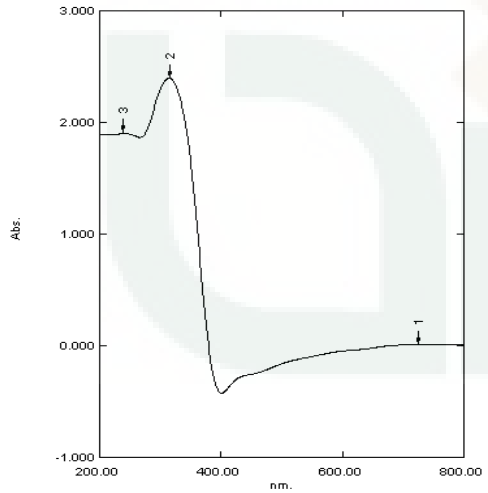
SPECTRUM REFLECTANCE



NO	nm	R%
1	768.00	96.154
2	402.00	179.770
3	276.00	205.121

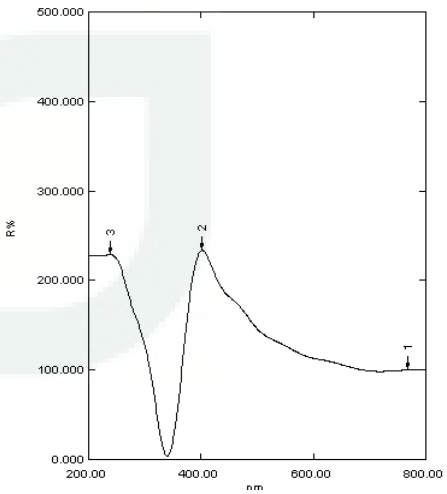
KODE SAMPEL : TiO_2 *DYE* 18 JAM PANJANG GELOMBANG 200 – 800

SPECTRUM ABSORBANSI



NO	nm	Abs.
1	724.00	0.009
2	315.00	2.397
3	239.00	1.906

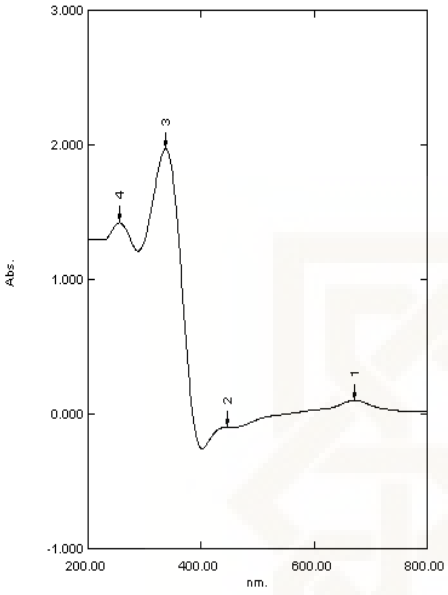
SPECTRUM REFLECTANCE



NO	nm	R%
1	768.00	99.903
2	402.00	233.560
3	238.00	228.994

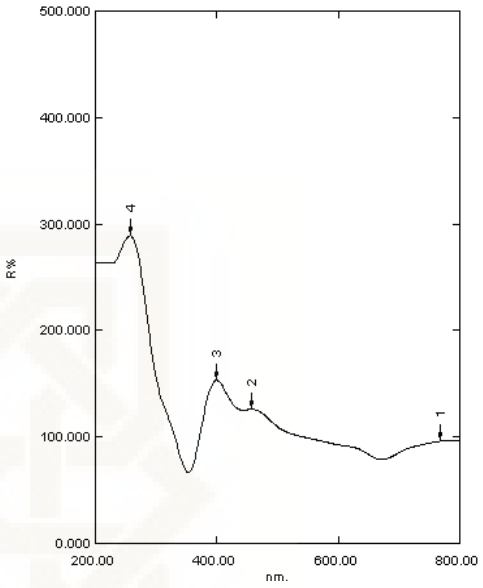
KODE SAMPEL : TiO_2 *dye* 26 Jam PANJANG GELOMBANG 200 – 800

SPECTRUM ABSORBANSI



NO	nm	Abs.
1	671.00	0.102
2	446.00	-0.099
3	337.00	1.972
4	256.00	1.421

SPECTRUM REFLECTANCE



NO	nm	R%
1	768.00	95.976
2	457.00	125.951
3	399.00	153.255
4	257.00	289.008

Sampel TiO_2

Lampiran 3. Perhitungan energi gap

Diketahui:

c= $3x10^8$ m/s

h= $6,34x10^{-34}$ js

1 eV= 1.6021x10-^{19} j

F(R')= $(\frac{(1-R)^2}{2R})$

nm	abs	R	F(R')	hv	eV	(F(R')hv)^1/2
200	0.979	3.6309	0.953156905	9.51E-19	5.935959054	2.378634137
201	0.979	3.6309	0.953156905	9.46269E-19	5.906426919	2.372709759
202	0.979	3.6309	0.953156905	9.41584E-19	5.877187182	2.366829428
203	0.979	3.6309	0.953156905	9.36946E-19	5.848235521	2.360992602
204	0.979	3.6309	0.953156905	9.32353E-19	5.8195677	2.355198746
205	0.979	3.6309	0.953156905	9.27805E-19	5.791179565	2.349447337
206	0.979	3.6309	0.953156905	9.23301E-19	5.763067042	2.343737857
207	0.979	3.6309	0.953156905	9.18841E-19	5.735226139	2.338069801
208	0.979	3.6309	0.953156905	9.14423E-19	5.707652936	2.332442669
209	0.979	3.6309	0.953156905	9.10048E-19	5.680343592	2.326855972
210	0.979	3.6309	0.953156905	9.05714E-19	5.653294337	2.321309228
211	0.979	3.6309	0.953156905	9.01422E-19	5.626501473	2.315801962
212	0.979	3.6309	0.953156905	8.9717E-19	5.599961371	2.310333709
213	0.979	3.6309	0.953156905	8.92958E-19	5.573670473	2.30490401
214	0.979	3.6309	0.953156905	8.88785E-19	5.547625284	2.299512414
215	0.979	3.6309	0.953156905	8.84651E-19	5.521822376	2.294158478
216	0.979	3.6309	0.953156905	8.80556E-19	5.496258383	2.288841765
217	0.979	3.6309	0.953156905	8.76498E-19	5.470930003	2.283561847
218	0.979	3.6309	0.953156905	8.72477E-19	5.445833994	2.278318299
219	0.979	3.6309	0.953156905	8.68493E-19	5.420967172	2.273110708
220	0.979	3.6309	0.953156905	8.64545E-19	5.396326412	2.267938663
221	0.979	3.6309	0.953156905	8.60633E-19	5.371908646	2.262801763
222	0.979	3.6309	0.953156905	8.56757E-19	5.347710859	2.25769961

223	0.979	3.6309	0.953156905	8.52915E-19	5.323730093	2.252631816
224	0.979	3.6309	0.953156905	8.49107E-19	5.299963441	2.247597995
225	0.979	3.6309	0.953156905	8.45333E-19	5.276408048	2.242597771
226	0.979	3.6309	0.953156905	8.41593E-19	5.25306111	2.237630771
227	0.979	3.6309	0.953156905	8.37885E-19	5.229919871	2.232696629
228	0.979	3.6309	0.953156905	8.34211E-19	5.206981626	2.227794984
229	0.979	3.6309	0.953156905	8.30568E-19	5.184243715	2.222925481
230	0.979	3.6309	0.953156905	8.26957E-19	5.161703525	2.21808777
231	0.979	3.6309	0.953156905	8.23377E-19	5.139358488	2.213281507
232	0.979	3.6309	0.953156905	8.19828E-19	5.117206081	2.208506352
233	0.986	3.62887	0.952218938	8.16309E-19	5.095243823	2.202677385
234	0.997	3.62639	0.951073165	8.12821E-19	5.073469277	2.196643003
235	1.009	3.62326	0.949627273	8.09362E-19	5.051880046	2.190297485
236	1.02	3.61919	0.94774746	8.05932E-19	5.030473774	2.183487747
237	1.033	3.61444	0.945554016	8.02532E-19	5.009248147	2.176353533
238	1.049	3.60925	0.943157936	7.9916E-19	4.988200885	2.16902311
239	1.067	3.60335	0.940434765	7.95816E-19	4.967329752	2.161353647
240	1.084	3.59621	0.937140262	7.925E-19	4.946632545	2.153064913
241	1.102	3.58806	0.93338107	7.89212E-19	4.926107099	2.144279626
242	1.124	3.57936	0.929369777	7.8595E-19	4.905751284	2.135241667
243	1.148	3.56989	0.925005338	7.82716E-19	4.885563007	2.125834392
244	1.171	3.55893	0.919956665	7.79508E-19	4.865540208	2.115676285
245	1.195	3.54672	0.914335324	7.76327E-19	4.84568086	2.104893626
246	1.221	3.53404	0.908501138	7.73171E-19	4.825982971	2.093898522
247	1.251	3.5207	0.902367212	7.7004E-19	4.806444578	2.082589253
248	1.28	3.50582	0.895529986	7.66935E-19	4.787063753	2.070497316
249	1.307	3.48967	0.888115024	7.63855E-19	4.767838597	2.057763127

250	1.338	3.4734	0.880651172	7.608E-19	4.748767243	2.044995706
251	1.372	3.45683	0.873056189	7.57769E-19	4.729847852	2.032098162
252	1.405	3.43863	0.864721746	7.54762E-19	4.711078614	2.01835877
253	1.435	3.41889	0.855691296	7.51779E-19	4.69245775	2.003820165
254	1.469	3.39914	0.84666603	7.48819E-19	4.673983507	1.989297127
255	1.505	3.37934	0.837627885	7.45882E-19	4.65565416	1.974767264
256	1.539	3.3577	0.827761457	7.42969E-19	4.637468011	1.959264474
257	1.57	3.33402	0.816979106	7.40078E-19	4.619423388	1.942671457
258	1.604	3.3103	0.806193712	7.37209E-19	4.601518646	1.926062148
259	1.64	3.28681	0.795528183	7.34363E-19	4.583752165	1.909582162
260	1.674	3.26136	0.783990275	7.31538E-19	4.566122349	1.892034756
261	1.704	3.23328	0.771281726	7.28736E-19	4.548627627	1.873038539
262	1.735	3.2051	0.758551373	7.25954E-19	4.531266453	1.853968281
263	1.769	3.17777	0.746228042	7.23194E-19	4.514037303	1.835347711
264	1.8	3.14888	0.733226616	7.20455E-19	4.496938677	1.815840062
265	1.828	3.11711	0.718959991	7.17736E-19	4.479969097	1.794691767
266	1.855	3.08525	0.704686421	7.15038E-19	4.463127108	1.773444408
267	1.884	3.0551	0.691210764	7.1236E-19	4.446411276	1.753113612
268	1.911	3.02436	0.677504234	7.09701E-19	4.429820189	1.732403514
269	1.934	2.9911	0.662712582	7.07063E-19	4.413352456	1.710200048
270	1.956	2.95807	0.64806413	7.04444E-19	4.397006706	1.688058745
271	1.979	2.92766	0.634614859	7.01845E-19	4.380781589	1.667365914
272	2.001	2.89761	0.621361003	6.99265E-19	4.364675775	1.646827045
273	2.02	2.86516	0.607090324	6.96703E-19	4.348687951	1.624821953
274	2.036	2.83271	0.59286442	6.94161E-19	4.332816828	1.602739198
275	2.053	2.80314	0.579941398	6.91636E-19	4.31706113	1.58229026
276	2.071	2.77432	0.567384343	6.8913E-19	4.301419604	1.56222858

