

**PENGARUH KONSENTRASI INISIATOR 2-HIDROKSI-
2-METIL-FENIL PROPANON TERHADAP SIFAT
KONDUKTIVITAS DAN KARAKTERISTIK
KOMPOSIT POLIMER KOLESTERIL
AKRILAT-ITO**

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**



Ahmad Zaini Assidiqih

3325130962

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2017**

ABSTRAK

AHMAD ZAINI ASSIDIQIH. Pengaruh Konsentrasi Inisiator 2-Hidroksi-2-Metil FenilPropanon terhadap Sifat Konduktivitas dan Karakteristik Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO, dibawah bimbingan oleh AFRIZAL, ARIF RAHMAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan sifat konduktivitas komposit polimer kolesteril akrilat-*indium tin oxide* (PKA-ITO). Pembuatan komposit PKA-ITO menggunakan metode UV curing dengan konsentrasi inisiator 2-Hidroksi-2-Metil FenilPropanon (darocur 1173) yaitu 0; 0,125; 0,250; 0,375; 0,500; 0,625 % V/V. Komposit PKA-ITO dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, SEM dan LCR Meter. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang antara spektrum FTIR komposit PKA-ITO dan spektrum FTIR kolesteril akrilat (KA) murninya. Hal tersebut menunjukkan adanya interaksi antara polimer kolesteril akrilat dengan *indium tin oxide* (ITO). Berdasarkan pola difraksi XRD terdapat puncak dengan intensitas tinggi pada $2\theta=30^\circ$ yang merupakan puncak khas ITO dan terdapat puncak pada $2\theta=7^\circ$ yang merupakan puncak kolesteril akrilat-ITO. Semakin besar konsentrasi inisiator maka ITO dan PKA mulai bercampur dan terlihat morfologi permukaan dengan bentuk bulat-bulat yang membesar dan mengumpul. Data LCR Meter menunjukkan bahwa nilai konduktivitas komposit PKA-ITO tanpa inisiator lebih kecil jika dibandingkan dengan ditambahkan inisiator. Nilai konduktivitas berbanding lurus dengan nilai permitivitas komposit PKA-ITO.

Kata kunci. *Kolesteril Akrilat, ITO, Inisiator Darocur 1173, Fotopolimerisasi, Karakteristik dan Konduktivitas*

ABSTRACT

AHMAD ZAINI ASSIDIQIH. Influence of Initiator Concentration 2-Hydroxy-2-Methyl PhenylPropanone to Conductivity Properties and Characteristics of Cholesteryl Acrylate Polymer-ITO Composite. Under supervised by AFRIZAL, ARIF RAHMAN








This study aims to determine the characteristic and conductivity properties of cholesteryl acrylate polymer-indium tin oxide (PKA-ITO) composite. Composite making of PKA-ITO using UV Curing method with concentration of initiator 2-Hydroxy-2-Methyl PhenylPropanone (Darocure 1173) that is 0; 0,125; 0,250; 0,375; 0,500; 0,625 % V/V. the PKA-ITO composite is characterized by FTIR, XRD, SEM and LCR Meter. The FTIR characterization results show a shift of wave numbers between the PKA-ITO composite FTIR spectrum and its pure cholesteryl acrylate (KA) FTIR spectrum. This suggests an interaction between the cholesteryl acrylate polymer and indium tin oxide (ITO). Based on the XRD diffraction pattern there is a high intensity peak at $2\theta=30^\circ$ which is the typical peak of ITO and there is a peak at $2\theta=7^\circ$ which is the peak of the cholesteryl acrylate-ITO. The greater the initiator concentration the ITO and PKA begin to mix and look at the morphology of the surface with enlarged. The LCR Meter data show that the conductivity value of the PKA-ITO composite without the initiator is smaller when compared with the addition of the initiator. The conductivity value is directly proportional to the composite permittivity value of PKA-ITO.

Keywords. *Cholesteryl acrylate, ITO, Initiator darocure 1173, Photopolymerization, Characteristics, and Conductivity*

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH KONSENTRASI INISIATOR 2-HIDROKSI-2-METIL-FENILPROPANON TERHADAP SIFAT KONDUKTIVITAS DAN KARAKTERISTIK KOMPOSIT POLIMER KOLESTERIL AKRILAT-ITO

Nama Mahasiswa : Ahmad Zaini Assidiqih
No Registrasi : 3325130962
Program Studi : Kimia

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab		21/8 ²⁰¹⁷
Dekan : <u>Prof. Dr. Suyono, M.Si</u> NIP 19671218 199303 1 005	
Wakil Penanggung Jawab		21/8 ²⁰¹⁷
Wakil Dekan I : <u>Dr. Muktiningsih N., M.Si</u> NIP 19640511 198903 2 001	
Ketua		15/8 ²⁰¹⁷
: <u>Dr. Yusmaniar, M.Si</u> NIP 19620626 199602 2 001	
Sekretaris		15/8 ²⁰¹⁷
: <u>Dra. Tritiyatma H., M.Si</u> NIP 19611225 198701 2 001	
Anggota Penguji		15/8 ²⁰¹⁷
: <u>Dr. Setia Budi, M.Sc</u> NIP 19790621 100501 1 001	
Pembimbing I		16/8 ²⁰¹⁷
: <u>Dr. Afrizal, M.Si</u> NIP 19730416 199903 1 002	
Pembimbing II		16/8 ²⁰¹⁷
: <u>Arif Rahman, M.Sc</u> NIP 19790216 200501 1 003	

Dinyatakan lulus ujian skripsi pada tanggal : 9 Agustus 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Pengaruh konsentrasi 2-metil-2-hidroksi fenilpropanon terhadap sifat konduktivitas dan karakteristik komposit polimer kolesteril akrilat-ITO”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Kimia Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 1 Agustus 2017



Ahmad Zaini Assidiqih

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT tuhan semesta alam yang segalanya akan tunduk kepadaNYA karena atas rahmat, ridho dan pertolonganNYA semua urusan dan segala kesulitan Dia tundukkan dan Dia beri segala kemudahan dibalik semuanya. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya yang setia hingga akhir zaman. Dialah suri tauladan dan panutanku yang selalu memberikan bimbingan kehidupan di dunia agar selalu berada dalam jalan kebenaranNya dan menjadikan indahnya kehidupan di akhirat kelak.

Terima kasih untuk **kedua orang tua** yang selalu memberikan perhatian dan selalu kubanggakan dikala aku menghadapi masa-masa transisi menuju pendewasaan. **Mama dan yayah** yang telah memberikan kasih sayang, semangat, dan doa sehingga aku dapat menyelesaikan skripsi ini. Walaupun skripsi ini tidak dapat menggantikan segalanya yang kalian berikan kepadaku, namun aku selalu berdoa agar mama dan yayah selalu ditinggikan derajatnya dihadapan Allah SWT dan aku akan berusaha untuk membuat kalian bahagia.

Terima kasih untuk **Bapak Afrizal** dan **Bapak Arif Rahman** yang selalu sabar dalam membimbingku meskipun aku memiliki banyak kekurangan dalam hal pengetahuan. Terima kasih kepada ibu yusmaniar yang selalu memberikan motivasi kepada aku dan seluruh mahasiswa kimia 2013. Terima kasih kepada semua dosen prodi kimia UNJ yang telah mengajari dan memberikan ilmunya kepadaku. Semoga aku dapat membalas jasa dan membanggakan mereka.

Terima kasih untuk kakak-kakak dari Kimia 2011 dan Kimia 2012 (**Kak Esti, Kak Friday, Kak Baha dan Kak Yafie**) yang sudah memberikan motivasi, semangat dan ilmu. Tak hanya itu, mereka juga

selalu mendengarkan suka dan duka ku selama penelitian dan selalu memberikan saran yang mendidik. Semoga berkah ya kak ilmunya, sukses terus kakak.

Teman seperjuanganku, **Lingar Aji Panggestu**. Terima kasih karna selalu mendukungku, menolongku dan selalu memberikan semangat. Perjuangan dari awal masuk kuliah dikimia UNJ sampai yang penelitian dan siding skripsi pun kita selalu bersama. Banyak suka dan duka selama kuliah dikimia UNJ, peneltian dan ngerjain skripsi dilalui sama anak satu ini. Aku hanya bisa mengucapkan terima kasih dan berdoa yang terbaik untukmu. Terima kasih sudah menjadi saudaraku dan aku senang bisa berkerja sama denganmu.

Terima kasih kepada boys chem 2013 (**Rio, Rafly, Febri, Erlan, Bail**) yang selalu memberikan senyum kebahagiaan dan motivasi kepadaku. Terima kasih kepada **Ratih, Nopa, Geta, Kanza, Brili dan Rini** yang telah memberikan keseruan, senyum kebahagiaan dan arti dari perkuliahan di Kimia UNJ. Terima kasih **KALIAN SEMUA** sudah memberikan warna-warna yang indah pada selemba kertas kosong yang ada didiriku yang menjadikan ukhuwah kita menjadi lebih kuat. Semoga kita bisa sukses pada jalan kita masing-masing. sukses guys, **SEMANGAT !!!**

Teman-teman kimia 2013 kuucapkan terimakasih atas kenangan yang telah kita buat, Uyung, Fuji, Zentika, Adit K, Firoh, Yuki, Nurjay, Delia, Anis Marsela, Ilma, Nadia, Tia, Tuti, April, Maryanti, Vera, Nurul, Sari, Cyntia, Ines, Hilda, Ayu, Mei, yang selalu menemani dan membuat perkuliahan menyenangkan. Sukses untuk kita semua gens. Semoga Allah SWT memberikan rizki, nikmat, dan hidayah kepada kita semua. Amin..

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai dari sesuatu urusan, tetaplah berkerja keras untuk urusan yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap” Al-Insyirah: 6-8

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat, karunia, serta taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Konsentrasi Inisiator 2-Hidroksi-2-Metil-FenilPropanon terhadap sifat konduktivitas dan karakteristik komposit polimer kolesteril akrilat-ITO”. Selama penulisan skripsi ini tidak sedikit hambatan yang dialami namun dapat terselesaikan dengan baik berkat doa, kerja keras, dan kesungguhan hati serta bantuan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Afrizal, M.Si dan bapak Arif rahman, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini, ibu Dr. Yusmaniar, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia yang telah memberikan arahan dan motivasi selama masa studi, seluruh dosen dan staf Progam Studi Kimia FMIPA UNJ yang telah banyak membantu selama pembelajaran di perkuliahan ini, serta orang tua tercinta dan adik yang telah mendoakan dan memberikan dukungan agar penulis dapat menyelesaikan proposal ini, dan tidak lupa teman-teman kimia 2013 yang senantiasa selalu mendukung.

Penulis telah berusaha sebaik-baiknya untuk membuat skripsi ini sampai selesai. Namun, skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Jakarta, 27 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
A. Kolesteril Akrilat.....	4
B. Metode UV Curing.....	5
C. Peran Inisiator	7
D. Polimerisasi Radikan Bebas	10
E. Indium Tin Oxide (ITO).....	14
F. Komposit.....	16
G. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR).....	17
I. Scanning Electron Microscopy (SEM)	18
J. X-Ray Diffraction (XRD)	19
K. LCR Meter	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
A. Waktu dan Tempat Penelitian	23
B. Metode Penelitian.....	23
C. Teknik Pengumpulan Data dan Teknik Analisa Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29

A. Sintesis Monomer Kolesteril Akrilat	29
B. Fotopolimerisasi dan Karakterisasi Komposit PKA-ITO	35
3. Sifat Konduktivitas dan Permittivitas Komposit PKA-ITO.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
DAFTAR LAMPIRAN.....	58

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Jenis Inisiator dengan Tipe Reaksinya	9
Tabel 2. Perbandingan Sifat Film ITO Berdasarkan Teknik Pembuatannya.	14
Tabel 3. Daftar Beberapa Dopan untuk Polimer Kristal Cair	15
Tabel 4. Spektrum Serapan IR Senyawa ABB.....	31
Tabel 5. Puncak Serapan Spektrum <i>InfraRed</i> Sampel Kolesteril Akrilat.	34
Tabel 6. Spektrum Inframerah Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO.....	39
Tabel 7. Nilai Konduktivitas dan Konstanta dielektrik Komposit PKA-ITO.	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Senyawa ABB, Kolesterol dan Kolesteril Akrilat.	4
Gambar 2. Analisis Monomer Kolesteril Akrilat dengan POM.....	5
Gambar 3. Reaksi Fotopolimerisasi	6
Gambar 4. Mekanisme UV Curing (Riswoko, 2010)	6
Gambar 5. Reaksi Inisiasi Pada Inisiator dengan Metode UV Curing.....	8
Gambar 6. Struktur kimia inisiator darocure 1173.....	8
Gambar 7. Reaksi Norrish I dan Norrish II.....	10
Gambar 8. Mekanisme Reaksi Inisiasi.....	11
Gambar 9. Mekanisme Reaksi Propagasi.....	12
Gambar 10. Mekanisme Reaksi Terminasi.	13
Gambar 11. Skema Alat Spektroskopi FTIR.	17
Gambar 12. Spektrum FTIR Kolesteril Akrilat, Polimer Kolesteril Akrilat.....	18
Gambar 13. Skema prinsip kerja <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	19
Gambar 14. XRD Polimer Kolesteril Metakrilat dan p-Akriloyloksi Benzoat.....	20
Gambar 15. Difraksi sinar X oleh atom-atom pada bidang kristal	21
Gambar 16. Alat Instrumen LCR HiSTESTER HIOKI 3522.....	22
Gambar 17. Rancangan alat UV Curing	26
Gambar 18. Reaksi Etil p-Hidroksi Benzoat dengan Klorobutil Asetat	30
Gambar 19. Persamaan Reaksi Pembentukan ABB.....	30
Gambar 20. Spektrum IR Prekursor ABB Hasil Sintesis.....	32
Gambar 21. Persamaan Reaksi Monomer Kolesteril Akrilat.....	33
Gambar 22. Spektrum FTIR Kolesteril Akrilat	35
Gambar 23. Spektrum FTIR Monomer KA, Komposit PKA-ITO dan ITO.....	38
Gambar 24. Spektrum FTIR Komposit PKA-ITO.....	40
Gambar 25. Pola Difraksi XRD Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO.....	42
Gambar 26. Morfologi Permukaan Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO....	43
Gambar 27. Grafik Nilai Konduktivitas dan Nilai Relativitas.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Sintesis Prekursor Asam Akrioloiloksi Butiloksi Benzoat (ABB)	58
2. Prosedur Sintesis Kolesteril Akrilat	60
3. Fotopolimerisasi Kolesteril Akrilat dengan Metode <i>UV Curing</i>	61
4. Karakterisasi Sampel Polimer Kolesteril Akrilat	62
5. Perhitungan Rendemen Produk Kristal Cair Kolesteril Akrilat	63
6. Perhitungan Nilai Konduktivitas (σ) dan Permittivitas Relatif (ϵ)	64
7. Grafik Nilai Konduktivitas dan Permittivitas	66
8. Spektrum IR Monomer Kolesteril Akrilat	67
9. Spektrum IR ITO (<i>Indium Tin Oxide</i>)	67
10. Spektrum IR Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO	68
11. Hasil Uji LCR Meter	71
12. Pola Difraksi XRD Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO	77
13. Data <i>Sheet</i> ITO (<i>Indium Tin Oxide</i>)	84
14. Dokumentasi Penelitian	85

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kristal cair merupakan material yang mempunyai keteraturan struktur molekul seperti kristal namun molekulnya dapat bergerak bebas seperti cairan. Kemajuan teknologi menjadikan kristal cair mempunyai peranan penting pada aplikasi elektro-optis diantaranya *liquid crystal display* (LCD), jam digital, dan sensor pendeteksi untuk daerah rawan radiasi (Riswoko,2010). Hal tersebut dikarenakan kristal cair mempunyai berat molekul yang ringan, mudah diperoleh dengan biaya produksi yang murah, ramah lingkungan dan selektif terhadap cahaya (Kingsley, 2008).

Kolesteril akrilat merupakan salah satu jenis kristal cair fasa kolesterik yang mempunyai keunggulan dapat mempolarisasikan cahaya karena mempunyai struktur yang berbentuk heliks. Berdasarkan penelitian Lin *et al* (2014), fasa kolesterik mempunyai kelebihan jika dibandingkan dengan fasa nematik dan smetik yaitu dapat mengubah energi cahaya menjadi energi panas dengan perubahan panjang *pitch* yang bergantung pada panjang gelombang yang diserap. Untuk mempertahankan bentuk struktur heliks kolesteril akrilat dilakukan polimerisasi dengan cara insitu.

Metode yang dapat digunakan selain polimerisasi insitu adalah metode polimerisasi *thermal bulk*, polimerisasi radikal dengan teknik RAFT (Yuxiang, 2009) dan polimerisasi insitu dengan metode UV Curing (Riswoko, 2010). Berdasarkan penelitian Riswoko (2010), monomer kolesteril akrilat berhasil dilakukan polimerisasi insitu menggunakan metode UV curing dengan hasil material monomer kolesteril akrilat menjadi transparan. Polimerisasi insitu dengan metode uv curing mempunyai keunggulan yaitu prosesnya yang sederhana, membutuhkan biaya yang relatif murah, dan tidak membutuhkan pelarut yang banyak.

Fotopolimerisasi terjadi ketika senyawa radikal dihasilkan oleh penyerapan sinar ultraviolet (UV) oleh inisiator. Inisiator adalah zat aditif yang ditambahkan pada saat memulainya proses polimerisasi dengan cepat untuk mencapai produk akhir. Inisiator yang digunakan yaitu inisiator 2-hidroksi-2-metil-fenilpropanon (darocur 1173) dikarenakan inisiator darocur 1173 berkerja pada daerah serapan sinar UV pada panjang gelombang 245nm-375nm (Danu Sugiarto *et al*, 2010). Inisiator darocur 1173 akan terpapar energi radiasi ultraviolet dan mengalami pemutusan ikatan C-C secara homolitik sehingga menghasilkan spesi radikal yang tidak bermuatan (Decker, 2010). Ketika konsentrasi inisiator rendah, energi UV tidak terpakai secara efisien dan jumlah radikal yang terbentuk terlalu sedikit (Danu Sugiarto *et al*, 2010). Ketika konsentrasi inisiator semakin besar terjadi kelebihan radikal dibanding bagian yang reaktif. Dengan demikian, radikal tidak mampu lagi memacu reaksi polimerisasi dengan cepat. Pada keadaan ini, reaksi terminasi lebih dominan dan membentuk polimer dengan berat molekul yang rendah (Danu Sugiarto *et al*, 2010).

Salah satu cara untuk meningkatkan sifat polimer dengan dijadikannya komposit, Hal tersebut dapat meningkatkan sifat polimer seperti sifat mekanik, lebih ringan, kuat, tahan lama dan konduktivitasnya. Untuk meningkatkan konduktivitas polimer kolesteril akrilat dengan cara dicampurkannya dengan *Indium Tin Oxide* (ITO). Oksida konduktif yang mempunyai nilai konduktivitas sebesar 567 S/m adalah ITO (Irzaman *et al*, 2010) dan memiliki sifat optis yang dapat meneruskan cahaya (Jejeoung, 2012). Selain itu, kristal cair fasa nematik dicampur dengan ITO dapat menurunkan nilai permitivitas dari $7,73 \times 10^{11}$ menjadi $1,21 \times 10^{11} \Omega/m$ (Liang *et al*, 2013).

Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan variasi konsentrasi inisiator darocur 1173 pada komposit polimer kolesteril akrilat-ITO rentang suhu 70-80°C dengan metode uv curing. Hasil komposit polimer kolesteril akrilat-ITO akan dikarakterisasi menggunakan beberapa instrumen yaitu FTIR (*Fourier Transform Infrared*), SEM (*Scanning electron Microscopy*), XRD (*X-Ray Diffraction*), dan LCR Meter.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, maka perumusan masalahnya yaitu “Bagaimana sifat konduktivitas komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan variasi konsentrasi inisiator darocur 1173 dan karakteristik komposit polimer kolesteril akrilat-ITO ?”

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan komposit polimer kolesteril akrilat-ITO menggunakan metode UV Curing, mengetahui karakteristik komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dan mengetahui pengaruh konsentrasi inisiator darocur 1173 terhadap sifat konduktivitas komposit polimer kolesteril akrilat-ITO.

D. Manfaat Penelitian

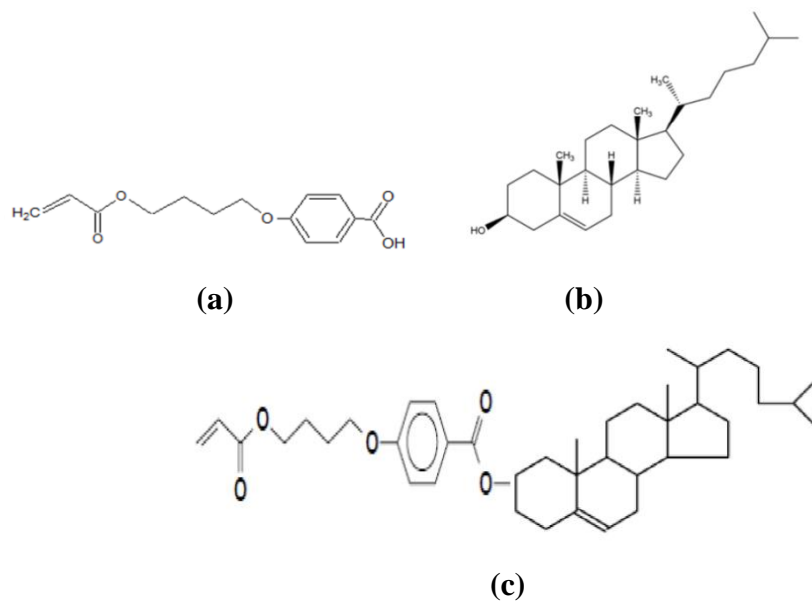
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sifat konduktivitas komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan variasi konsentrasi inisiator darocur 1173 dan karakteristik komposit polimer kolesteril akrilat-ITO yang di tinjau menggunakan beberapa alat instrumen. Hal tersebut dapat memberikan gambaran pengaplikasian komposit polimer kolesteril akrilat sebagai sensor.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kolesteril Akrilat

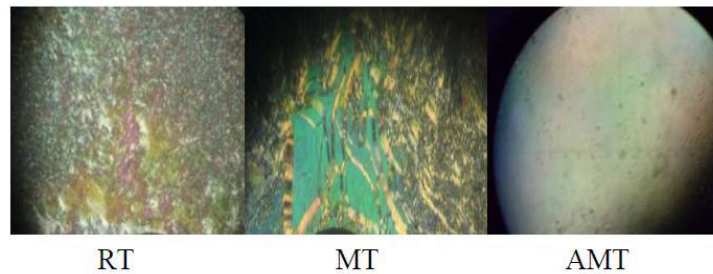
Kolesteril akrilat adalah kristal cair yang merupakan senyawa turunan kolesterol yang mempunyai fasa kolesterik. Pada fasa kolesterik senyawa kolesteril akrilat mempunyai struktur heliks yang dapat memantulkan cahaya secara selektif. Kolesteril akrilat disintesis dari kolesterol dan p-hydroxyphenyl-2-methyl butanoat (Prekursor Akrilat) dengan melalui tahap reaksi esterifikasi, gugus bebas alkohol dalam molekul kolesterol diikat dengan prekursor akrilat (Riswoko, 2010) sehingga terbentuk kolesteril akrilat yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Struktur senyawa (a) Prekursor Akrilat/p-Hidroksifenil-2-Metil Butanoat (b) Kolesterol (c) Kolesteril Akrilat (Afrizal, 2011).

Berdasarkan hasil analisis termal dengan DSC (*Differential Scanning Calorimetry*), diperoleh suhu monomer mesofasa kolesteril akrilat adalah 81,28°C. Berdasarkan analisis POM (*Polarized Optical Microscopy*) pada mesofasa monomer

kolesteril akrilat terlihat tekstur berminyak yang tampak seperti pipa yang membagi tekstur kristal. Ketika keadaan suhu tinggi (diatas suhu mesofasa) keadaan monomer berada pada *clear point*. *Clear Point* adalah temperatur terjadinya perubahan dari kristal cair menjadi keadaan isotropi (Afrizal, 2012). Hasil analisis POM menunjukkan kolesteril akrilat bergantung terhadap suhu dan dapat ditunjukkan pada gambar 2.

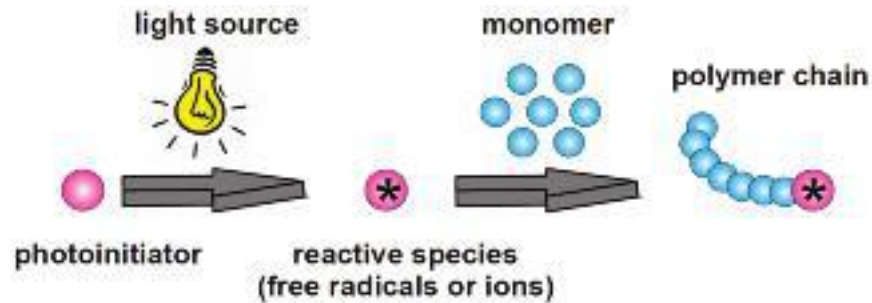


Gambar 2. Analisis monomer kolesteril akrilat dengan POM (RT: temperatur ruangan, MT: temperatur mesofasa, AMT: diatas temperatur mesofasa (Afrizal, 2012)).