277	2.085	2.74283	0.553708471	6.86643E-19	4.285891014	1.540498023
278	2.097	2.71093	0.539903551	6.84173E-19	4.270474139	1.51843477
279	2.11	2.68238	0.527591628	6.8172E-19	4.25516778	1.498329369
280	2.124	2.65553	0.516051331	6.79286E-19	4.239970753	1.47920335
281	2.136	2.62624	0.503506256	6.76868E-19	4.224881889	1.458511042
282	2.145	2.59601	0.490608264	6.74468E-19	4.209900038	1.437154045
283	2.153	2.56906	0.479153715	6.72085E-19	4.195024066	1.417766329
284	2.163	2.54418	0.468616975	6.69718E-19	4.180252855	1.399620466
285	2.172	2.51673	0.457035497	6.67368E-19	4.165585301	1.379789965
286	2.178	2.48759	0.444792753	6.65035E-19	4.151020317	1.358802323
287	2.183	2.46149	0.433873999	6.62718E-19	4.136556832	1.339680729
288	2.189	2.43794	0.424061184	6.60417E-19	4.122193787	1.3221431
289	2.196	2.41192	0.413263725	6.58131E-19	4.107930141	1.302942252
290	2.199	2.38328	0.401434905	6.55862E-19	4.093764865	1.281943878
291	2.202	2.35688	0.390584869	6.53608E-19	4.079696944	1.262326384
292	2.206	2.33316	0.380881634	6.5137E-19	4.065725379	1.244411558
293	2.212	2.30744	0.370410358	6.49147E-19	4.051849183	1.225090571
294	2.216	2.27894	0.358870247	6.46939E-19	4.038067383	1.20380324
295	2.218	2.25243	0.348197481	6.44746E-19	4.024379019	1.183756156
296	2.223	2.22894	0.338791875	6.42568E-19	4.010783144	1.165684666
297	2.231	2.20416	0.328923786	6.40404E-19	3.997278824	1.146647324
298	2.237	2.17677	0.318083131	6.38255E-19	3.983865137	1.125699913
299	2.243	2.15132	0.308075447	6.3612E-19	3.970541173	1.105995591
300	2.25	2.12932	0.299476749	6.34E-19	3.957306036	1.088632696
301	2.262	2.10662	0.29065703	6.31894E-19	3.94415884	1.070699535
302	2.273	2.08107	0.28079602	6.29801E-19	3.931098711	1.050636412
303	2.283	2.0567	0.271457891	6.27723E-19	3.918124788	1.031312704

304	2.294	2.03558	0.263420238	6.25658E-19	3.90523622	1.014257489
305	2.309	2.0143	0.25537519	6.23607E-19	3.892432166	0.997010834
306	2.324	1.99021	0.24633477	6.21569E-19	3.8797118	0.977603147
307	2.337	1.9666	0.237545907	6.19544E-19	3.867074302	0.958440228
308	2.35	1.94597	0.229926268	6.17532E-19	3.854518866	0.941411249
309	2.367	1.92576	0.222517753	6.15534E-19	3.842044695	0.924620546
310	2.385	1.90307	0.214268373	6.13548E-19	3.829651002	0.905854894
311	2.4	1.88031	0.206068599	6.11576E-19	3.817337012	0.886923498
312	2.414	1.86009	0.198849198	6.09615E-19	3.805101958	0.869851408
313	2.431	1.84073	0.191996364	6.07668E-19	3.792945082	0.853364906
314	2.45	1.8192	0.184446086	6.05732E-19	3.780865639	0.835084349
315	2.464	1.79688	0.176700095	6.0381E-19	3.768862891	0.816062762
316	2.476	1.77627	0.169623738	6.01899E-19	3.75693611	0.798289136
317	2.491	1.75656	0.162927265	6E-19	3.745084576	0.78113788
318	2.507	1.73497	0.155674421	5.98113E-19	3.733307581	0.762351951
319	2.518	1.71207	0.148079134	5.96238E-19	3.721604422	0.742355682
320	2.526	1.69014	0.140903481	5.94375E-19	3.709974409	0.723013354
321	2.535	1.66909	0.134109433	5.92523E-19	3.698416856	0.704267413
322	2.545	1.64653	0.126933928	5.90683E-19	3.686931089	0.684102803
323	2.55	1.62245	0.119400907	5.88854E-19	3.675516442	0.662465091
324	2.55	1.599	0.112195435	5.87037E-19	3.664172255	0.641173455
325	2.552	1.57675	0.105482975	5.85231E-19	3.652897879	0.620740313
326	2.554	1.5538	0.098691736	5.83436E-19	3.641692671	0.599503939
327	2.551	1.52972	0.091717203	5.81651E-19	3.630555996	0.57704804
328	2.542	1.50658	0.085167497	5.79878E-19	3.619487228	0.555214075
329	2.534	1.48549	0.079334274	5.78116E-19	3.608485747	0.535048218
330	2.527	1.46482	0.073748868	5.76364E-19	3.597550942	0.51508767

331	2.514	1.44357	0.068148529	5.74622E-19	3.586682208	0.494395709
332	2.496	1.42361	0.063024786	5.72892E-19	3.575878948	0.474730457
333	2.478	1.40647	0.05873494	5.71171E-19	3.565140573	0.457600608
334	2.459	1.39084	0.054914981	5.69461E-19	3.554466499	0.441807041
335	2.437	1.37504	0.051145785	5.67761E-19	3.543856151	0.425738542
336	2.409	1.36042	0.047743556	5.66071E-19	3.533308961	0.41072221
337	2.381	1.34872	0.04508187	5.64392E-19	3.522824364	0.398516635
338	2.353	1.33904	0.04292184	5.62722E-19	3.512401807	0.38827664
339	2.322	1.32937	0.040803011	5.61062E-19	3.50204074	0.378012971
340	2.285	1.32069	0.038934979	5.59412E-19	3.49174062	0.368715133
341	2.247	1.31489	0.037704946	5.57771E-19	3.481500911	0.362311748
342	2.21	1.31162	0.037017972	5.5614E-19	3.471321084	0.358470733
343	2.17	1.30894	0.036458479	5.54519E-19	3.461200614	0.355232474
344	2.125	1.30764	0.036188236	5.52907E-19	3.451138985	0.353398687
345	2.078	1.30955	0.036585546	5.51304E-19	3.441135683	0.354818019
346	2.031	1.31438	0.037597493	5.49711E-19	3.431190204	0.359171474
347	1.981	1.31994	0.038775097	5.48127E-19	3.421302048	0.364227016
348	1.927	1.32663	0.040209839	5.46552E-19	3.411470721	0.370371014
349	1.872	1.33627	0.042310878	5.44986E-19	3.401695733	0.379379404
350	1.816	1.34895	0.04513366	5.43429E-19	3.391976602	0.391270137
351	1.758	1.36262	0.048250159	5.4188E-19	3.382312851	0.403976651
352	1.697	1.3775	0.051726407	5.40341E-19	3.372704008	0.417681528
353	1.635	1.39531	0.055998307	5.3881E-19	3.363149606	0.433970834
354	1.573	1.4162	0.061157478	5.37288E-19	3.353649183	0.452880476
355	1.511	1.4381	0.066730968	5.35775E-19	3.344202284	0.472400101
356	1.446	1.46104	0.072741979	5.3427E-19	3.334808457	0.492524686
357	1.381	1.48691	0.079722831	5.32773E-19	3.325467257	0.514893836

358	1.316	1.51632	0.0879057	5.31285E-19	3.316178242	0.539917559
359	1.252	1.54742	0.096828481	5.29805E-19	3.306940977	0.565867539
360	1.187	1.57972	0.106371787	5.28333E-19	3.29775503	0.592273666
361	1.122	1.61463	0.116983469	5.2687E-19	3.288619974	0.620253313
362	1.059	1.65289	0.128945469	5.25414E-19	3.279535389	0.650293186
363	0.996	1.69289	0.141797917	5.23967E-19	3.270500856	0.680992077
364	0.933	1.73389	0.155313928	5.22527E-19	3.261515964	0.711729481
365	0.871	1.77688	0.169832103	5.21096E-19	3.252580303	0.743231157
366	0.81	1.82248	0.185591433	5.19672E-19	3.243693472	0.775887698
367	0.751	1.86927	0.202119098	5.18256E-19	3.23485507	0.808595071
368	0.692	1.91633	0.219080396	5.16848E-19	3.226064703	0.840694672
369	0.633	1.9645	0.236767689	5.15447E-19	3.21732198	0.872787425
370	0.577	2.01456	0.255473154	5.14054E-19	3.208626516	0.905382756
371	0.521	2.06537	0.274772374	5.12668E-19	3.199977927	0.937691598
372	0.467	2.11577	0.294205583	5.1129E-19	3.191375835	0.968979148
373	0.415	2.16618	0.313911077	5.0992E-19	3.182819868	0.99956111
374	0.363	2.21742	0.334197278	5.08556E-19	3.174309654	1.029973614
375	0.313	2.26869	0.354736503	5.072E-19	3.165844829	1.059736158
376	0.265	2.31876	0.375012493	5.05851E-19	3.157425029	1.088151567
377	0.219	2.36774	0.395041835	5.04509E-19	3.149049896	1.11535037
378	0.173	2.41639	0.415115241	5.03175E-19	3.140719076	1.141823259
379	0.13	2.46423	0.435018138	5.01847E-19	3.132432218	1.167332357
380	0.088	2.51015	0.454266283	5.00526E-19	3.124188976	1.191307565
381	0.048	2.55412	0.472822141	4.99213E-19	3.115989005	1.213799239
382	0.008	2.59701	0.491034101	4.97906E-19	3.107831965	1.23533456
383	-0.029	2.63875	0.508858657	4.96606E-19	3.099717522	1.255913251
384	-0.065	2.67828	0.525826978	4.95313E-19	3.09164534	1.275017854