Polimer kolesteril akrilat dapat terbentuk dari monomer kolesteril akrilat dengan reaksi polimerisasi radikal bebas. Polimer kolesteril akrilat termasuk golongan homopolimer, yaitu polimer yang terdiri dari monomer-monomer yang sama yaitu kolesteril akrilat. Polimer kolesteril akrilat disintesis melalui reaksi polimerisasi radikal bebas atau fotopolimerisasi dan memiliki fasa kristal cair kolesterik (Yuxiang Zhou, 2009).

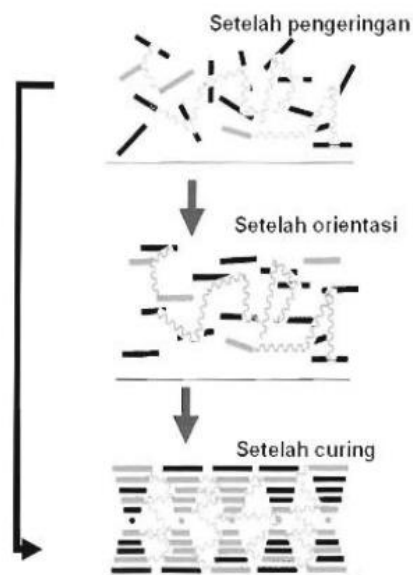
B. Metode UV Curing

Fotopolimerisasi secara insitu merupakan proses polimerisasi secara *bulk* yang mengedepankan fiksasi kondisi struktur molekul dengan bantuan energi dari cahaya atau gelombang radiasi. Untuk terjadinya proses polimerisasi radikal (proses Curing), maka diperlukan fotoinisiator yang akan berinisiasi menghasilkan radikal bebas yang dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Reaksi Fotopolimerisasi (Yagci *et al.*, 2010)

UV Curing adalah proses polimerisasi radikal dengan menggunakan sinar *ultraviolet* dengan intensitas yang tinggi. Metode UV curing membutuhkan sumber cahaya *ultraviolet* untuk mengarahkan ke produk yang telah diformulasikan. Fotoinisiator akan menyerap energi UV dari sumber cahaya dan mengatur reaksi kimia yang cepat dengan mengubah formulasi cair menjadi padat sehingga terbentuk sebuah material berupa film. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Mekanisme UV Curing (Riswoko, 2010)

Sebelum dilakukan uv curing, terlebih dahulu struktur molekul pada membran dipadatkan dengan cara diarahkan atau diorientasikan pada suatu tatanan struktur molekul tertentu. Penataan tersebut menggunakan fenomena kristal cair dengan kondisi bahan pada temperatur tertentu berbentuk encer seperti susu, namun secara mikro molekulnya tertata cukup rapi seperti kristal. Bahan tersebut dinamakan kristal cair, dan jika dikombinasikan dengan gugus yang dapat terpolimerisasi seperti gugus akrilat, maka akan dinamakan monomer akrilat kristal cair. pada penelitian ini akan digunakan kolesterol yang akan dikombinasikan dengan gugus akrilat dan akan menjadi monomer kolesterol akrilat.

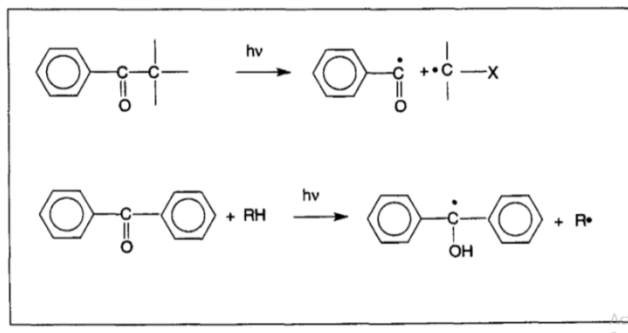
Proses UV curing memiliki beberapa keuntungan yaitu tidak ada pelarut yang menguap, tidak ada polusi lingkungan, ketebalan lapisan film dan volume pelarut tidak berkurang. Hal tersebut menyebabkan produktifitas yang lebih tinggi dalam waktu yang lebih singkat dengan pengurangan limbah, pengurangan penggunaan energi dan pengurangan emisi polutan.

C. Peran Inisiator

UV Curing adalah proses yang mengubah monomer multifungsi menjadi polimer ikatan silang dengan reaksi berantai yang diawali dengan pembentukan radikal bebas yang dihasilkan dari radiasi UV. Kebanyakan monomer tidak menghasilkan radikal bebas hanya dengan diradiasikan sinar UV, sehingga perlu ditambahkan inisiator dalam monomer tersebut. Inisiator merupakan zat aditif yang memulai proses polimerisasi dengan cepat untuk mencapai produk akhir. Energi dari sinar UV akan diserap oleh inisiator yang menyebabkan terbentuknya radikal bebas.

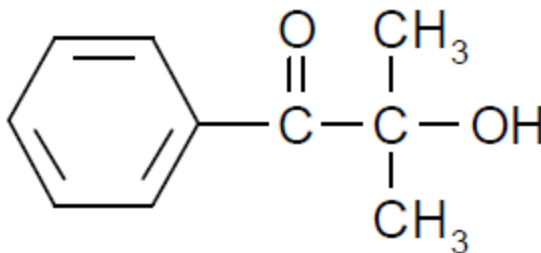
Jenis inisiator yang digunakan bergantung pada panjang gelombang yang akan diserap dan kekuatan penyerapannya (absorptivitas molar). Inisiator yang diaplikasikan untuk uv curing memiliki absorptivitas molar yang tinggi dengan panjang gelombang 300nm – 450nm. Sebagian besar inisiator radikal yang digunakan pada uv curing terdiri dari keton aromatik yang dikenal untuk menghasilkan radikal

bebas pada paparan sinar uv baik dengan pemisahan homolitik ikatan C-C atau oleh hidrogen dari molekul pendonor H.



Gambar 5. Reaksi inisiasi pada inisiator dengan metode UV Curing (Decker, 2010)

Penelitian ini menggunakan inisiator 2-hidroksi-2-metil-fenilpropanon (darocur 1173) karena inisiator darocure 1173 merupakan senyawa turunan asetonfenon yang mengabsorpsi energi radiasi sinar UV pada panjang gelombang antara 225-375 nm (Danu Sugiarto *et al*, 2010) dengan menghasilkan inisiator tereksitasi dan membentuk radikal bebas prapolimer dan monomer sehingga terbentuk polimer berikatan silang. Peran inisiator adalah menginisiasi polimerisasi untuk menghasilkan polimer ikatan silang dengan mengabsorpsi sinar UV dan menghasilkan spesi inisiator aktif (Gatechair *et al*, 1993).



Gambar 6. Struktur kimia inisiator darocure 1173 (Ciba, 2001)

Ada lima jenis inisiator utama yang digunakan dalam pelapisan permukaan dengan sinar UV. Jenis-jenis tersebut ditunjukkan pada tabel 1.

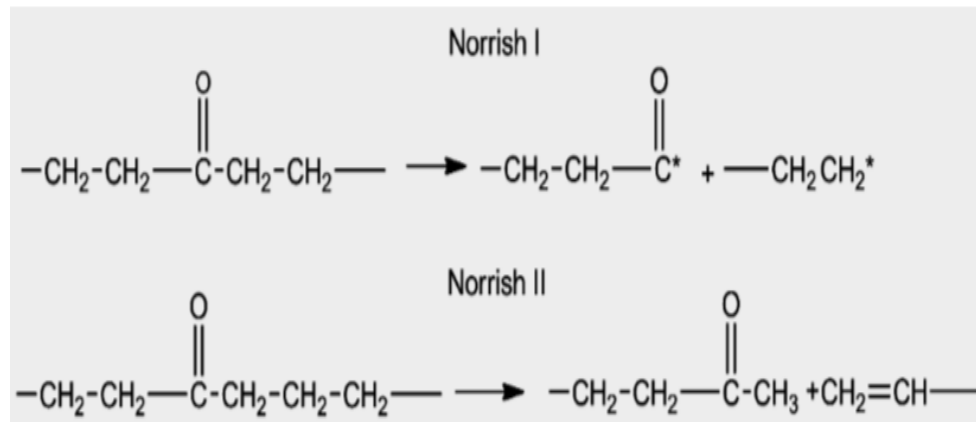
Tabel 1. Jenis Inisiator dengan tipe reaksinya (Handono, 2011)

Jenis inisiator	Tipe reaksi
Benzoin	Norris I
Benzil Ketal	Norris I
Asetophenon	Norris I
Benzophenon	Norris II
Thioxantones	Norris II

Terbentuknya spesi aktif terjadi setelah inisiator (I) menyerap sinar UV sehingga inisiator tereksitasi (I^*). Inisiator tereksitasi selanjutnya dapat terpecah menjadi spesi radikal bebas (I^\cdot). radikal bebas menginisiasi monomer atau oligomer (propagasi) menghasilkan polimer ikatan silang jika mengalami terminasi.

Terbentuknya radikal bebas dapat terjadi melalui dua jenis mekanisme reaksi umum yaitu dengan reaksi Norris tipe I dan II. Reaksi Norris tipe I adalah pemecahan homolitik antara gugus karbonil dan atom karbon terdekat yang menghasilkan dua spesi radikal. Pemecahan homolitik adalah pemecahan yang melibatkan satu buah elektron, sehingga akan menghasilkan atom-atom dengan elektron yang tidak berpasangan yang disebut radikal, sedangkan pemecahan heterolitik adalah pemecahan yang melibatkan pasangan elektron sehingga akan selalu berikatan dengan ion positif dan ion negatif.

Reaksi Norris tipe II melibatkan abstraksi hidrogen oleh gugus karbonil sehingga menghasilkan dua molekul radikal. Dalam mekanisme abstraksi hidrogen biasanya inisiator ditambah senyawa yang bersifat fotosinergis yang berfungsi sebagai donor hidrogen. Senyawa-senyawa amina khususnya amina tersier biasanya ditambahkan sebagai fotosinergis (Rosyid, 2008)



Gambar 7. Reaksi Norrish I dan Norrish II (Ammala, *et al.*, 2011.)

D. Polimerisasi Radikal Bebas

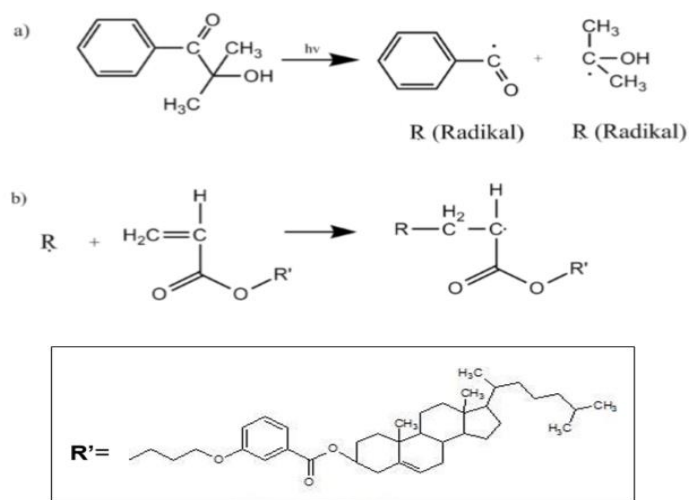
Senyawa radikal bebas terbentuk dengan reaksi homolitik pada bahan yang relatif tidak stabil. Bahan tersebut biasa disebut inisiator. Elektron yang tidak berpasangan akan tetap berhubungan dengan struktur baru. Reaksi radikal bebas mampu bereaksi untuk membuka ikatan rangkap dari monomer vinil dan menambahkan dengan elektron yang tidak berpasangan yang tersisa, sehingga terbentuk pusat aktif pada rantai dalam beberapa detik dan akhirnya reaksi dihentikan (Ogunniyi, 2013).

Monomer kolesteril akrilat akan mengalami reaksi polimerisasi adisi yaitu pemutusan ikatan rangkap. Polimerisasi adisi dipacu suatu zat intermediet berupa radikal untuk membentuk polimer. Zat intermediet yang berupa radikal bebas dihasilkan dari penyerapan sinar UV oleh inisiator. Reaksi adisi akan terjadi diatom C=C terminal monomer kolesteril akrilat yang mempunyai halangan sterik yang lebih kecil, dikarenakan ikatan rangkap C=C mempunyai awan elektron (ikatan π) yang membuat radikal bebas pada inisiator akan mengambil satu elektron yang mengakibatkan terbentuknya ikatan rangkap menjadi ikatan tunggal C-C pada monomer kolesteril akrilat (Decker, 2010).

Tahapan pada polimerisasi adisi radikal bebas sebagai berikut :

1. Inisiasi

Tahap inisiasi merupakan tahap pembentukan radikal bebas yang dihasilkan dari inisiator yang kemudian akan bereaksi dengan monomer. Inisiasi polimerisasi radikal bebas dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu pemanasan monomer dan penambahan inisiator yang membentuk radikal bebas ketika diradiasikan (Decker, 2010). Pada tahap inisiasi, senyawa inisiator dengan adanya radiasi UV akan terdisosiasi menghasilkan dua radikal bebas R^* . selanjutnya radikal ini akan bereaksi dengan sebuah monomer membentuk rantai radikal $M1^*$. Radikal yang dihasilkan dari inisiator darocur 1173 berfungsi sebagai fotoinisiasi.



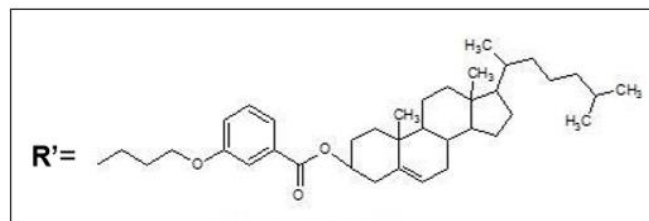
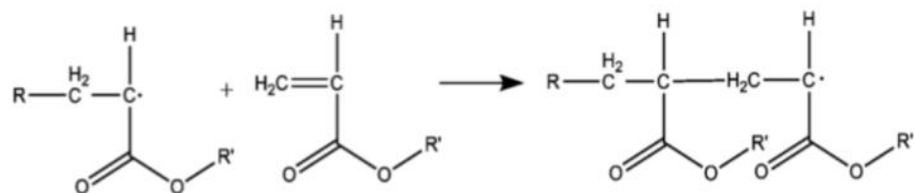
Gambar 8. Mekanisme Reaksi Inisiasi (a) Inisiator darocure 1173 (b) Inisiasi Radikal Inisiator darocure 1173 ke Monomer Kolesterol Akrilat

Penelitian ini menggunakan inisiator darocur 1173 97% dikeluarkan Aldrich yang berbentuk cairan, tidak larut dalam air dan berkerja pada daerah serapan sinar UV dengan panjang gelombang antara 225nm-375nm. Inisiator darocure 1173 akan terpapar energi radiasi ultraviolet dan mengalami pemutusan ikatan C-C secara homolitik sehingga menghasilkan spesi radikal

yang tidak bermuatan . pemisahan homolitik terjadi pada atom C berdasarkan kestabilan radikalnya, yaitu radikal sekunder kemudian tersier.

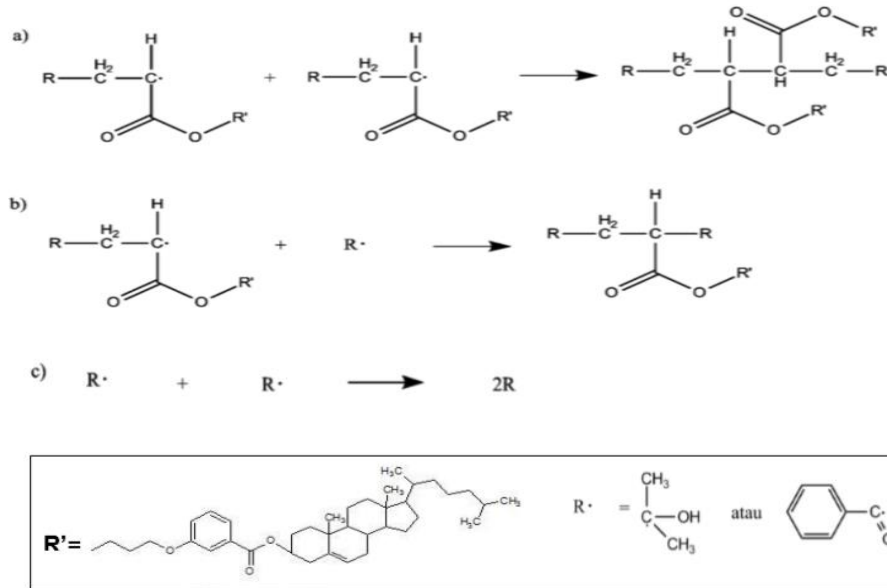
2. Propagasi

Monomer yang telah terinisiasi akan bertabrakan dengan molekul monomer yang belum terinisiasi, selanjutnya akan bereaksi menghasilkan dimer. Dimer akan bertumbukan lagi dengan monomer yang lain membentuk trimer dan seterusnya menjadi oligomer. Rantai oligomer terus tumbuh dan tumbuh dalam berat molekul tertentu.. Pembentukan berulang radikal ini mengakibatkan penggabungan secara kepala ke ekor (*head to tail*) monomer-monomer kolesteril akrilat (Fessenden dan Fessenden, 1982). Propagasi berhenti ketika monomer telah habis atau akibat terjadinya reaksi yang mengakibatkan tidak aktifnya radikal diujung rantai yang biasa disebut terminasi.



Gambar 9. Mekanisme Reaksi Propagasi Head to Tail (Kepala ke Ekor) Polimer Kolesteril Akrilat.

3. Terminasi



Gambar 10. Reaksi Terminasi Polimer Kolesteril Akrilat (a) Sesama Radikal Monomer (b) Radikal Monomer dengan Radikal Fotoinisiator (c) Sesama Radikal Fotoinisiator.

Tahap terminasi adalah tahap pengakhiran. Bilamana gugus akhir radikal bebas pada rantai polimer yang sedang tumbuh dideaktivasi, maka pertumbuhan rantai polimer akan terhenti dan kondisi ini dapat disebut sebagai langkah terminasi. Terminasi terjadi jika penggabungan reaktan radikal membentuk molekul tunggal. Molekul tunggal tersebut berupa polimer yang terdiri dari beberapa rantai yang membentuk ikatan yang panjang. Tahap terminasi dapat terjadi melalui dua proses yaitu kombinasi dan disproporsionasi. Proses kombinasi terjadi akibat adanya penggabungan dua radikal polimer atau oligomer menghasilkan suatu rantai polimer yang lebih panjang dengan inisiator berada pada kedua ujung rantai polimer. Sedangkan pada tahap disproporsionasi merupakan tahap terminasi yang melibatkan

transfer atom hidrogen. Pada penelitian ini akan menghasilkan dua radikal yang saling bertemu dan bergabung (Kombinasi).

E. Indium Tin Oxide (ITO)

Indium tin oxide (ITO) adalah material oksida bersifat semikonduktor transparan yang dihasilkan dari percampuran 90% indium oksida (In_2O_3) dan 10% tin oksida (SnO_2). ITO juga merupakan transmitter cahaya tampak dan infrared, serta pemantul yang baik untuk sinar infrared sehingga ITO banyak dimanfaatkan untuk *opto-electronic devices*, *infrared reflector*, dan *display devices*.

Tabel 2. Perbandingan Sifat Film ITO berdasarkan teknik pembuatannya (Khuram, 2014).

Teknik	Temperatur Substrat ($^{\circ}\text{C}$)	Growing rate (\AA min^{-1})	Resistivitas ($\Omega \text{ cm}$)	Transmisi(%)
CVD	350-450	-	$1.5-1.8 \times 10^{-4}$	90-95
Spray Pyrolysis	420-677	-	$1.8-260 \times 10^{-4}$	82-92
Evaporation	RT-440	120-400	$0.7-12 \times 10^{-4}$	80-90
Sputtering	RT-453	250-800	$1.2-160 \times 10^{-4}$	70-90
Magnetron sputtering	RT-450	116-1200	$1.4-7 \times 10^{-4}$	85-90
Ion-Beam Sputtring	100-450	-	$3-5.5 \times 10^{-4}$	> 80
Sol-Gel	500	-	$4.23-100 \times 10^{-4}$	-90

ITO tidak hanya dimanfaatkan sebagai *display devices*, material ITO juga digunakan sebagai *filler* atau pengisi atau dopan pada suatu matriks polimer. Dalam membuat film tipis ITO dikembangkan beberapa teknik seperti *chemical vapor*

deposition (CVD), *Magnetron sputtering* (Khuram, 2014), *Vacuum Evaporation*, *Spray Pyrolysis*, *Electron-beam evaporation* dan *ion-beam sputtering*, metode sol-gel dan hidrotermal (Majid, 2013). Namun teknik yang digunakan masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan, hal ini dapat ditunjukkan pada Tabel 3 terdapat tiga jenis benda dengan sifat konduktivitas listrik yang berbeda, yaitu isolator, semikonduktor, dan konduktor. material yang memiliki konduktivitas yang besar adalah material yang bersifat konduktor, seperti logam. Sama seperti material konduktor, material semikonduktor juga bersifat konduktif hanya saja sifat konduktivitasnya dipengaruhi oleh suhu, sedangkan isolator merupakan material non-konduktif (Atkins, 1999).

Tabel 3. Daftar beberapa dopan untuk polimer kristal cair (Trajkovska, 2014)

Dopant	Ukuran Partikel	ϵ, σ	Densitas (Kg/m ³)
Carbonyl Iron (Cl-HQ)	1,1 μm	Tidak ada data	7000
Indium Tin Oxide (ITO)	3,38 μm	Tidak ada data	1200
Serpihan logam aluminium	12 μm	Tidak ada data	2700

Dopan konduktor mampu memobilisasikan elektronnya yang berada pada pita valensi ke pita konduksi. Termobilisasinya elektron-elektron tersebut ke pita konduksi disebabkan oleh pita valensi yang tidak terisi penuh dengan elektron sedangkan *gap* antara pita valensi dan pita konduksi kecil sehingga memungkinkan suatu mobilisasi elektron yang terjadi akibat penambahan suhu tersalurkan kalor untuk mengeksitasi elektron-elektron yang ada di pita valensi ke pita konduksi

(Atkins, 1999). Beberapa dopan konduktif jenis logam yang dapat memodifikasi sifat konduktivitas kristal cair kolesterik ditunjukkan pada tabel 3.

F. Komposit

Komposit adalah kombinasi dari dua bahan atau lebih yang tersusun dengan fasa matrik dan penguat yang dipilih berdasarkan kombinasi sifat mekanik dan fisik masing-masing material penyusun untuk menghasilkan material baru dengan sifat yang unik dibandingkan sifat material dasar sebelum dicampur dan terjadi ikatan permukaan antara masing-masing material penyusun.

Salah satu cara untuk meningkatkan sifat polimer dengan diadakannya komposit, Hal tersebut dapat meningkatkan sifat polimer seperti sifat mekanik, lebih ringan, kuat, tahan lama dan konduktivitasnya. Untuk meningkatkan konduktivitas polimer kolesteril akrilat dengan cara dicampurnya dengan ITO. Oksida konduktif yang mempunyai nilai konduktivitas sebesar 567 S/m adalah ITO (Irzaman *et al*, 2010) dan memiliki sifat optis yang dapat meneruskan cahaya (Jejeoung, 2012). Selain itu, kristal cair fasa nematik dicampur dengan ITO dapat menurunkan nilai relativitas dari $7,73 \times 10^{11}$ menjadi $1,21 \times 10^{11} \Omega/m$ (Liang, 2013).

Beberapa penelitian memaparkan dengan mengkombinasikan polimer dan ITO untuk menjadikan suatu komposit untuk meningkatkan nilai konduktivitas atau resistivitas yang lebih rendah bila dibandingkan dengan polimernya. Menurut penelitian Charles *et al* (2008), pembuatan komposit *poly-(methylnmethacrylates)/ITO* dapat menambah sifat polimer tersebut menjadi bersifat konduktif. Nilai konduktivitas dari komposit juga dipengaruhi oleh variasi tekanan yang diberikan dimana semakin besar tekanan yang diberikan maka semakin rendah nilai konduktivitas komposit yang dihasilkan.