385	-0.1	2.71524	0.541765785	4.94026E-19	3.083615093	1.292515822
386	-0.133	2.75032	0.556957027	4.92746E-19	3.075626453	1.308813113
387	-0.164	2.78376	0.571493185	4.91473E-19	3.067679098	1.324068615
388	-0.194	2.81482	0.585041252	4.90206E-19	3.059772708	1.337943667
389	-0.222	2.84313	0.597427518	4.88946E-19	3.051906969	1.350293747
390	-0.249	2.86928	0.608899745	4.87692E-19	3.044081566	1.361447938
391	-0.273	2.89368	0.619630357	4.86445E-19	3.036296191	1.371634533
392	-0.296	2.91577	0.62936629	4.85204E-19	3.028550538	1.380604076
393	-0.318	2.93513	0.637915206	4.83969E-19	3.020844302	1.388179569
394	-0.337	2.95221	0.645469645	4.82741E-19	3.013177185	1.394601882
395	-0.355	2.96745	0.652219836	4.81519E-19	3.005548888	1.400099497
396	-0.372	2.98044	0.657980465	4.80303E-19	2.997959118	1.404492269
397	-0.387	2.9907	0.66253494	4.79093E-19	2.990407584	1.407568652
398	-0.4	2.9985	0.666000042	4.77889E-19	2.982893997	1.409470655
399	-0.412	3.00428	0.668569228	4.76692E-19	2.975418072	1.410415883
400	-0.422	3.00778	0.670125562	4.755E-19	2.967979527	1.410290378
401	-0.43	3.00856	0.670472464	4.74314E-19	2.960578082	1.408895341
402	-0.437	3.00684	0.669707531	4.73134E-19	2.95321346	1.406338969
403	-0.443	3.00317	0.668075741	4.7196E-19	2.945885386	1.402880809
404	-0.448	2.99755	0.665577889	4.70792E-19	2.938593591	1.398521691
405	-0.452	2.98963	0.662059776	4.6963E-19	2.931337804	1.393097574
406	-0.454	2.97951	0.657567828	4.68473E-19	2.92411776	1.38665272
407	-0.456	2.96771	0.652335074	4.67322E-19	2.916933196	1.379426632
408	-0.457	2.95443	0.646452383	4.66176E-19	2.90978385	1.371508914
409	-0.457	2.93943	0.639816006	4.65037E-19	2.902669464	1.362781855
410	-0.457	2.92268	0.632415862	4.63902E-19	2.895589782	1.353224633
411	-0.456	2.90451	0.624401076	4.62774E-19	2.888544552	1.342985602

412	-0.454	2.88518	0.615889413	4.6165E-19	2.881533521	1.332180914
413	-0.452	2.86459	0.606840048	4.60533E-19	2.874556442	1.320755833
414	-0.45	2.84271	0.597243501	4.5942E-19	2.867613069	1.308687613
415	-0.447	2.81984	0.587235025	4.58313E-19	2.860703158	1.296111527
416	-0.444	2.79631	0.576962071	4.57212E-19	2.853826468	1.2831795
417	-0.44	2.77213	0.566431722	4.56115E-19	2.84698276	1.269890289
418	-0.436	2.74723	0.555616507	4.55024E-19	2.840171796	1.256203141
419	-0.431	2.72175	0.544580337	4.53938E-19	2.833393343	1.242179657
420	-0.426	2.69603	0.533472877	4.52857E-19	2.826647168	1.227981921
421	-0.421	2.67021	0.52235619	4.51781E-19	2.819933042	1.213676019
422	-0.416	2.64434	0.511253098	4.50711E-19	2.813250736	1.199284435
423	-0.41	2.61852	0.500207558	4.49645E-19	2.806600025	1.184855496
424	-0.404	2.59293	0.489297047	4.48585E-19	2.799980686	1.170479509
425	-0.398	2.56765	0.47855559	4.47529E-19	2.793392496	1.156197905
426	-0.392	2.54262	0.467957553	4.46479E-19	2.786835236	1.141980997
427	-0.386	2.51789	0.457523969	4.45433E-19	2.78030869	1.127855428
428	-0.381	2.49358	0.447304922	4.44393E-19	2.773812642	1.113885115
429	-0.375	2.46982	0.437353903	4.43357E-19	2.767346878	1.100140881
430	-0.369	2.44657	0.427652747	4.42326E-19	2.760911188	1.086605381
431	-0.363	2.42377	0.418175201	4.41299E-19	2.754505361	1.073250126
432	-0.358	2.40145	0.408932541	4.40278E-19	2.748129192	1.060094078
433	-0.353	2.37974	0.399976986	4.39261E-19	2.741782473	1.047210529
434	-0.347	2.35867	0.391318872	4.38249E-19	2.735465002	1.034620259
435	-0.342	2.33819	0.38293562	4.37241E-19	2.729176576	1.0223008
436	-0.338	2.31825	0.374804931	4.36239E-19	2.722916997	1.010229042
437	-0.333	2.29888	0.366937216	4.3524E-19	2.716686066	0.998425371
438	-0.329	2.2801	0.359338628	4.34247E-19	2.710483586	0.986904986

439	-0.324	2.26188	0.351995052	4.33257E-19	2.704309364	0.975655428
440	-0.321	2.24414	0.344872499	4.32273E-19	2.698163206	0.964635832
441	-0.317	2.22691	0.337981362	4.31293E-19	2.692044922	0.953866347
442	-0.314	2.21023	0.331335801	4.30317E-19	2.685954323	0.943373111
443	-0.31	2.19406	0.324918025	4.29345E-19	2.679891221	0.933137162
444	-0.307	2.17833	0.318698634	4.28378E-19	2.67385543	0.923121916
445	-0.305	2.16307	0.312687945	4.27416E-19	2.667846766	0.913347427
446	-0.302	2.14834	0.306907835	4.26457E-19	2.661865047	0.903851336
447	-0.3	2.13415	0.301360313	4.25503E-19	2.655910091	0.894642887
448	-0.298	2.12038	0.295996789	4.24554E-19	2.64998172	0.885655735
449	-0.296	2.10698	0.290796477	4.23608E-19	2.644079757	0.876863203
450	-0.295	2.09396	0.285762021	4.22667E-19	2.638204024	0.868273294
451	-0.293	2.08131	0.280888315	4.21729E-19	2.632354348	0.859882304
452	-0.291	2.06895	0.276143479	4.20796E-19	2.626530555	0.851645047
453	-0.29	2.05686	0.27151898	4.19868E-19	2.620732474	0.843551189
454	-0.288	2.04509	0.267033018	4.18943E-19	2.614959936	0.835631882
455	-0.287	2.03364	0.262684558	4.18022E-19	2.609212771	0.827888823
456	-0.285	2.02239	0.258427235	4.17105E-19	2.603490813	0.820251749
457	-0.284	2.01127	0.254234144	4.16193E-19	2.597793897	0.812679461
458	-0.282	2.00031	0.250116256	4.15284E-19	2.592121858	0.805190545
459	-0.28	1.98955	0.246088111	4.14379E-19	2.586474533	0.797809897
460	-0.279	1.97888	0.242108176	4.13478E-19	2.580851762	0.790471576
461	-0.277	1.96822	0.238146642	4.12581E-19	2.575253386	0.783127031
462	-0.275	1.95757	0.234203708	4.11688E-19	2.569679244	0.775776003
463	-0.273	1.94695	0.230286937	4.10799E-19	2.564129181	0.768430514
464	-0.271	1.93632	0.226381782	4.09914E-19	2.55860304	0.761065775
465	-0.269	1.92562	0.22246663	4.09032E-19	2.553100668	0.753644281

466	-0.267	1.91487	0.218549332	4.08155E-19	2.547621911	0.746177637
467	-0.264	1.90414	0.214655734	4.07281E-19	2.542166618	0.738708767
468	-0.262	1.89342	0.210782419	4.0641E-19	2.536734638	0.731231197
469	-0.26	1.88266	0.206911677	4.05544E-19	2.531325822	0.723713252
470	-0.257	1.87185	0.203040421	4.04681E-19	2.525940023	0.716147977
471	-0.255	1.86103	0.199183426	4.03822E-19	2.520577093	0.708559934
472	-0.253	1.85019	0.195337516	4.02966E-19	2.515236887	0.700942312
473	-0.25	1.83931	0.191496071	4.02114E-19	2.509919262	0.693281816
474	-0.248	1.82841	0.187666642	4.01266E-19	2.504624073	0.68559054
475	-0.246	1.81751	0.18385665	4.00421E-19	2.499351181	0.677880768
476	-0.243	1.80662	0.180069916	3.9958E-19	2.494100443	0.670158532
477	-0.241	1.79574	0.176306745	3.98742E-19	2.488871721	0.662423483
478	-0.238	1.78485	0.172560586	3.97908E-19	2.483664876	0.654662253
479	-0.236	1.77399	0.168845518	3.97077E-19	2.478479772	0.646900456
480	-0.233	1.76318	0.165168534	3.9625E-19	2.473316272	0.639151018
481	-0.231	1.75245	0.161539845	3.95426E-19	2.468174243	0.631433674
482	-0.229	1.74176	0.157945956	3.94606E-19	2.463053549	0.623722172
483	-0.226	1.73115	0.154400347	3.93789E-19	2.45795406	0.616042986
484	-0.224	1.72065	0.150912859	3.92975E-19	2.452875642	0.608416368
485	-0.221	1.71029	0.147493081	3.92165E-19	2.447818166	0.600862916
486	-0.219	1.70007	0.144140537	3.91358E-19	2.442781504	0.593383381
487	-0.216	1.69	0.140857988	3.90554E-19	2.437765525	0.585985279
488	-0.214	1.68009	0.137648105	3.89754E-19	2.432770104	0.578676243
489	-0.212	1.67038	0.134523086	3.88957E-19	2.427795114	0.571484462
490	-0.209	1.66085	0.131475667	3.88163E-19	2.42284043	0.564397521
491	-0.207	1.65151	0.128508238	3.87373E-19	2.417905928	0.557423385
492	-0.205	1.64234	0.12561366	3.86585E-19	2.412991485	0.550549445

493	-0.203	1.6334	0.122809955	3.85801E-19	2.408096979	0.543818243
494	-0.2	1.62466	0.1200867	3.8502E-19	2.403222289	0.537210418
495	-0.198	1.61611	0.117439881	3.84242E-19	2.398367294	0.530720237
496	-0.196	1.60775	0.114868625	3.83468E-19	2.393531877	0.524348848
497	-0.194	1.5996	0.112378145	3.82696E-19	2.388715917	0.518111438
498	-0.192	1.59168	0.109973494	3.81928E-19	2.383919299	0.512023374
499	-0.19	1.58394	0.107638523	3.81162E-19	2.379141905	0.506050709
500	-0.188	1.57641	0.105381369	3.804E-19	2.374383621	0.50021575
501	-0.186	1.5691	0.103204005	3.79641E-19	2.369644333	0.494526831
502	-0.184	1.56201	0.101105383	3.78884E-19	2.364923926	0.488985215
503	-0.183	1.5551	0.099072732	3.78131E-19	2.360222288	0.483563511
504	-0.181	1.54838	0.097108147	3.77381E-19	2.355539307	0.478269858
505	-0.179	1.54187	0.095216554	3.76634E-19	2.350874873	0.473119652
506	-0.177	1.53556	0.093394108	3.75889E-19	2.346228875	0.468106776
507	-0.176	1.52941	0.091628454	3.75148E-19	2.341601205	0.463203302
508	-0.174	1.52341	0.089916053	3.74409E-19	2.336991753	0.458402742
509	-0.173	1.51759	0.088264751	3.73674E-19	2.332400414	0.453727608
510	-0.171	1.51194	0.086670954	3.72941E-19	2.32782708	0.449171452
511	-0.17	1.50642	0.085122747	3.72211E-19	2.323271645	0.444705817
512	-0.168	1.50101	0.08361404	3.71484E-19	2.318734005	0.440316611
513	-0.167	1.49574	0.082152696	3.7076E-19	2.314214056	0.436026289
514	-0.165	1.4906	0.080735395	3.70039E-19	2.309711694	0.431828075
515	-0.164	1.48556	0.079353413	3.6932E-19	2.305226817	0.427700382
516	-0.162	1.48058	0.077995494	3.68605E-19	2.300759323	0.423614045
517	-0.161	1.47569	0.07666955	3.67892E-19	2.296309112	0.419591451
518	-0.16	1.4709	0.075377935	3.67181E-19	2.291876083	0.415640334
519	-0.158	1.46616	0.0741069	3.66474E-19	2.287460136	0.411723912