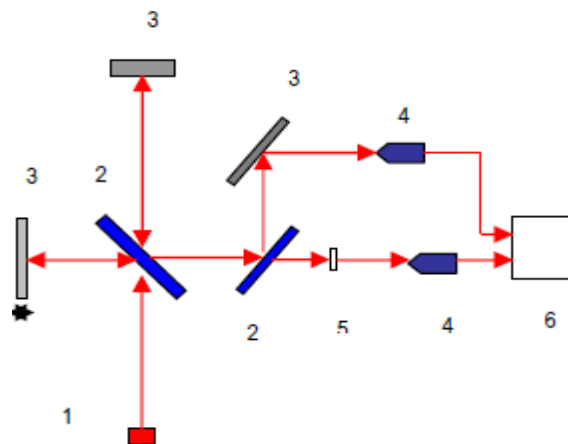
Menurut penelitian Trajkovska (2014), ITO terbukti dapat dikombinasikan dengan suatu bahan kristal cair kolesterik berupa polimer kolesterik kristal cair. namun pada keadaan tertentu akan tercapai frekuensi ambang batas, pada penelitian Jejeoung *et al* (2012) yang mengkombinasikan *Indium Tin Oxide* dengan poly (93,4-

ethylenedioxythiophene) menghasilkan suatu nanokomposit yang bersifat konduktif dengan nilai konduktivitas antara 0,1 sampai 15 S/cm dengan daya tembus yang meningkat dari 25% menjadi 85%.

G. *Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)*

FTIR merupakan metode analisis spektroskopi dengan menggunakan sinar infra merah. FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsional yang ada pada suatu senyawa. Informasi yang bisa FTIR berikan adalah dapat mengidentifikasi material yang tidak diketahui, dapat menentukan kualitas sampel dan dapat menentukan jumlah komponen dalam campuran (Thermo Nicolet Corporation, 2001).

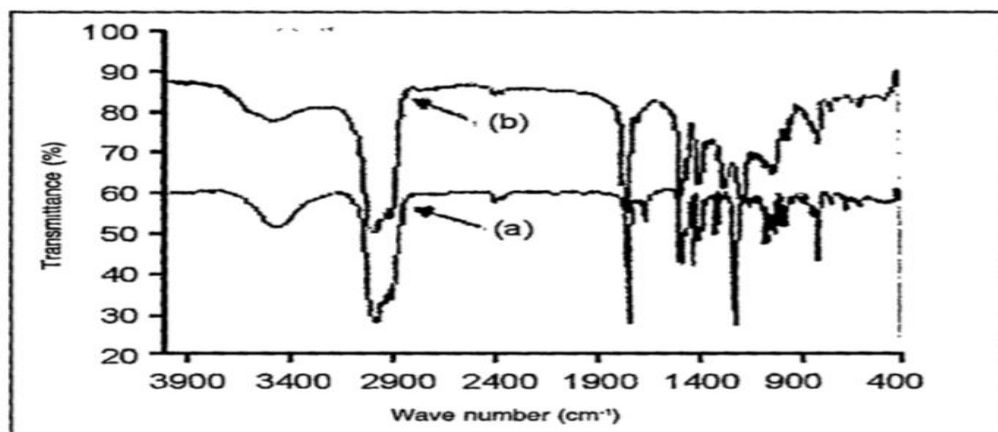
Spektrum inframerah dihasilkan dari pemantulan cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}).



Gambar 11. Skema alat spektroskopi FTIR (1) sumber inframerah, (2)pembagi berkas (beam spliter), (3) kaca pemantul, (4) sensor inframerah, (5) sampel dan (6) layar.

Keunggulan FTIR dibandingkan spektroskopi infrared yang lain diantaranya yaitu lebih cepat karena pengukuran dilakukan secara serentak (simultan), serta mekanik optik lebih sederhana dengan sedikit komponen yang bergerak, akurat, bersifat tidak merusak sampel, membutuhkan preparasi sampel yang sederhana, ramah lingkungan karena penggunaan bahan-bahan yang sedikit (Ahdani, 2013)

Hasil karakterisasi senyawa dari FTIR berbentuk spectra. Spectra yang dihasilkan akan menunjukkan puncak yang khas pada tiap senyawa. Penelitian yang telah dilakukan Wen et al (2013), puncak serapan yang khas dari suatu polimer akrilat yang sudah dilakukan fotopolimerisasi dengan menggunakan UV Curing yaitu ikatan rangkap C=C dengan vibrasi *stretching* pada bilangan gelombang $1637,52 \text{ cm}^{-1}$ telah menghilang atau kadar serapannya berkurang. Gambar 12. menunjukkan spektrum infrared dari sampel monomer kolesteril akrilat dan polimer kolesteril akrilat.

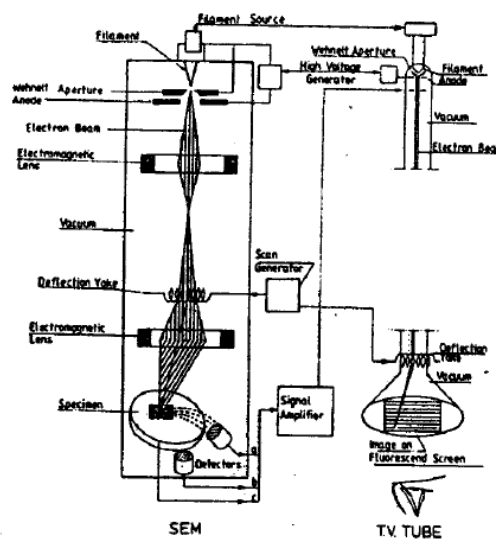


Gambar 12. Spektrum Infrared (a) monomer kolesteril akrilat, (b) polimer kolesteril akrilat (Haque S *et al*, 2009).

I. Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM digunakan untuk analisis morfologi permukaan biasa, teratur atau permukaan bersisik. Mikroskop elektron merupakan jenis mikroskop yang menghasilkan gambar sampel dengan memindai fokus sinar elektron. Prinsip kerja SEM adalah suatu berkas insiden elektron yang sangat halus di scan menyilangi

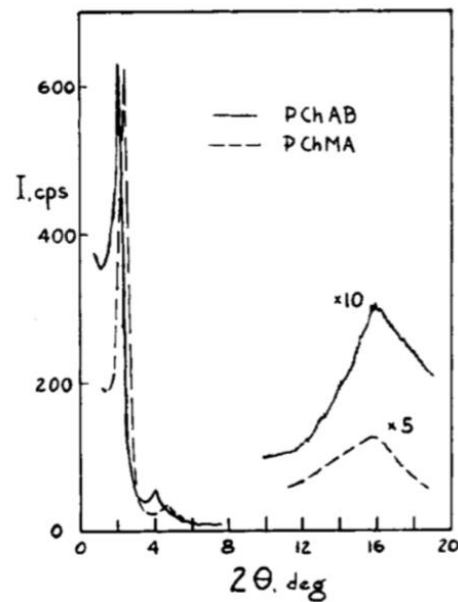
permukaan sampel dalam sinkronisasi dengan berkas tersebut dalam tabung sinar katoda. Pada saat elektron berinteraksi dengan sampel, maka akan dihasilkan *secondary electron* (SE), elektron ini masuk ke dalam detector dan diubah menjadi sinyal listrik yang akan menghasilkan gambar pada layar monitor. Sinyal keluaran dari detector ini berpengaruh terhadap intensitas cahaya di dalam tabung monitor, karena jumlah cahaya yang dipancarkan oleh monitor sebanding dengan jumlah elektron yang berinteraksi dengan sampel.



Gambar 13. Skema prinsip kerja *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

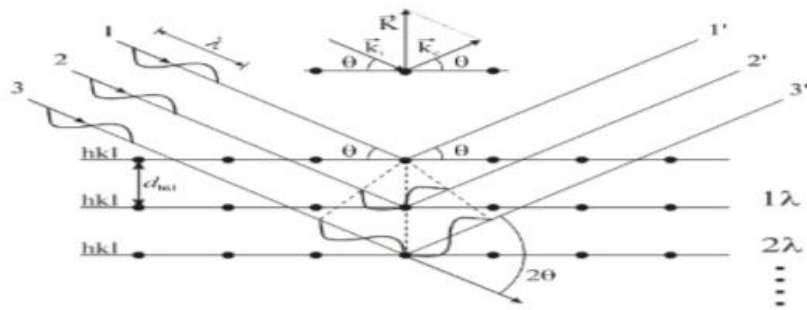
J. X-Ray Diffraction (XRD)

XRD merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui struktur kristal dan ukuran kristal dari suatu bahan padat. Semua bahan yang mengandung kristal ketika dianalisa menggunakan XRD akan muncul puncak-puncak yang spesifik. Sehingga kelemahan alat ini tidak dapat untuk mengkarakterisasi bahan yang bersifat amorf. Metode difraksi umumnya digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang belum diketahui yang terkandung dalam suatu padatan dengan cara membandingkan dengan data difraksi dengan database yang dikeluarkan oleh *International Centre for Diffraction* data berupa *PDF Powder Diffraction File* (PDF).



Gambar 14. XRD dari Polimer kolesteril metakrilat dan polimer kolesteril p-akriloiloksi benzoate (Willey John, 1977).

XRD memiliki komponen yang terdiri dari slit, film, monokromator, tabung X-Ray, dan detektor. Prinsip dasar XRD adalah mendifraksikan cahaya yang melalui celah kristal. Difraksi cahaya oleh kisi-kisi atau kristal ini dapat terjadi apabila difraksi tersebut berasal dari radius yang memiliki panjang gelombang yang setara dengan jarak antar atom, yaitu sekitar 1 Angstrom. Ketika sinar X berinteraksi dengan suatu material, maka sebagian berkas akan diabsorpsi, ditransmisikan dan sebagian lagi dihamburkan. Hamburan tersebut yang akan terdeteksi oleh XRD dan sebagian yang dihamburkan akan saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada yang saling menguatkan karena mempunyai fasa yang sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. Prinsip dasar sinar X diperlihatkan pada gambar 15.



Gambar 15. Difraksi sinar X oleh atom-atom pada bidang kristal

Sinar X (sinar 1) yang datang membentuk sudut θ terhadap permukaan sampel dan menumbuk atom, akan dipantulkan dengan sudut yang sama. Begitu pula dengan sinar X (sinar 2) yang jatuh pada bidang dibawahnya yang berjarak d , sinar ini akan dipantulkan dengan sudut θ , namun memiliki beda fasa. Jika perbedaan fasa ini sama dengan kelipatan panjang gelombang, maka didapatkan persamaan Bragg :

$$2d \sin \theta = n \lambda$$

Setiap senyawa memiliki struktur kristal yang unik, baik dalam fasa tunggal atau beberapa fasa. Oleh karenanya difraksi sinar yang didapat sangat karakteristik untuk senyawa tertentu. Informasi yang didapatkan dari pola difraksi sinar X adalah posisi puncak (2θ) dalam satuan derajat, jarak antar bidang (d) dalam angstrom, intensitas (I) dalam *Counts/second*, lebar penuh pada setengah puncak.

K. LCR Meter

LCR meter adalah alat instrument yang digunakan untuk mengukur induktansi (L), kapasitansi (C) dan resistansi (R) dari suatu material. Prinsip kerja dari alat LCR Meter adalah nilai sebenarnya dari beberapa pengukuran tidak diukur, melainkan yang diukur adalah impedansi, impedansi diukur secara internal dan dikonversikan ke layar penampil pengukuran yang dikonversikan ke kapasitansi atau nilai induktansi yang sesuai. Pembacaan akan cukup akurat jika kapasitor atau inductor perangkat yang diuji tidak memiliki impedansi komponen resistif yang signifikan. Selain itu alat

ini dapat digunakan untuk pengukuran induktansi atau kapasitansi dan juga resistansi seri yang sama dari kapasitor dan faktor Q dari komponen induktif. Berikut gambar alat LCR HiTESTER HIOKI 3522 yang dipakai pada penelitian ini.



Gambar 16. Alat Instrumen LCR HiSTESTER HIOKI 3522

Sebuah fungsi LCR Meter dengan menerapkan baik tegangan konstan dan mengukur arus yang dihasilkan atau dengan menerapkan arus konstan dan mengukur tegangan yang dihasilkan. Hasil pengukuran sifat listrik terhadap sampel diperoleh nilai konduktansi dan kapasitansi listrik. Dengan menggunakan formula model W.K lee dkk maka nilai konduktivitas suatu sampel dapat dihitung (Yunasfi, 2011), yaitu dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = G (L/A)$$

Keterangan :

σ = konduktivitas (Siemens/cm)

L = Tebal (cm)

G = Konduktansi (Siemens)

A = luas permukaan bahan (cm²)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada November 2016 sampai Juli 2017 di Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan tahapan yaitu sintesis monomer kolesteril akrilat, fotopolimerisasi komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan metode UV curing dan Karakterisasi komposit polimer kolesteril akrilat-ITO.

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, labu leher tiga, pendingin *liebig*, neraca analitis, *magnetic stirrer*, *hotplate stirrer*, lampu UV 25 watt, kotak hitam, termometer, plat kaca CWC (*Cano Wedge Cell*), pipet mikro 400 μ L dan pipet mikro berskala 0,5-10 μ L. Alat Instrumen yang digunakan untuk karakterisasi yaitu : FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) untuk mengetahui gugus fungsi pada komposit polimer kolesteril akrilat-ITO, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) untuk mengetahui morfologi permukaan komposit polimer kolesteril akrilat-ITO, XRD (*X-Ray Diffraction*) untuk mengidentifikasi fasa kristalin komposit polimer kolesteril akrilat-ITO, dan LCR Meter untuk mengetahui nilai konduktivitas komposit polimer kolesteril akrilat-ITO.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah klorobutil asetat, etil hidroksi benzoat, KI, K₂CO₃, diklorometana pure grade, etanol, KOH, HCl pekat, metanol, isopropanol, inisiator 2-Hidroksi-2-Metil-FenilPropanon (darocure 1173), *dicyclohexilcarbodiimide* (DCC) asam akrilat, hidrokuinon,

benzena, petroleum eter, N,N-Dimethylaminopiridine (DMAP), heksana, dan kolesterol diperoleh dari Aldrich dengan kemurnian 97%.

2. Prosedur Penelitian

1. Sintesis Monomer Kolesteril Akrilat

Sintesis monomer kolesteril akrilat dilakukan berdasarkan metode yang telah dioptimasi oleh riswoko (2011). Metode dan sintesis ini ditunjukkan pada diagram alir pada lampiran halaman 51.

a. Membuat Prekursor Akrilat

Pembuatan eter Williamsom dan Hidrolisisnya : Sebanyak 30 gram klorobutil asetat ditambahkan dengan 27,05 gram etil hidroksi benzoat, 0,35 gram KI, dan 26,92 gram K_2CO_3 dalam 300mL pelarut DMF (dimetil formamida). Campuran yang dihasilkan dimasukkan kedalam labu alas bulat leher tiga yang sudah dihubungkan dengan pendingin liebig. Campuran tersebut direfluks selama 11 jam pada suhu $90^\circ C$. Campuran dimasukkan kedalam air dingin dan disimpan didalam lemari es selama 24 jam. Campuran kemudian disaring untuk memisahkan endapan dan filtrat. Endapan yang diperoleh dilarutkan dalam 300mL etanol dan ditambahkan 45 gram KOH. Campuran kemudian direfluks selama 3 jam pada suhu ruang dan ditambahkan HCl pekat hingga pH 5. Campuran disaring, filtrat dan endapan yang diperoleh diuji dengan KLT. Endapan yang diperoleh dikeringkan dan ditimbang massanya.

Akrlasi : Sebanyak 74 gram padatan putih yang dihasilkan ditambahkan dengan 19,58 gram asam akrilat, 0,85 gram PTSA dan 0,07 gram hidroquinon dalam 112mL pelarut benzena. Campuran yang dihasilkan dimasukkan kedalam labu alas bulat leher tiga yang sudah terhubung dengan pendingin liebig. Kemudian campuran diaduk dan dihasilkan campuran yang agak keruh. Campuran kemudian direfluks selama 5 jam pada suhu $85^\circ C$, lalu campuran ditambahkan 30 mL petroleum eter dan di stirrer selama 1 jam.

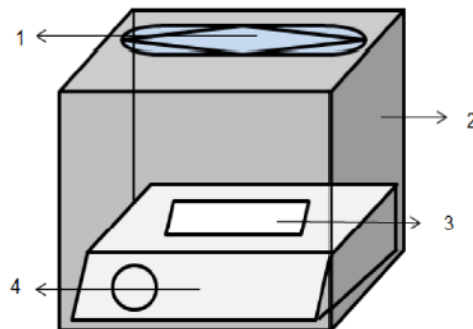
Campuran yang dihasilkan kemudian disaring, endapan dan filtrat yang dihasilkan di uji dengan KLT, eluen yang digunakan yaitu Heksana:Etil Asetat=5:5. Produk lalu direkristalisasi dengan isopropanol dan padatan yang diperoleh ditimbang massanya.

b. Pembuatan Kolesteril Akrilat

Sebanyak 2 gram prekursor akrilat, akriloloksi butiloksi benzoat (ABB) ditambahkan dengan 1,72 gram DCC dalam 200mL pelarut diklorometana. Campuran tersebut dimasukkan kedalam labu alas bulat leher tiga yang sudah dihubungkan pendingin liebig. Kemudian campuran tersebut direfluks selama 30 menit pada suhu 0-10°C. campuran yang dihasilkan kemudian dialiri gas N₂. campuran ditambahkan 3,01 gram kolesterol dan 0,2 gram DMAP. Campuran kemudian direfluks selama 5 jam pada suhu ruang. Setelah itu, produk disaring dan filtrat yang terbentuk diuapkan hingga terbentuk endapan cokelat. Endapan tersebut ditambahkan metanol dan dipanaskan hingga larut. Campuran yang terbentuk didinginkan dalam lemari es hingga terbentuk kristal dan disaring. Endapan dan filtrat yang dihasilkan lalu dimurnikan dengan kromatografi kolom menggunakan eluen Heksana:Etil Asetat=5:1. Kemudian produk yang terbentuk direkristalisasi dengan pelarut metanol.

2. Merancang alat untuk metode *UV Curing*

Pada penelitian akan dirancang alat radiator untuk metode UV Curing yang akan dibuat secara sederhana. Alat-alat yang dibutuhkan adalah kotak hitam sebagai penutup kardus, lampu UV 25 watt sebagai sumber cahaya, hotplate sebagai pemanas dengan suhu tertentu dan plat kaca untuk meletakkan preparat.



Gambar 17. Rancangan alat UV Curing : (1) Lampu UV 25 watt (2) Kotak hitam (3) plat kaca (4) Hotplate

3. Pembuatan campuran polimer kolesteril akrilat-ITO

Sampel monomer kolesteril akrilat yang didapatkan dibuat sebanyak enam buah karena terdapat perlakuan variasi jumlah inisiator 2-Hidroksi-2-Metil-FenilPropanon (darocure 1173). Setiap satu sampel terdiri dari 10 mg monomer kolesteril akrilat yang dilarutkan dengan 0,4ml diklorometan pure grade didalam gelas kimia kecil. Kemudian ditambahkan inisiator darocure 1173 dengan konsentrasi yang divariasikan yaitu 0%; 0,125%; 0,250%; 0,375%; 0,500%; dan 0,625%. setelah itu, ditambahkan ITO dengan konsentasi 20% dari berat seluruhnya pada enam sampel tersebut. Kemudian sampel di cetak di atas plat kaca.

4. Fotopolimerisasi campuran kolesteril akrilat-ITO dengan metode UV Curing

Sampel preparat yang dibuat sebanyak enam buah yang terdiri 10 mg kolesteril akrilat dilarutkan dengan diklorometan pure grade didalam gelas kimia kecil. Kemudian ditambahkan inisiator darocure 1173 dengan konsentrasi 0%; 0,125%; 0,250%; 0,375%; 0,500%; 0,625% Volume/Volume dan ITO. Kemudian larutan diorientasikan diatas plat kaca preparat dan dimasukkan kedalam rancangan alat UV Curing. suhu pada hotplate diatur pada rentang suhu 70°C-80°C. Waktu

penyinaran dilakukan selama 30 menit pada setiap preparat sampel yang berbeda variasi volume inisiator 2-Hidroksi-2-Metil-FenilPropanon. Hasil pada proses ini berupa material film yang selanjutnya akan dikarakterisasi.

5. Karakterisasi dengan FTIR

Untuk mengetahui gugus fungsi dari polimer kolesteril akrilat maka dilakukan karakterisasi FTIR dengan menggunakan pellet kalium bromida (KBr).

6. Karakterisasi dengan SEM

Untuk mengetahui morfologi pada permukaan polimer kolesteril akrilat maka digunakan analisis SEM. Pada analisis SEM disiapkan elektroplating Co dari campuran template untuk diuapkan dengan elektroda emas (area 1 cm^2).

7. Karakterisasi dengan XRD

Pola XRD dari polimer kolesteril akrilat dilakukan dengan menggunakan shimadzu XRD 7000. Difraktometer dilengkapi dengan anoda tembaga $u\text{Ka}$ ($\lambda = 1,54\text{ \AA}$), difraksi balok monokromator nikel datar, dan detector. Sampel diletakan secara horizontal.

8. Karakterisasi dengan LCR Meter

Pengukuran nilai konduktivitas dilakukan pada semua sampel campuran polimer kolesteril akrilat-ITO dengan menggunakan alat LCR Meter yang diatur dengan frekuensi 1 kHz.

3. Teknik Pengumpulan Data dan Teknik Analisa Data

1. Teknik Pengumpulan Data

Data yang diamati dalam penelitian ini diperoleh dari proses sintesis komposit polimer kolesteril akrilat-ITO yang berupa spektrum IR. Selain spektrum IR data yang diperoleh adalah morfologi permukaan dari pengamatan

SEM, peak pada pengamatan XRD untuk mengetahui fasa kristalinitas, dan nilai konduktivitas yang diperoleh dari LCR Meter.

2. Teknik Analisa Data

Data spektum FTIR yang diperoleh dianalisa untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam komposit polimer kolesteril akrilat-ITO. Data analisa SEM untuk mengetahui morfologi permukaan komposit polimer kolesteril akrilat-ITO, data XRD berupa peak yang akan menunjukkan fasa kristalinitas komposit polimer kolesteril akrilat-ITO. Data LCR Meter untuk mengetahui nilai konduktivitas komposit polimer kolesteril akrilat

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

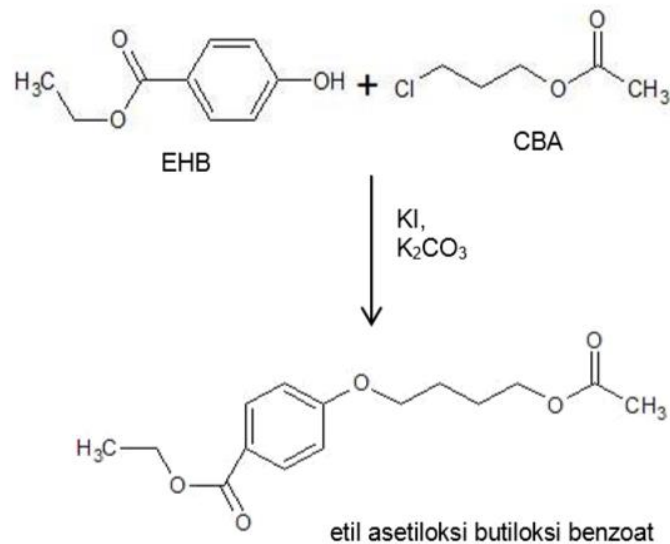
Proses fotopolimerisasi komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dilakukan pada variasi konsentrasi inisiator 2-hidroksi-2-metil-fenilpropanon (Darocur 1173) menggunakan metode UV Curing. Sebelum fotopolimerisasi, dilakukan terlebih dahulu sintesis monomer kolesteril akrilat yang terdiri dari dua tahapan yaitu sintesis prekursor akrilat dan monomer kolesteril akrilatnya. Setelah dilakukan fotopolimerisasi, komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dikarakterisasi menggunakan beberapa instrumen yaitu, FTIR, XRD, SEM, dan LCR Meter.

A. Sintesis Monomer Kolesteril Akrilat

Monomer kolesteril akrilat disintesis dengan mereaksikan prekursor akrilat yang berupa akriloloksi butiloksi benzoat (ABB) dan kolesterol melalui jalur esterifikasi steglich menggunakan katalis disikloheksil karbodiimida (DCC) dan dimetil amino piridina (DMAP).

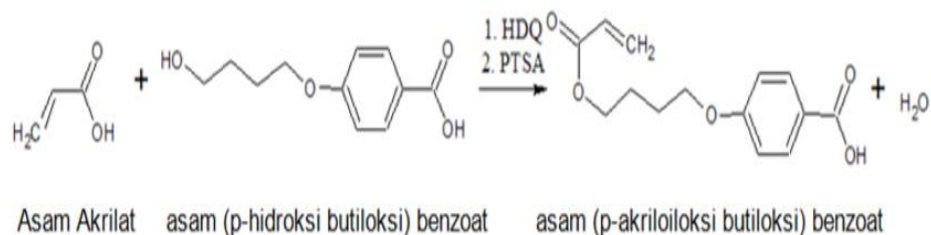
1. Sintesis Akriloloksi Butiloksi Benzoat (ABB)

Senyawa akriloloksi butiloksi benzoat diperoleh melalui reaksi akrilasi antara asam akrilat dan hidroksi butiloksi benzoat. Gugus akrilat yang digunakan memiliki gugus mesogen yang akan memunculkan sifat kristal cair. Senyawa etil asetiloksi butiloksi benzoat diperoleh dengan mereaksikan etil (p-hidroksi benzoat) (EHB) dengan klorobutil asetat (CBA) menggunakan katalis K_2CO_3 dan KI. Reaksi antara EHB dan CBA mengalami mekanisme substitusi nukleofilik (S_N2). Alkil halide primer pada CBA bereaksi dengan nukleofilik-OH pada EHB. Proses terjadinya serempak dimana dua peristiwa sekaligus, yaitu (1) suatu ikatan baru mulai terbentuk, dan (2) ikatan C-Cl mulai putus (Fessenden dan Fessenden, 1982).