520	-0.157	1.46146	0.07285363	3.65769E-19	2.283061175	0.407834885
521	-0.155	1.45681	0.071620656	3.65067E-19	2.278679099	0.403980807
522	-0.154	1.45221	0.070407821	3.64368E-19	2.274313814	0.400161818
523	-0.153	1.44764	0.069209738	3.63671E-19	2.269965221	0.396363088
524	-0.151	1.44307	0.068018539	3.62977E-19	2.265633227	0.392562175
525	-0.15	1.43852	0.066839457	3.62286E-19	2.261317735	0.388774033
526	-0.149	1.43401	0.065677603	3.61597E-19	2.257018652	0.385013735
527	-0.147	1.42949	0.064520095	3.60911E-19	2.252735884	0.381243665
528	-0.146	1.42496	0.063367042	3.60227E-19	2.248469339	0.37746371
529	-0.145	1.42043	0.062221083	3.59546E-19	2.244218924	0.373681323
530	-0.143	1.41591	0.061084789	3.58868E-19	2.239984549	0.36990402
531	-0.142	1.41138	0.059953203	3.58192E-19	2.235766122	0.366116568
532	-0.141	1.40683	0.058823969	3.57519E-19	2.231563554	0.362311227
533	-0.139	1.40227	0.057699713	3.56848E-19	2.227376756	0.358495466
534	-0.138	1.39772	0.056585439	3.5618E-19	2.223205638	0.35468446
535	-0.137	1.39314	0.055471474	3.55514E-19	2.219050114	0.350847519
536	-0.135	1.38854	0.054360455	3.54851E-19	2.214910095	0.346992104
537	-0.134	1.38392	0.05325256	3.5419E-19	2.210785495	0.343118038
538	-0.133	1.3793	0.052152719	3.53532E-19	2.206676228	0.339240571
539	-0.131	1.37466	0.051056303	3.52876E-19	2.202582209	0.335344159
540	-0.13	1.37	0.049963504	3.52222E-19	2.198503353	0.33142862
541	-0.128	1.36534	0.048879149	3.51571E-19	2.194439576	0.327509297
542	-0.127	1.36068	0.047803327	3.50923E-19	2.190390795	0.323586106
543	-0.125	1.35601	0.046733844	3.50276E-19	2.186356926	0.31965116
544	-0.124	1.35133	0.045670846	3.49632E-19	2.182337887	0.31570432
545	-0.123	1.34666	0.044618967	3.48991E-19	2.178333598	0.311761118
546	-0.121	1.34199	0.043576018	3.48352E-19	2.174343976	0.307813664

547	-0.12	1.33732	0.042542093	3.47715E-19	2.170368941	0.30386187
548	-0.118	1.33264	0.041515101	3.4708E-19	2.166408414	0.299897758
549	-0.117	1.32798	0.040501694	3.46448E-19	2.162462315	0.295944907
550	-0.115	1.32333	0.039499705	3.45818E-19	2.158530565	0.291995411
551	-0.114	1.31869	0.038509171	3.45191E-19	2.154613087	0.288049237
552	-0.113	1.31406	0.037530129	3.44565E-19	2.150709802	0.284106348
553	-0.111	1.30947	0.036568872	3.43942E-19	2.146820634	0.280190664
554	-0.11	1.30489	0.035619061	3.43321E-19	2.142945507	0.276278313
555	-0.108	1.30035	0.034686862	3.42703E-19	2.139084344	0.272393326
556	-0.107	1.29584	0.033770105	3.42086E-19	2.13523707	0.268527801
557	-0.105	1.29137	0.032870702	3.41472E-19	2.13140361	0.264689881
558	-0.104	1.28693	0.03198652	3.4086E-19	2.12758389	0.260871626
559	-0.103	1.28254	0.031121389	3.4025E-19	2.123777837	0.257089314
560	-0.101	1.2782	0.03027509	3.39643E-19	2.119985376	0.253343143
561	-0.1	1.27391	0.029447405	3.39037E-19	2.116206436	0.249633308
562	-0.099	1.26966	0.028636216	3.38434E-19	2.112440944	0.245951855
563	-0.097	1.26547	0.027845117	3.37833E-19	2.108688829	0.242315265
564	-0.096	1.26135	0.027075682	3.37234E-19	2.104950019	0.238731977
565	-0.095	1.2573	0.026327563	3.36637E-19	2.101224444	0.235202294
566	-0.093	1.25331	0.025598597	3.36042E-19	2.097512033	0.23171829
567	-0.092	1.24937	0.024886702	3.3545E-19	2.093812717	0.22827197
568	-0.091	1.24552	0.024198757	3.34859E-19	2.090126427	0.224896555
569	-0.089	1.24174	0.023530782	3.34271E-19	2.086453094	0.221575887
570	-0.088	1.23802	0.022880697	3.33684E-19	2.08279265	0.218301963
571	-0.087	1.23437	0.022249932	3.331E-19	2.079145028	0.215083322
572	-0.086	1.2308	0.021639844	3.32517E-19	2.075510159	0.211928564
573	-0.085	1.22731	0.021050035	3.31937E-19	2.071887977	0.208838008

574	-0.083	1.22388	0.020476785	3.31359E-19	2.068278416	0.205795267
575	-0.082	1.22052	0.019921456	3.30783E-19	2.06468141	0.202808923
576	-0.081	1.21724	0.019385338	3.30208E-19	2.061096894	0.199887618
577	-0.08	1.21405	0.018869652	3.29636E-19	2.057524802	0.19704004
578	-0.079	1.21092	0.018369193	3.29066E-19	2.05396507	0.194241295
579	-0.078	1.20786	0.01788526	3.28497E-19	2.050417635	0.191500005
580	-0.077	1.20487	0.017417529	3.27931E-19	2.046882432	0.188816404
581	-0.076	1.20198	0.016970299	3.27367E-19	2.043359399	0.186216058
582	-0.075	1.19915	0.016537015	3.26804E-19	2.039848472	0.183665468
583	-0.074	1.19639	0.016118921	3.26244E-19	2.03634959	0.181173283
584	-0.073	1.19371	0.015717203	3.25685E-19	2.03286269	0.178748189
585	-0.072	1.19111	0.015331511	3.25128E-19	2.029387711	0.176390419
586	-0.071	1.18858	0.014960043	3.24573E-19	2.025924592	0.174091699
587	-0.07	1.18611	0.014601062	3.2402E-19	2.022473272	0.171843703
588	-0.069	1.18371	0.014255757	3.23469E-19	2.019033692	0.169655102
589	-0.068	1.18139	0.013925263	3.2292E-19	2.015605791	0.167534594
590	-0.067	1.17913	0.013606454	3.22373E-19	2.01218951	0.165465297
591	-0.067	1.17692	0.013297712	3.21827E-19	2.00878479	0.163438801
592	-0.066	1.17478	0.013001604	3.21284E-19	2.005391572	0.16147231
593	-0.065	1.1727	0.012716505	3.20742E-19	2.002009799	0.159557409
594	-0.064	1.17068	0.012442197	3.20202E-19	1.998639412	0.157694215
595	-0.063	1.16871	0.012177129	3.19664E-19	1.995280354	0.155874262
596	-0.063	1.16678	0.0119198	3.19128E-19	1.991932568	0.154089058
597	-0.062	1.16491	0.011672708	3.18593E-19	1.988595998	0.152355834
598	-0.061	1.16308	0.011433043	3.1806E-19	1.985270587	0.150657503
599	-0.061	1.16129	0.011200675	3.17529E-19	1.981956278	0.148994122
600	-0.06	1.15953	0.010974197	3.17E-19	1.978653018	0.147357143

601	-0.059	1.15781	0.010754785	3.16473E-19	1.97536075	0.145755209
602	-0.059	1.15613	0.010542317	3.15947E-19	1.97207942	0.144188368
603	-0.058	1.15448	0.01033542	3.15423E-19	1.968808973	0.142648052
604	-0.057	1.15285	0.010132768	3.14901E-19	1.965549356	0.141125671
605	-0.057	1.15125	0.009935532	3.1438E-19	1.962300514	0.139629866
606	-0.056	1.14969	0.009744843	3.13861E-19	1.959062394	0.138169297
607	-0.056	1.14815	0.009558169	3.13344E-19	1.955834944	0.136726735
608	-0.055	1.14662	0.009374258	3.12829E-19	1.95261811	0.135293558
609	-0.055	1.14511	0.009194275	3.12315E-19	1.94941184	0.133878408
610	-0.054	1.14362	0.009018164	3.11803E-19	1.946216083	0.1324813
611	-0.053	1.14215	0.008845871	3.11293E-19	1.943030787	0.131102247
612	-0.053	1.14068	0.008675028	3.10784E-19	1.9398559	0.129723956
613	-0.052	1.13921	0.008505642	3.10277E-19	1.936691372	0.128346417
614	-0.052	1.13776	0.008339992	3.09772E-19	1.933537151	0.126986942
615	-0.051	1.13631	0.008175769	3.09268E-19	1.930393188	0.125628216
616	-0.051	1.13487	0.008014097	3.08766E-19	1.927259433	0.124278897
617	-0.05	1.13342	0.007852736	3.08266E-19	1.924135836	0.122921646
618	-0.05	1.13197	0.007692819	3.07767E-19	1.921022347	0.121565116
619	-0.049	1.13053	0.00753544	3.0727E-19	1.917918919	0.120217977
620	-0.049	1.12908	0.007378417	3.06774E-19	1.914825501	0.118862867
621	-0.048	1.12763	0.007222855	3.0628E-19	1.911742046	0.117508452
622	-0.048	1.12617	0.007067702	3.05788E-19	1.908668506	0.116146033
623	-0.047	1.12472	0.006915089	3.05297E-19	1.905604833	0.114792977
624	-0.047	1.12326	0.006762917	3.04808E-19	1.902550979	0.11343189
625	-0.046	1.12178	0.006610195	3.0432E-19	1.899506897	0.112054051
626	-0.046	1.12031	0.006460041	3.03834E-19	1.896472541	0.110685544
627	-0.045	1.11883	0.006310418	3.03349E-19	1.893447864	0.10930895

628	-0.045	1.11734	0.006161363	3.02866E-19	1.89043282	0.107924249
629	-0.044	1.11583	0.006011932	3.02385E-19	1.887427362	0.1065227
630	-0.043	1.11432	0.005864142	3.01905E-19	1.884431446	0.105121712
631	-0.043	1.1128	0.005717038	3.01426E-19	1.881445025	0.103712549
632	-0.042	1.11126	0.005569708	3.00949E-19	1.878468055	0.102286454
633	-0.042	1.1097	0.005422227	3.00474E-19	1.875500491	0.100843388
634	-0.041	1.10812	0.00527467	3E-19	1.872542288	0.099383311
635	-0.041	1.10653	0.005128031	2.99528E-19	1.869593403	0.09791493
636	-0.04	1.10493	0.004982354	2.99057E-19	1.86665379	0.096438219
637	-0.039	1.1033	0.004835897	2.98587E-19	1.863723408	0.094935632
638	-0.039	1.10166	0.004690538	2.98119E-19	1.860802211	0.093424638
639	-0.038	1.1	0.004545455	2.97653E-19	1.857890158	0.091896438
640	-0.037	1.09834	0.004402442	2.97188E-19	1.854987204	0.09036854
641	-0.037	1.09664	0.004258138	2.96724E-19	1.852093308	0.088805796
642	-0.036	1.09494	0.004116026	2.96262E-19	1.849208428	0.087243283
643	-0.035	1.09322	0.003974483	2.95801E-19	1.846332521	0.085663394
644	-0.035	1.09149	0.003834401	2.95342E-19	1.843465545	0.084074881
645	-0.034	1.08974	0.003695041	2.94884E-19	1.840607459	0.082468902
646	-0.033	1.08797	0.003556496	2.94427E-19	1.837758221	0.080845401
647	-0.033	1.08619	0.003419621	2.93972E-19	1.834917791	0.079213151
648	-0.032	1.08441	0.003285219	2.93519E-19	1.832086128	0.077580949
649	-0.031	1.08261	0.003151833	2.93066E-19	1.829263191	0.075931102
650	-0.03	1.08079	0.003019562	2.92615E-19	1.82644894	0.074263552
651	-0.03	1.07897	0.002889914	2.92166E-19	1.823643334	0.072595952
652	-0.029	1.07713	0.002761522	2.91718E-19	1.820846336	0.070910561
653	-0.028	1.07529	0.00263584	2.91271E-19	1.818057903	0.069225062
654	-0.027	1.07343	0.002511559	2.90826E-19	1.815277998	0.06752168

655	-0.027	1.07158	0.00239072	2.90382E-19	1.812506581	0.06582702
656	-0.026	1.06971	0.002271403	2.89939E-19	1.809743614	0.0641144
657	-0.025	1.06784	0.002154942	2.89498E-19	1.806989057	0.062401569
658	-0.024	1.06597	0.002041352	2.89058E-19	1.804242873	0.060688513
659	-0.024	1.06409	0.001930066	2.88619E-19	1.801505024	0.058966294
660	-0.023	1.06222	0.001822282	2.88182E-19	1.798775471	0.057252737
661	-0.022	1.06034	0.001716862	2.87746E-19	1.796054177	0.055529972
662	-0.021	1.05847	0.001614945	2.87311E-19	1.793341104	0.053815858
663	-0.021	1.0566	0.001515976	2.86878E-19	1.790636215	0.05210145
664	-0.02	1.05474	0.001420477	2.86446E-19	1.787939474	0.050395701
665	-0.019	1.05288	0.001327926	2.86015E-19	1.785250843	0.048689648
666	-0.018	1.05104	0.001239288	2.85586E-19	1.782570286	0.047001247
667	-0.018	1.04921	0.001154023	2.85157E-19	1.779897767	0.045321543
668	-0.017	1.0474	0.001072542	2.84731E-19	1.77723325	0.043659552
669	-0.016	1.04559	0.000993912	2.84305E-19	1.774576698	0.04199729
670	-0.015	1.0438	0.000918969	2.83881E-19	1.771928076	0.040352785
671	-0.015	1.04204	0.00084803	2.83458E-19	1.769287348	0.038735102
672	-0.014	1.04029	0.000780207	2.83036E-19	1.76665448	0.037126231
673	-0.013	1.03856	0.000715834	2.82615E-19	1.764029436	0.035535231
674	-0.012	1.03684	0.000654482	2.82196E-19	1.761412182	0.033953086
675	-0.012	1.03515	0.000596784	2.81778E-19	1.758802683	0.032397929
676	-0.011	1.03348	0.000542299	2.81361E-19	1.756200903	0.030860752
677	-0.01	1.03182	0.000490644	2.80945E-19	1.753606811	0.029332516
678	-0.01	1.03019	0.000442363	2.80531E-19	1.75102037	0.0278314
679	-0.009	1.02859	0.000397334	2.80118E-19	1.748441547	0.026357461
680	-0.008	1.02702	0.000355436	2.79706E-19	1.74587031	0.024910755
681	-0.008	1.02547	0.000316304	2.79295E-19	1.743306624	0.023482231

682	-0.007	1.02394	0.000279862	2.78886E-19	1.740750456	0.022071922
683	-0.006	1.02245	0.000246468	2.78477E-19	1.738201773	0.020698096
684	-0.006	1.021	0.000215965	2.7807E-19	1.735660542	0.019360823
685	-0.005	1.01957	0.000187817	2.77664E-19	1.733126731	0.018041908
686	-0.004	1.01818	0.000162305	2.77259E-19	1.730600307	0.016759652
687	-0.004	1.01682	0.000139116	2.76856E-19	1.728081238	0.015504974
688	-0.003	1.01551	0.000118443	2.76453E-19	1.725569492	0.01429621
689	-0.003	1.01423	9.98259E-05	2.76052E-19	1.723065037	0.013115127
690	-0.002	1.01298	8.31608E-05	2.75652E-19	1.720567842	0.011961762
691	-0.001	1.01177	6.84607E-05	2.75253E-19	1.718077874	0.01084531
692	-0.001	1.0106	5.55907E-05	2.74855E-19	1.715595102	0.009765818
693	0	1.00947	4.44198E-05	2.74459E-19	1.713119496	0.008723326
694	0	1.00837	3.47377E-05	2.74063E-19	1.710651024	0.007708701
695	0.001	1.0073	2.64519E-05	2.73669E-19	1.708189656	0.006721969
696	0.001	1.00627	1.9534E-05	2.73276E-19	1.70573536	0.005772329
697	0.002	1.00527	1.38137E-05	2.72884E-19	1.703288107	0.004850632
698	0.002	1.00431	9.24819E-06	2.72493E-19	1.700847866	0.003966077
699	0.002	1.00337	5.65938E-06	2.72103E-19	1.698414608	0.003100318
700	0.003	1.00248	3.06759E-06	2.71714E-19	1.695988301	0.002280921
701	0.003	1.00163	1.32629E-06	2.71327E-19	1.693568917	0.00149872
702	0.004	1.0008	3.19744E-07	2.7094E-19	1.691156426	0.000735349
703	0.004	1.00001	4.99995E-11	2.70555E-19	1.688750798	9.18894E-06
704	0.004	0.99925	2.81461E-07	2.7017E-19	1.686352004	0.000688943
705	0.005	0.99852	1.09682E-06	2.69787E-19	1.683960015	0.001359046
706	0.005	0.99783	2.35957E-06	2.69405E-19	1.681574803	0.001991932
707	0.005	0.99716	4.04429E-06	2.69024E-19	1.679196338	0.002605983
708	0.005	0.99653	6.04141E-06	2.68644E-19	1.676824591	0.003182828

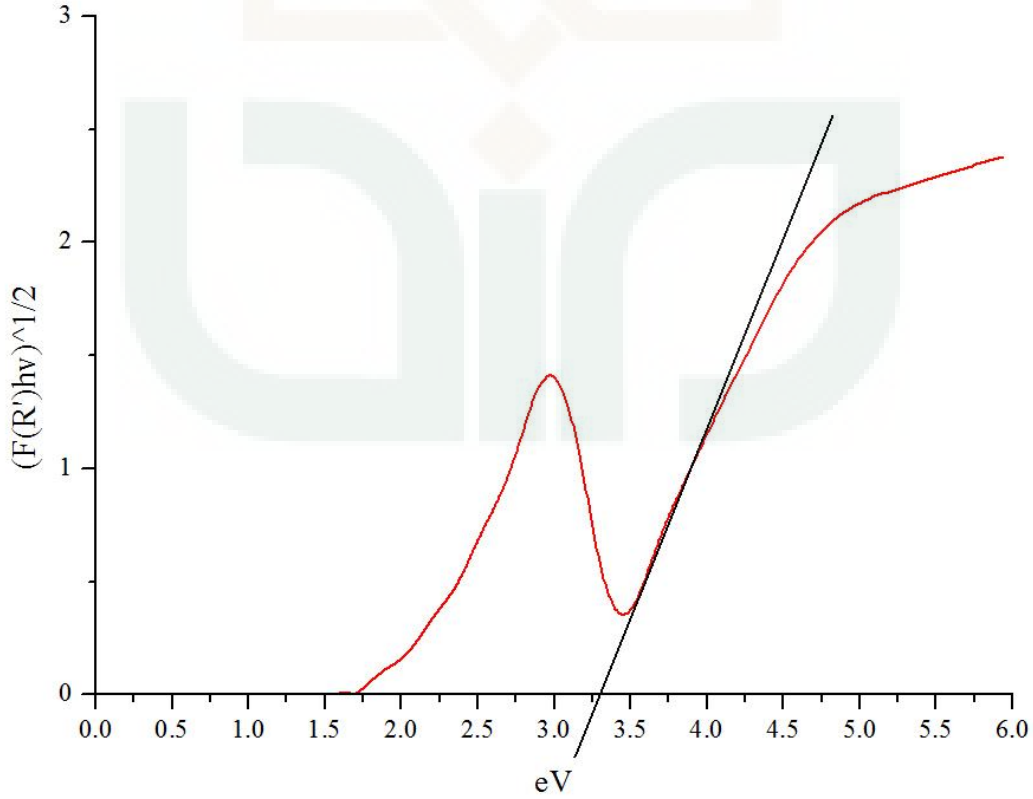
709	0.006	0.99593	8.3163E-06	2.68265E-19	1.674459536	0.003731662
710	0.006	0.99536	1.0815E-05	2.67887E-19	1.672101142	0.004252498
711	0.006	0.99482	1.34861E-05	2.67511E-19	1.669749382	0.004745349
712	0.006	0.99431	1.62807E-05	2.67135E-19	1.667404229	0.005210229
713	0.006	0.99384	1.90904E-05	2.6676E-19	1.665065653	0.005637975
714	0.007	0.9934	2.19247E-05	2.66387E-19	1.662733628	0.006037793
715	0.007	0.99298	2.48144E-05	2.66014E-19	1.660408127	0.00641888
716	0.007	0.9926	2.75841E-05	2.65642E-19	1.658089121	0.006762909
717	0.007	0.99226	3.01875E-05	2.65272E-19	1.655776584	0.007069913
718	0.007	0.99195	3.26642E-05	2.64903E-19	1.653470489	0.007349101
719	0.007	0.99167	3.49859E-05	2.64534E-19	1.651170808	0.007600504
720	0.007	0.99142	3.71267E-05	2.64167E-19	1.648877515	0.007824159
721	0.007	0.99121	3.89746E-05	2.638E-19	1.646590584	0.008010947
722	0.007	0.99103	4.05946E-05	2.63435E-19	1.644309987	0.008170072
723	0.007	0.99089	4.18776E-05	2.63071E-19	1.6420357	0.008292433
724	0.007	0.99077	4.29933E-05	2.62707E-19	1.639767694	0.008396368
725	0.007	0.99069	4.37453E-05	2.62345E-19	1.637505946	0.008463641
726	0.007	0.99065	4.41238E-05	2.61983E-19	1.635250428	0.00849432
727	0.007	0.99064	4.42187E-05	2.61623E-19	1.633001115	0.008497598
728	0.006	0.99066	4.4029E-05	2.61264E-19	1.630757982	0.008473529
729	0.006	0.99071	4.35567E-05	2.60905E-19	1.628521002	0.008422172
730	0.006	0.99079	4.28063E-05	2.60548E-19	1.626290152	0.008343588
731	0.006	0.99091	4.1693E-05	2.60192E-19	1.624065405	0.008228744
732	0.006	0.99105	4.04129E-05	2.59836E-19	1.621846736	0.0080959
733	0.006	0.99121	3.89746E-05	2.59482E-19	1.619634121	0.007945102
734	0.006	0.9914	3.73008E-05	2.59128E-19	1.617427535	0.007767324
735	0.005	0.99162	3.54089E-05	2.58776E-19	1.615226953	0.007562635