Gambar 18. Reaksi Etil p-Hidroksi Benzoat dengan Klorobutil Asetat

Tahap hidrolisis basa dilakukan dengan mereaksikan KOH dengan etil asetil butiloksi benzoat menghasilkan garam butiloksi benzoat dan diasamkan dengan HCl pekat. Produk dari tahap ini adalah senyawa asam hidroksi butiloksi benzoat. Tahap kedua yaitu tahap akrilasi dilakukan dengan menambah PTSA kesenyawa asam hidroksi butiloksi benzoat dan dilakukan penambahan hidroquinon. Produk yang diperoleh berupa padatan putih dengan massa 5,7570 gram.



Gambar 19. Persamaan reaksi pembentukan Akriloiloksi Butiloksi Benzoat (Riswoko, 2011).

Padatan prekursor ABB dianalisa dengan FTIR untuk mengkonfirmasi bahwa padatan yang terbentuk merupakan padatan ABB yang diketahui dari gugus fungsinya. Spektrum IR hasil uji sampel yang diduga adalah prekursor ABB ditunjukkan dengan tabel 4.

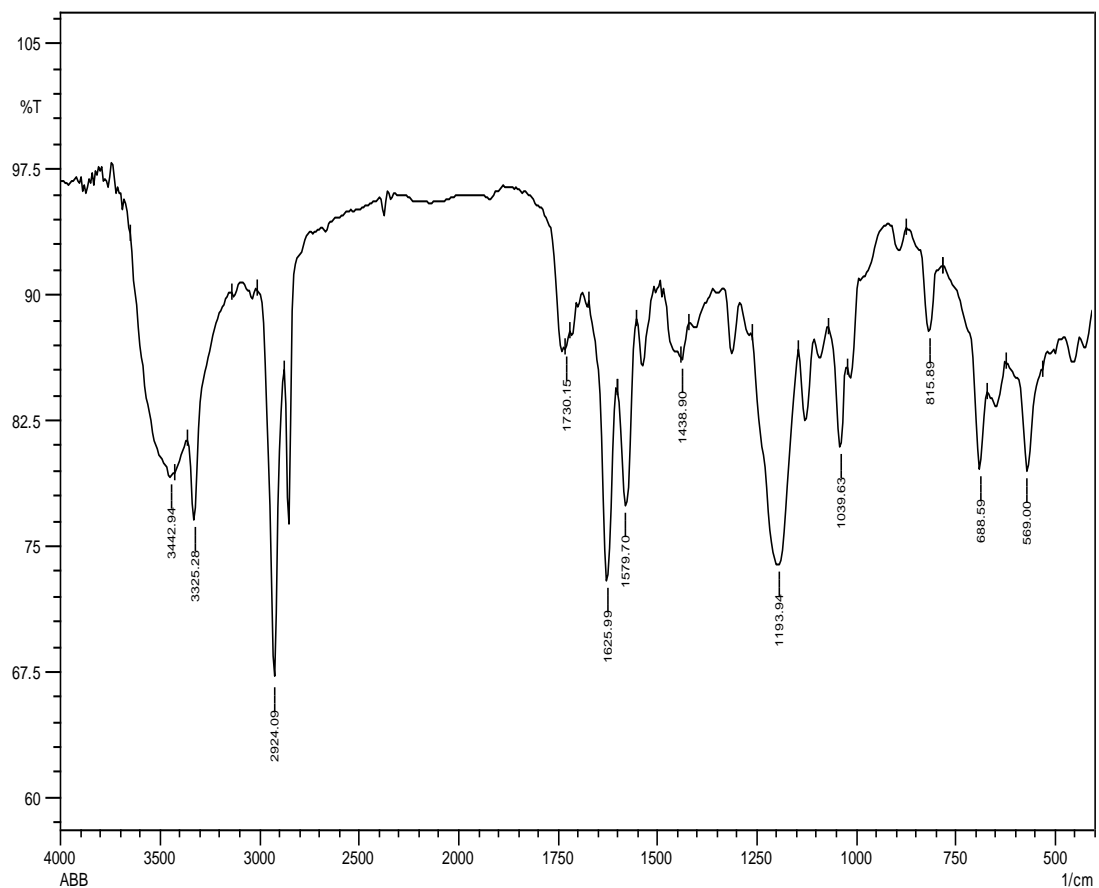
Tabel 4. Spektrum serapan IR senyawa ABB

Daerah serapan Referensi (cm ⁻¹)	Daerah serapan sampel (cm ⁻¹)	Jenis Serapan	Ikatan
3429	3442,94-3325,26	Kuat dan melebar	O-H
2955	2924,09	Kuat dan tajam	C-H aromatic
2886-2566	2850	Medium	C-H Alifatik
1736	1730,15	Small	C=O karbonil
1579,36-1431,06	1625,99-1579,7	Beberapa puncak tajam	C=C aromatic
1190	1193,94	Medium	C-O Ester
851,08	815,89	Small	Benzena tersubstitusi para

Berdasarkan hasil uji FTIR, terdapat puncak pada bilangan gelombang 3431,36-3325,28 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi dari ikatan O-H dengan puncak yang muncul bersifat kuat dan melebar. Pada bilangan gelombang lainnya, terdapat puncak pada bilangan gelombang 2924,09 cm⁻¹ yang diduga vibrasi dari ikatan C-H aromatik dengan puncak yang bersifat kuat dan tajam. Selain itu munculnya puncak pada bilangan gelombang 2850 cm⁻¹ yang diduga vibrasi dari C-H alifatik dengan puncak yang bersifat medium.

Terdapat puncak pada bilangan gelombang 1730 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi dari ikatan C=O karbonil dengan puncak yang muncul bersifat sedikit melebar. Selain itu terdapat puncak pada bilangan gelombang 1625,9-1579,9 cm⁻¹

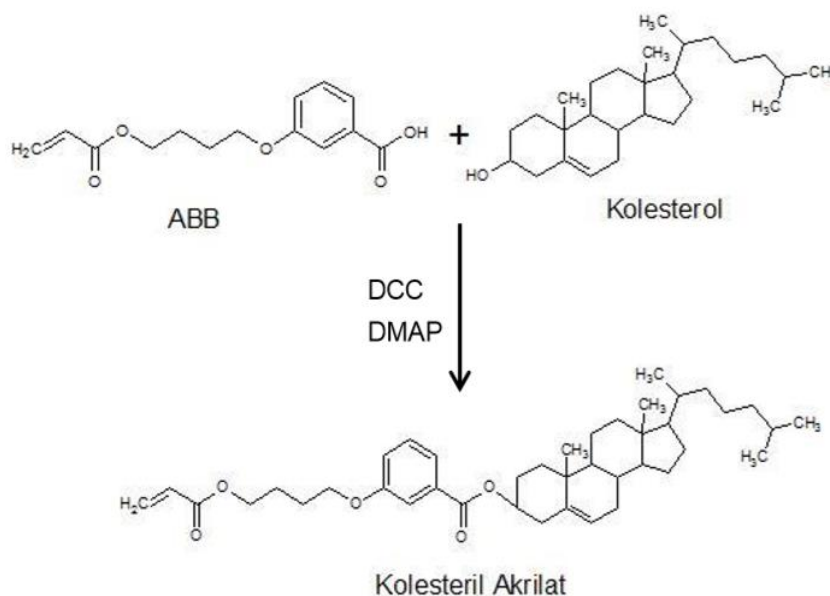
yang merupakan vibrasi dari C=C aromatik dengan beberapa puncak yang tajam. Puncak lainnya muncul pada daerah sidik jari pada bilangan gelombang 815,89 cm^{-1} yang mengindikasikan bahwa prekursor ABB yang dihasilkan merupakan senyawa derivat benzen yang tersubsitusi para. Bilangan gelombang 1193,94 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ikatan C-O Ester. Berdasarkan penelitian Afrizal (2010), pada bilangan gelombang 1174 cm^{-1} , 1190 cm^{-1} dan 1295 cm^{-1} masing-masing menunjukkan adanya ikatan C-O baik eter, ester maupun asam. Dari hasil analisa spektrum tersebut, spektrum yang didapat tidak terlalu bergeser terlalu jauh dari spektrum FTIR prekursor ABB yang telah di sintesis oleh Riswoko *et al* (2011).



Gambar 20. Spektrum IR Prekursor ABB Hasil Sintesis

2. Sintesis monomer kolesteril akrilat

Monomer kolesteril akrilat dibuat dengan cara mereaksikan prekursor akrilat berupa akriloloksi butiloksi benzoat dan kolesterol melalui jalur esterfikasi steglich yang menggunakan katalis disikloheksil karbodiimida (DCC) dan dimetil amino piridina (DMAP).



Gambar 21. Persamaan reaksi sintesis monomer kolesteril akrilat (Riswoko, 2011)

Penambahan DCC merupakan komponen yang berfungsi sebagai inisiator dalam reaksi bersama dengan prekursor akrilat (golongan karboksilat) yang akan membentuk senyawa intermediet yang memiliki yang memiliki kereaktifan yang besar (Husniati, 2008). DMAP memiliki efek katalitik yang kuat dan digunakan sebagai katalis nukleofilik. Penambahan DMAP sebagai agen transfer gugus asil dan hidrokuinon sebagai gugus alkohol yang memberikan produk senyawa stabil disikloheksil urea (DHU) berupa endapan putih dan ester yang larut dalam pelarut diklorometana. Penggabungan aktivasi karboksilat oleh DCC dan katalis DMAP secara bersamaan merupakan suatu metode untuk mengaktivasi asam karboksilat ketika akan direaksikan dengan nukleofil seperti alkohol atau amida pada

suhu ruang (Hanafi, 1995). Hasil dari sintesis monomer kolesteril akrilat berupa endapan berwarna putih dengan massa 3,82 gram, rendemen 74,61% dan memiliki bau sampel yang menyengat seperti minyak angin.

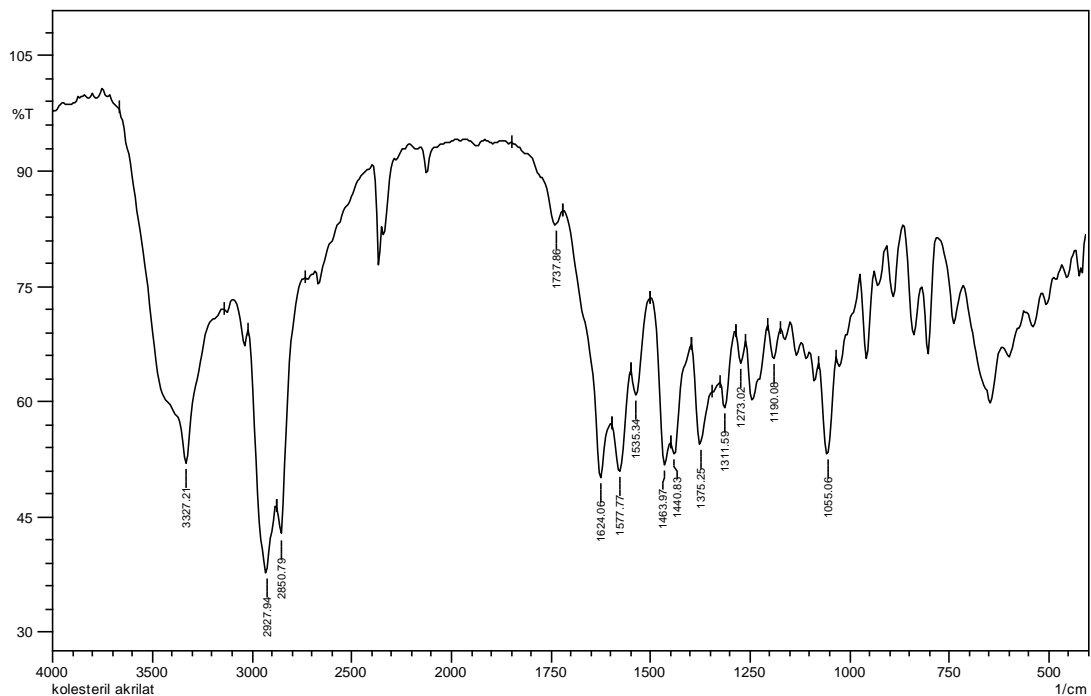
Tabel 5. Puncak serapan spektrum *Infra Red* pada sampel kolesteril akrilat.