736	0.005	0.99187	3.33193E-05	2.58424E-19	1.613032352	0.00733111
737	0.005	0.99214	3.11345E-05	2.58073E-19	1.610843705	0.007081867
738	0.005	0.99244	2.87945E-05	2.57724E-19	1.60866099	0.006805921
739	0.005	0.99276	2.63999E-05	2.57375E-19	1.606484182	0.006512379
740	0.005	0.9931	2.39704E-05	2.57027E-19	1.604313258	0.006201292
741	0.004	0.99345	2.15927E-05	2.5668E-19	1.602148193	0.005881724
742	0.004	0.99383	1.91526E-05	2.56334E-19	1.599988963	0.005535701
743	0.004	0.99422	1.68013E-05	2.55989E-19	1.597835546	0.005181287
744	0.004	0.99462	1.45505E-05	2.55645E-19	1.595687918	0.004818509
745	0.004	0.99503	1.24121E-05	2.55302E-19	1.593546055	0.004447394
746	0.003	0.99545	1.03986E-05	2.5496E-19	1.591409934	0.00406797
747	0.003	0.99588	8.52231E-06	2.54618E-19	1.589279532	0.003680263
748	0.003	0.99632	6.79621E-06	2.54278E-19	1.587154827	0.003284302
749	0.003	0.99675	5.29847E-06	2.53939E-19	1.585035795	0.002897976
750	0.003	0.99719	3.95918E-06	2.536E-19	1.582922414	0.002503411
751	0.003	0.99763	2.81512E-06	2.53262E-19	1.580814661	0.002109546
752	0.003	0.99808	1.84675E-06	2.52926E-19	1.578712514	0.001707478
753	0.002	0.99852	1.09682E-06	2.5259E-19	1.576615951	0.001315017
754	0.002	0.99895	5.51829E-07	2.52255E-19	1.574524948	0.000932132
755	0.002	0.99938	1.92319E-07	2.51921E-19	1.572439484	0.000549919
756	0.002	0.9998	2.0004E-08	2.51587E-19	1.570359538	0.000177238
757	0.002	1.00021	2.20454E-08	2.51255E-19	1.568285087	0.000185939
758	0.002	1.0006	1.79892E-07	2.50923E-19	1.566216109	0.000530801
759	0.002	1.00099	4.89565E-07	2.50593E-19	1.564152583	0.000875074
760	0.002	1.00137	9.37166E-07	2.50263E-19	1.562094488	0.001209935
761	0.002	1.00173	1.49387E-06	2.49934E-19	1.560041801	0.001526595
762	0.001	1.00207	2.13802E-06	2.49606E-19	1.557994502	0.001825111

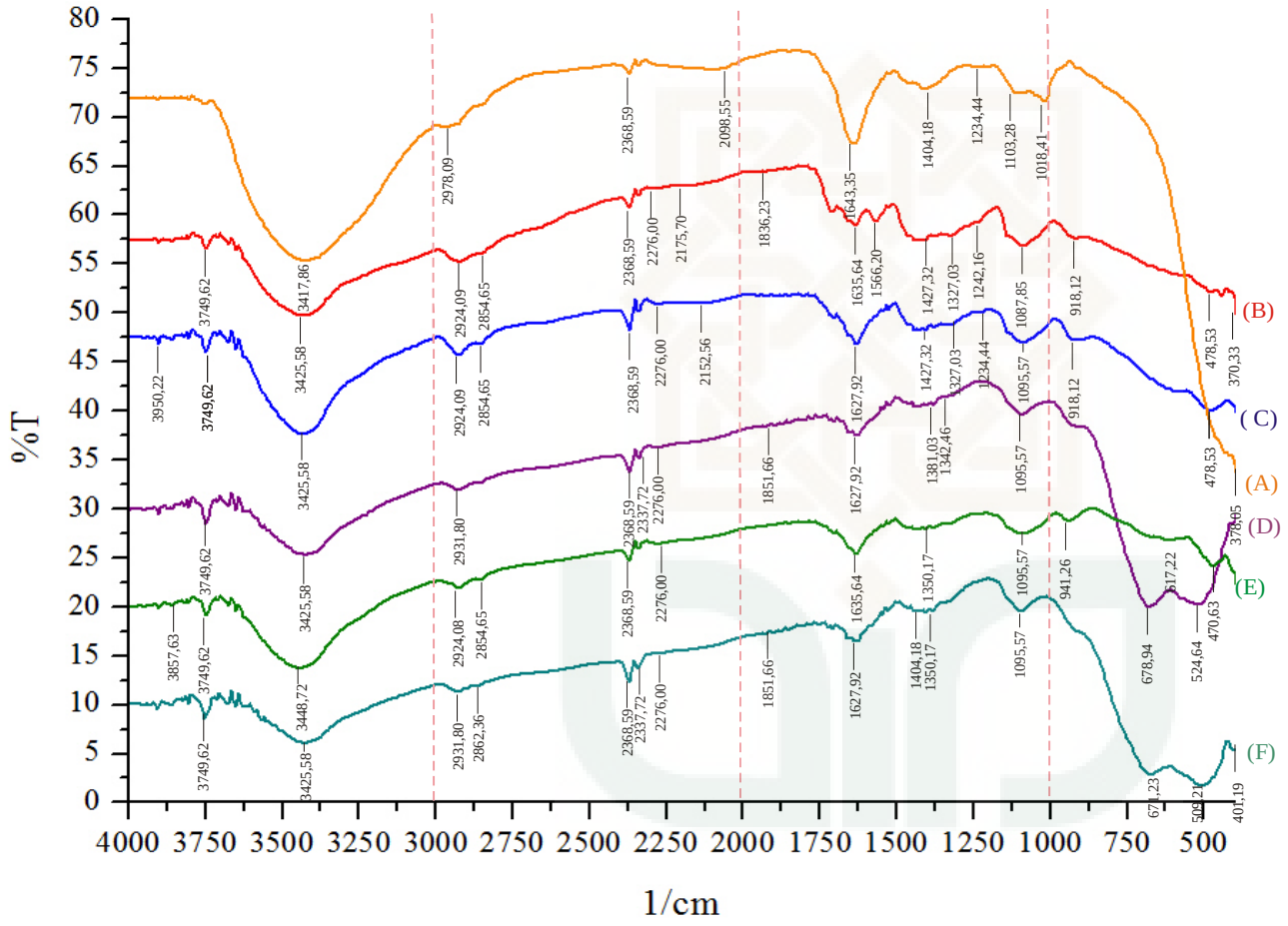
763	0.001	1.00239	2.84924E-06	2.49279E-19	1.55595257	0.002105536
764	0.001	1.00271	3.66213E-06	2.48953E-19	1.553915983	0.002385505
765	0.001	1.003	4.48654E-06	2.48627E-19	1.55188472	0.002638673
766	0.001	1.00327	5.32902E-06	2.48303E-19	1.549858761	0.002873888
767	0.001	1.00353	6.20853E-06	2.47979E-19	1.547838084	0.003099969
768	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.47656E-19	1.54582267	0.00330818
769	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.47334E-19	1.543812498	0.003306028
770	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.47013E-19	1.541807546	0.00330388
771	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.46693E-19	1.539807796	0.003301737
772	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.46373E-19	1.537813226	0.003299598
773	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.46054E-19	1.535823817	0.003297463
774	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.45736E-19	1.533839549	0.003295332
775	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.45419E-19	1.531860401	0.003293206
776	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.45103E-19	1.529886354	0.003291083
777	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.44788E-19	1.527917388	0.003288964
778	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.44473E-19	1.525953484	0.00328685
779	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.44159E-19	1.523994622	0.00328474
780	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.43846E-19	1.522040783	0.003282633
781	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.43534E-19	1.520091947	0.003280531
782	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.43223E-19	1.518148096	0.003278433
783	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.42912E-19	1.516209209	0.003276339
784	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.42602E-19	1.514275269	0.003274249
785	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.42293E-19	1.512346256	0.003272163
786	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.41985E-19	1.510422151	0.00327008
787	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.41677E-19	1.508502936	0.003268002
788	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.41371E-19	1.506588592	0.003265928
789	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.41065E-19	1.504679101	0.003263858

790	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.40759E-19	1.502774444	0.003261791
791	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.40455E-19	1.500874603	0.003259729
792	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.40152E-19	1.498979559	0.00325767
793	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.39849E-19	1.497089295	0.003255615
794	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.39547E-19	1.495203792	0.003253565
795	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.39245E-19	1.493323032	0.003251518
796	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.38945E-19	1.491446998	0.003249475
797	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.38645E-19	1.489575672	0.003247435
798	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.38346E-19	1.487709036	0.0032454
799	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.38048E-19	1.485847072	0.003243369
800	0.001	1.00377	7.07976E-06	2.3775E-19	1.483989763	0.003241341

Grafik energi gap TiO_2



Lampiran 4. Data pengujian FT-IR



Keterangan:

A. Ektrsk krokot

B. Lapis Tipis TiO_2

C. Lapis tipis-TiO_2-*dye* 1 Jam

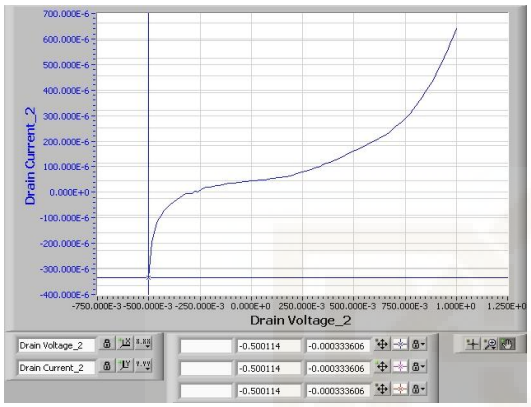
D. Lapis tipis TiO_2-*dye* 8 Jam

E. Lapis Tipis TiO_2-*dye* 18 Jam

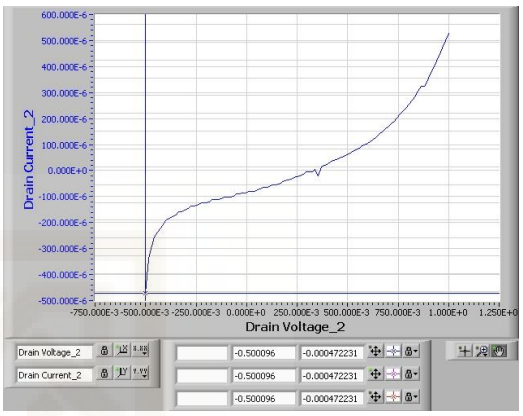
F. Lapis tipis TiO_2-*dye* 26 Jam

Lampiran 5. Data pengujian arus dan tegangan dengan I-V meter *keithley* 2400

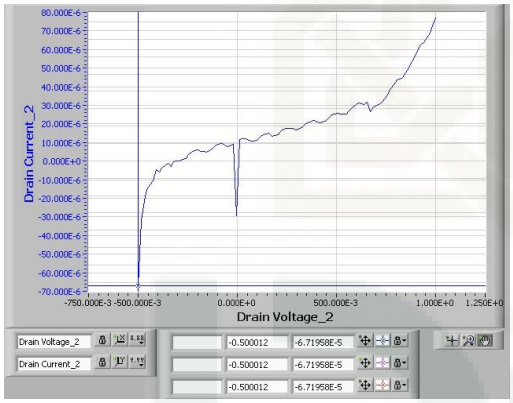
TiO_2 lapis tipis gelas



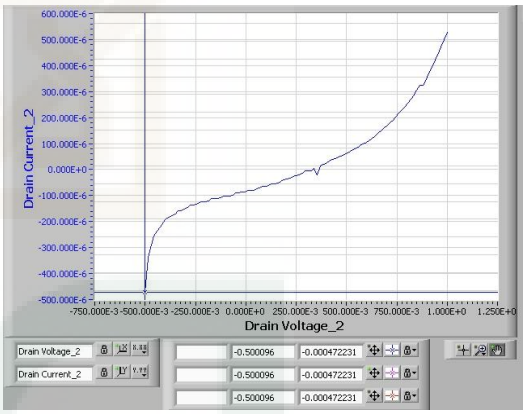
TiO_2 lapis tipis terang



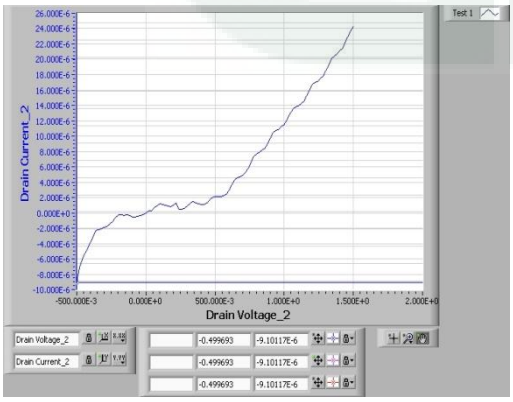
TiO_2-*dye* 1 jam gelap



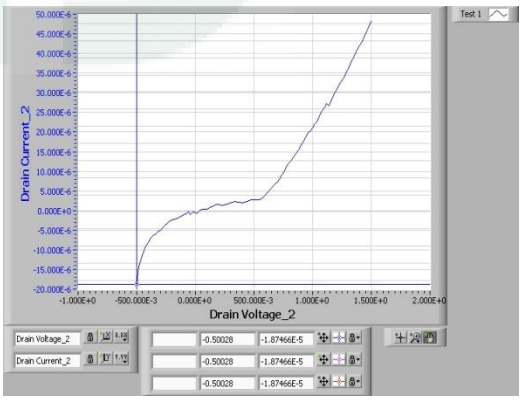
TiO_2-*dye* 1 jam terang



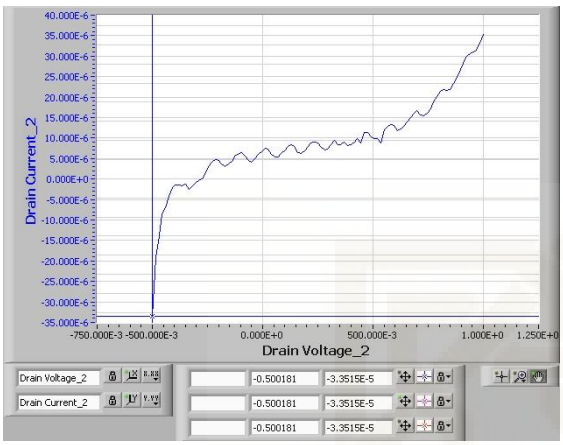
TiO_2-*dye* 8 Jam Gelap



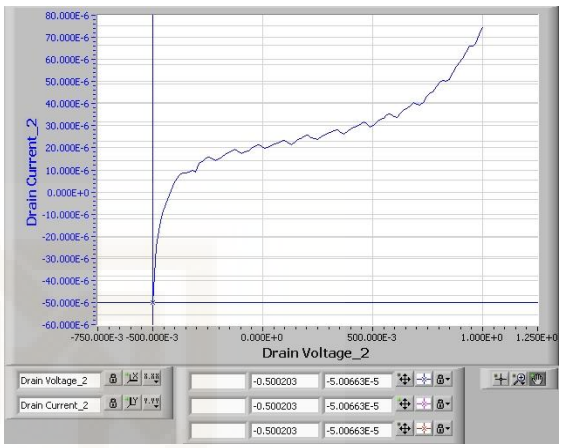
TiO_2-*dye* 8 Jam Terang



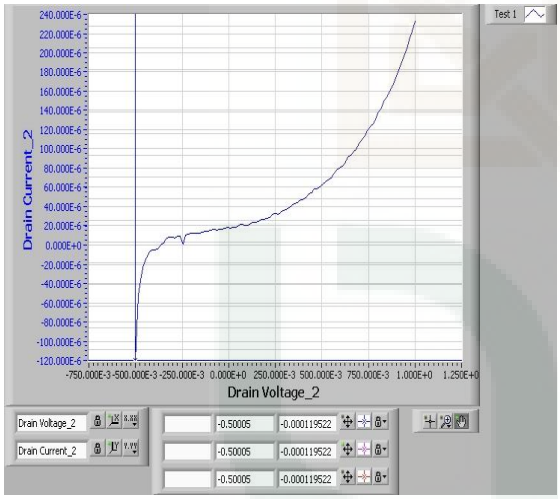
TiO_2-*dye* 18 jam gelap



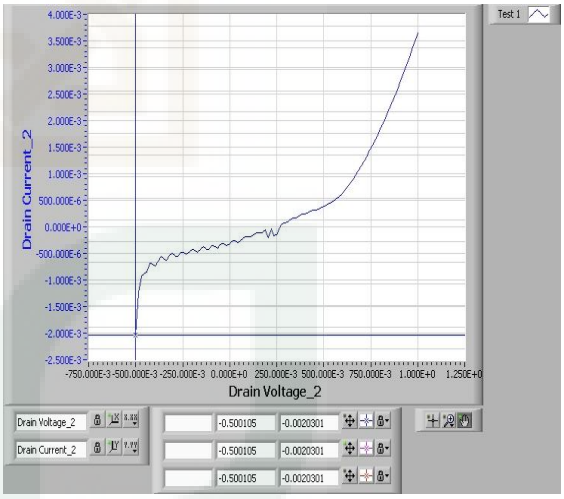
TiO_2-*dye* 18 jam terang



TiO_2-*dye* 26 Jam Gelap

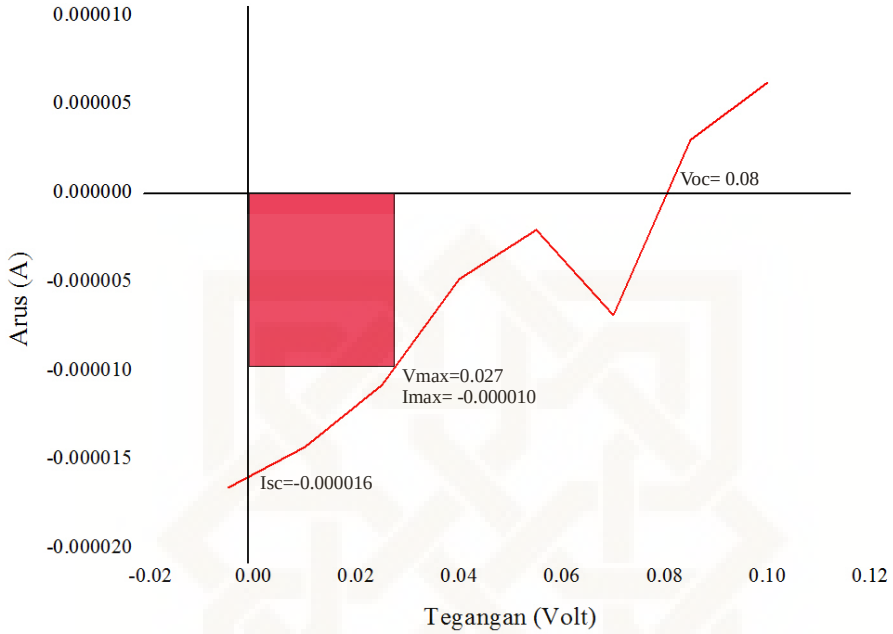


TiO_2-*dye* 26 Jam Terang



Lampiran 6.Perhitungan *Fill Factor* Dan Efisiensi DSSC

Lapis Tipis TiO_2



$$FF = \frac{Vmax \times Imax}{Voc \times Isc}$$

$$= \frac{0.027 \times 0.000010}{0.08 \times 0.000016}$$

$$= 0.2109375$$

$$\eta = \frac{Pmax}{Pin \times A} \times 100\%$$

$$= \frac{Voc \times Isc \times FF}{Pin \times A} \times 100\%$$

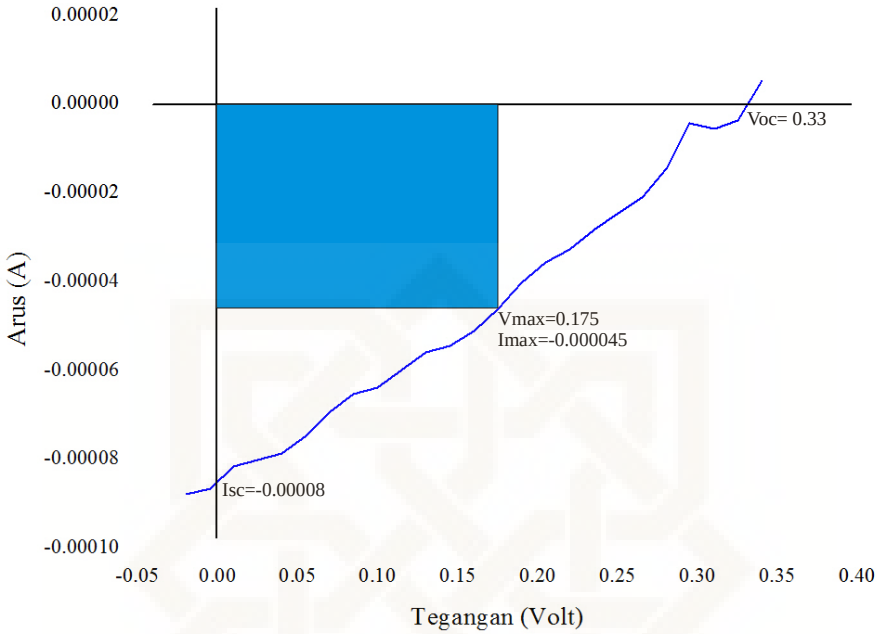
$$= \frac{0.08 \times 0.000016 \times 0.2109375}{1000 \times 0.000414} \times 100\%$$

$$= \frac{0.00000027}{0.414} \times 100\%$$

$$= 6.52174 \times 10^{-7} \times 100\%$$

$$= 6.52174 \times 10^{-5}\%$$

TiO_2-*dye* 1 Jam



$$FF = \frac{Vmax \times Imax}{Voc \times Isc}$$

$$= \frac{0.175 \times 0.000045}{0.33 \times 0.00008}$$

$$= 0.298295455$$

$$\eta = \frac{Pmax}{Pin \times A} \times 100\%$$

$$= \frac{Voc \times Isc \times FF}{Pin \times A} \times 100\%$$

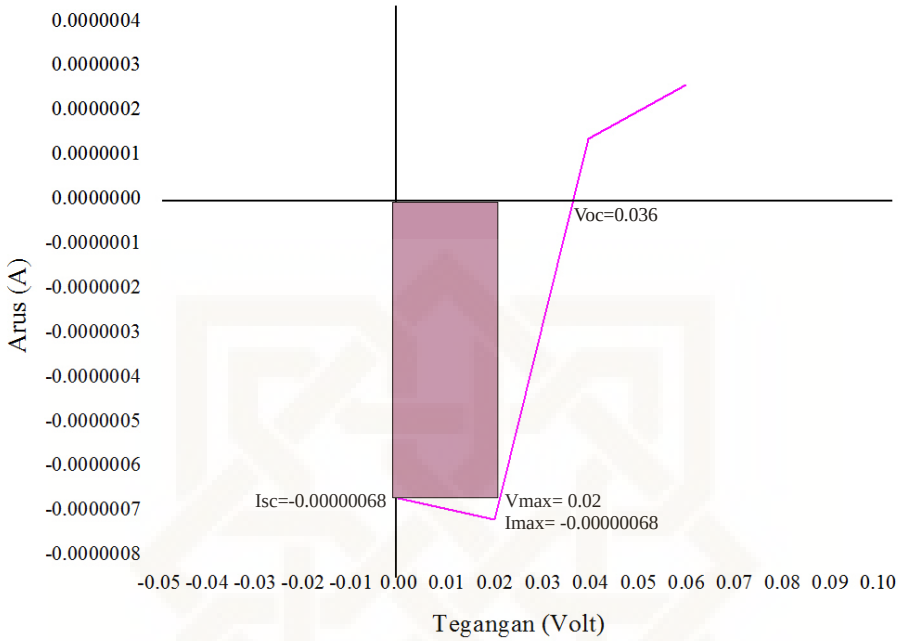
$$= \frac{0.33 \times 0.00008 \times 0.298295455}{1000 \times 0.000414} \times 100\%$$

$$= \frac{0.000007875}{0.414} \times 100\%$$

$$= 1.90217 \times 10^{-5} \times 100\%$$

$$= 1.90217 \times 10^{-3}\%$$

TiO_2-*dye* 8 Jam



$$FF = \frac{Vmax \times Imax}{Voc \times Isc}$$

$$= \frac{0.02 \times 0.00000068}{0.036 \times 0.00000068}$$

$$= 0.55555556$$

$$\eta = \frac{Pmax}{Pin \times A} \times 100\%$$

$$= \frac{Voc \times Isc \times FF}{Pin \times A} \times 100\%$$

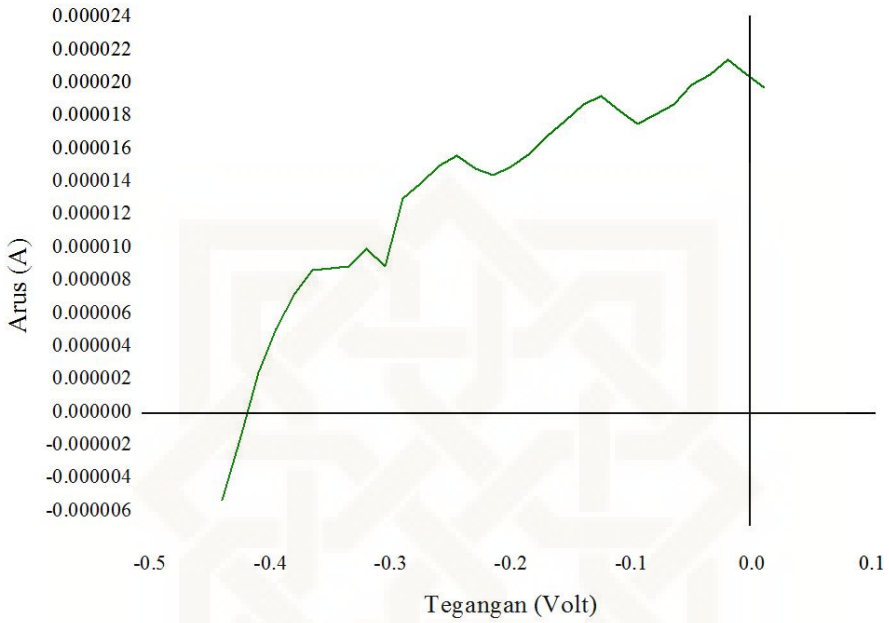
$$= \frac{0.036 \times 0.00000068 \times 0.00000006}{1000 \times 0.000414} \times 100\%$$

$$= \frac{1.36 \times 10^{-8}}{0.414} \times 100\%$$

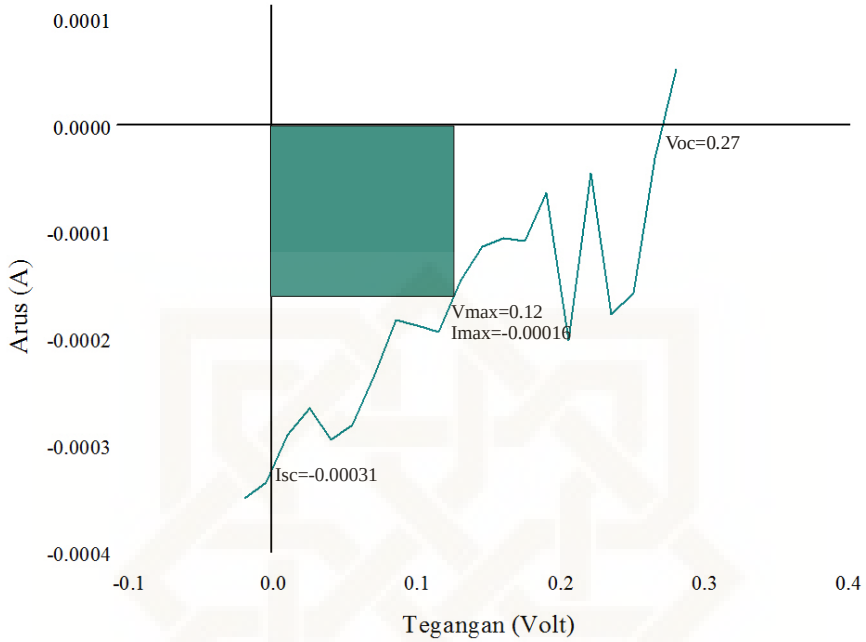
$$= 3.2850 \times 10^{-8} \times 100\%$$

$$= 3.2850 \times 10^{-6}\%$$

TiO_2-*dye* 18 Jam



TiO_2-*dye* 26 Jam



$$FF = \frac{Vmax \text{ x } Imax}{Voc \text{ x } Isc}$$

$$= \frac{0.12 \text{ x } 0.00016}{0.27 \text{ x } 0.00031}$$

$$= 0.22939068$$

$$\eta = \frac{Pmax}{Pin \; x \; A} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{Voc \text{ x } Isc \text{ x } FF}{Pin \text{ x } A} \text{ x}100\%$$

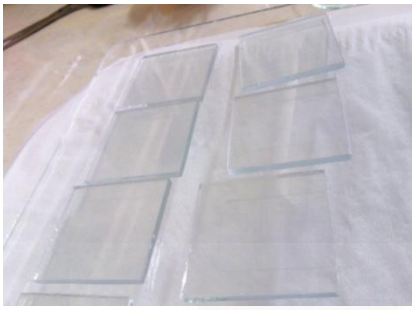
$$= \frac{0.27 \text{ x } 0.00031 \text{ x } 0.22939068}{1000 \; x \; 0.000414} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{0.0000192}{0.414} \text{ x } 100\%$$

$$= 4.63768 \text{ x } 10^{-5} \text{ x } 100\%$$

$$= 4.63768 \text{ x } 10^{-3}\%.$$

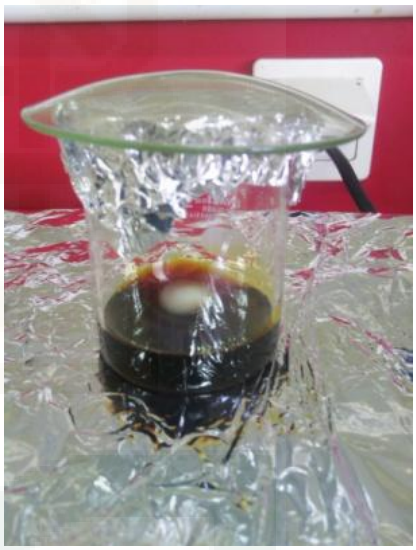
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Plat Kaca ITO

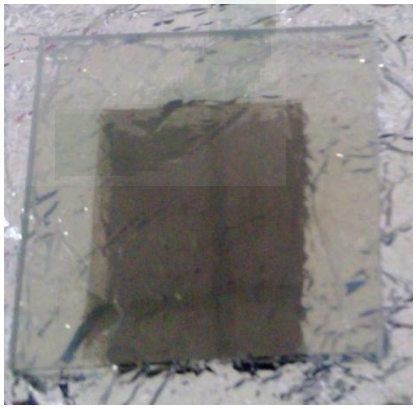
Gambar 2. Pembersihan kaca dengan *Ultrasonic cleaner*

Gambar 3. Maserat krokot



Gambar 4. Larutan elektrolit

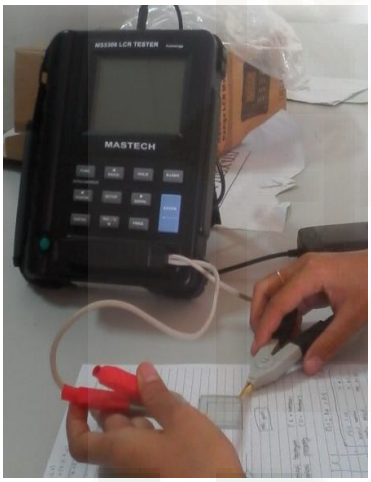
Gambar 5. Elektroda Kerja



Gambar 6. Elektroda Lawan

Gambar 7. Pembuatan pasta TiO_2 dengan Proses Sonikasi

Gambar 8. I-V meter Keithley



Gambar 9. Mengukur Hambatan Kaca dengan MS5308 LCR *digital bridge meter*

Gambar 10. Rangkaian DSSC

Gambar 11. Proses P

Gambar 12. Krokot