Daerah Serapan (cm ⁻¹) Referensi	Daerah Serapan (cm ⁻¹) sampel	Jenis Serapan	Ikatan
3522	3327,21	Kuat dan lebar	O-H
-	2927,94	Kuat dan tajam	C-H (sp ²)
2800-2600	2850,79	Medium dan tajam	C-H (sp ³)
1720	1737,86	Kecil	C=O
1467,85	1624,06-1440,83	Beberapa puncak tajam	C=C aril
1204,5	1190,06	Tajam	C-O ester
904,42	815,89	Tajam	Benzena tersubsitisi para

Uji dengan alat instrument FTIR untuk mengetahui bahwa sampel hasil sintesis telah berhasil. Hasil uji analisa dengan FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada sampel. Tabel 5 dan gambar 22 menunjukkan hasil uji FTIR sampel kolesteril akrilat.

Berdasarkan hasil uji FTIR gambar 22 terdapat puncak pada bilangan gelombang 3327,21 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi dari ikatan OH. Terdapat puncak bersifat kuat dan tajam pada bilangan gelombang 2927,94 yang merupakan vibrasi dari ikatan C-H aril maupun vinil, sedangkan pada bilangan gelombang 2850,79 merupakan vibrasi dari ikatan C-H alifatik. Hal ini menunjukkan bahwa sampel memiliki ikatan C-H (sp² maupun sp³). Pada bilangan gelombang 1737,86 terdapat puncak kecil yang merupakan vibrasi dari gugus C=O, sedangkan pada bilangan

gelombang 1624,06-1440,83 muncul beberapa puncak tajam yang merupakan vibrasi dari gugus C=C aril. Pada bilangan gelombang 1190,06 terdapat puncak tajam yang merupakan vibrasi ikatan C-O ester, sedangkan muncul puncak tajam pada bilangan gelombang daerah sidik jari yaitu 815,89 yang merupakan puncak khas dari benzena tersubsitusi para.



Gambar 22. Spektrum FTIR Kolesteril Akrilat

B. Fotopolimerisasi dan Karakterisasi Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO

Percampuran monomer kolesteril akrilat dan *Indium Tin Oxide* dengan variasi konsentrasi inisiator darocure 1173 dilakukan dengan melarutkan 10 mg monomer kolesteril akrilat dalam 0,4 mL diklorometana. Kemudian menambahkan inisiator darocure 1173 dengan variasi konsentrasi 0%; 0,125%; 0,250%; 0,375%; 0,500%; 0,625% Volume/Volume pelarut. Setelah larutan homogen, kemudian menambahkan *Indium Tin Oxide* dengan konsentrasi 20% berat campuran. Setelah larutan tercampur

kemudian larutan tersebut diletakan kemudian diratakan dipreparat kaca. Penelitian ini menggunakan *Indium Tin Oxide* (ITO) karena ITO merupakan oksida konduktif yang dapat meningkatkan nilai konduktivitas pada polimer kolesteril akrilat (Irzaman *et al*, 2010)

Penelitian ini menggunakan inisiator 2-hidroksi-2-metil-fenilpropanon (darocur 1173) yang berbentuk cairan, tidak larut dalam air dan berkerja pada daerah serapan sinar UV dengan panjang gelombang antara 225nm-375nm (Danu Sugiarto *et al*, 2010). Energi yang digunakan berasal dari cahaya sinar ultraviolet (UV) yang memiliki panjang gelombang sebesar 365nm. Oleh karena itu, panjang gelombang daerah sinar UV sesuai dengan berkerjanya fotoinisiator darocure 1173. Fotopolimerisasi terjadi ketika senyawa radikal dihasilkan oleh penyerapan sinar ultraviolet (UV) oleh inisiator (Decker, 2010).

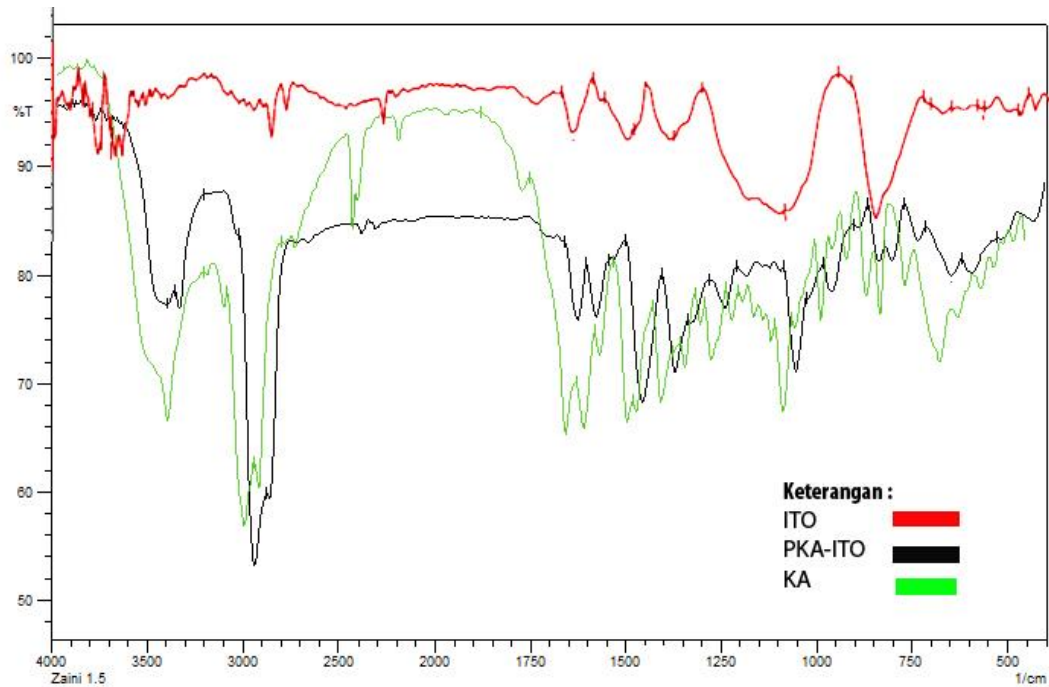
Plat kaca yang berisi campuran monomer kolesteril akrilat dan *Indium Tin Oxide* kemudian di panaskan menggunakan *hotplate* pada rentang suhu 70°C-80°C. Rentang suhu tersebut dipilih karena sampel yang digunakan merupakan sampel kristal cair termotropik yang monomernya akan mencapai fasa kristal cairnya sehingga akan terpolimerisasi secara optimal. Faktor yang mempengaruhi polimerisasi menggunakan adisi radikal bebas adalah konsentrasi monomer, suhu, pH, dan media polimerisasi. Suhu polimerisasi akan mempengaruhi struktur polimer yang terbentuk sehingga stabilitas radikal akan tergantung suhu reaksi (Wibowo dan Rosman, 2000).

Tahapan selanjutnya sampel dimasukkan kedalam kotak UV curing dengan *hotplate* yang telah diatur suhunya dan sampel diradiasikan sinar UV sambil tetap dilakukan pemanasan selama 30 menit. Digunakan waktu 30 menit mengacu pada penelitian Esti (2016) karena waktu optimum lamanya radiasi sinar UV senyawa kolesteril akrilat adalah 30 menit. Kemudia sampel dikarakterisasi dengan beberapa alat instrument seperti FTIR, XRD, SEM dan LCR Meter.

Analisa spektrofotometer infrared digunakan untuk memberikan informasi mengenai gugus-gugus yang terbentuk dari sampel komposit polimer kolesteril

akrilat-ITO dengan variasi konsentrasi inisiator darocure 1173. Analisa FTIR didasarkan pada analisa panjang gelombang puncak-puncak karakteristik pada sampel. Panjang gelombang puncak-puncak tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi tertentu yang ada pada sampel karena masing-masing gugus fungsi mempunyai puncak karakteristik yang spesifik.

Berdasarkan hasil analisa pola serapan FTIR pada gambar 23 dan tabel 6 menunjukkan adanya satu pita vibrasi pada bilangan gelombang $3392,79\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan ikatan O-H, ikatan hidrogen menyebabkan puncak melebar dan terjadi pergeseran ke arah bilangan gelombang yang lebih pendek. Hal ini berarti sampel telah terjadi ikatan antara monomer kolesteril akrilat dengan inisiator darocure 1173. Kemudian terdapat vibrasi yang diduga ikatan C-H alifatik pada bilangan gelombang $2939,52\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan bahwa sampel terdapat ikatan C-H yang cukup banyak. Berdasarkan spektrum FTIR yang dihasilkan, spektrum monomer KA terdapat vibrasi yang diduga ikatan C=C pada bilangan gelombang 1624 cm^{-1} yang terlihat puncak yang serapannya tajam. Kemudian pada spektrum PKA-ITO terdapat bilangan gelombang pada daerah $1624,06\text{ cm}^{-1}$ terlihat puncak yang serapan lemah yang merupakan akibat vibrasi dari ikatan C=C aromatik. Hal tersebut menunjukkan pada proses fotopolimerisasi ikatan rangkap C=C pada monomer KA telah diserang oleh radikal bebas fotoinisiator dan menjadi ikatan tunggal C-C. Penyerapan sinar UV pada monomer kolesteril akrilat memutuskan ikatan rangkap C=C karena menyebabkan terbentuknya radikal bebas pada inisiator.

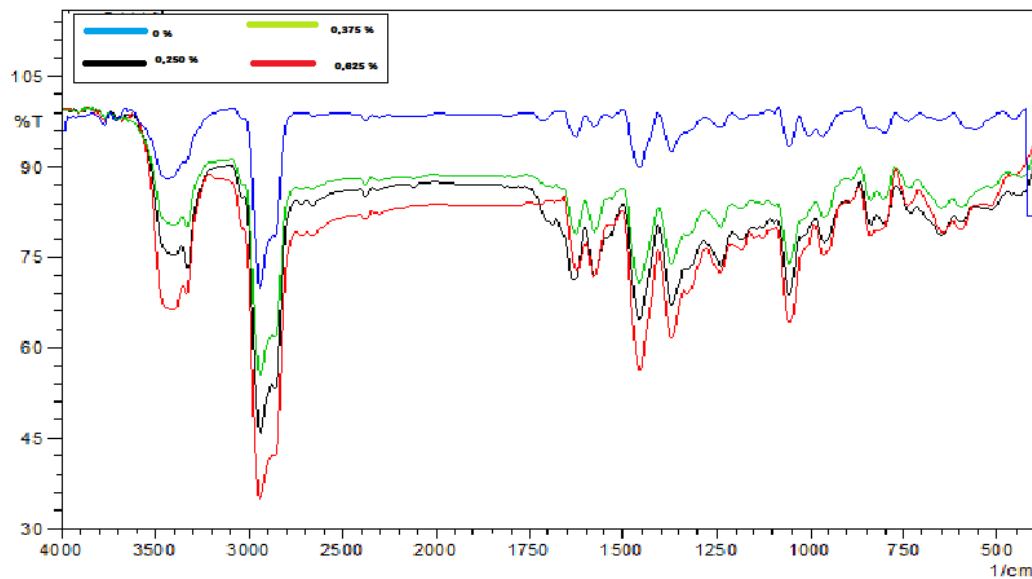


Gambar 23. Spektrum FTIR Monomer KA, Komposit PKA-ITO dan ITO

Berdasarkan gambar 23 adanya pergeseran dalam spektrum IR juga memperkuat bukti, bahwa telah terjadi proses polimerisasi. spektrum IR memperlihatkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang gugus karbonil kearah bilangan gelombang yang lebih kecil. Bilangan gelombang C=O dari monomer kolesteril akrilat 1750 cm^{-1} , polimer kolesteril akrilat-ITO 1720 cm^{-1} . Adanya pergeseran diakibatkan terjadinya reaksi polimerisasi pada ikatan C=C yang ada pada monomer kolesteril akrilat, sehingga ikatan rangkap menjadi hilang dan menyebabkan terjadinya kenaikan energi untuk melakukan *stretching* C=O (Budianto, 2008). Spektrum FTIR pada komposit polimer kolesteril akrilat-ITO terdapat puncak khas ITO dibilangan gelombang 450 sampai $644,22\text{ cm}^{-1}$. Puncak-puncak tersebut mengalami sedikit pergeseran dari ITO murni yang memiliki puncak khas pada bilangan gelombang 437,84; 487,99; 534,28 dan $619,15\text{ cm}^{-1}$, hal tersebut menunjukkan bahwa komposit polimer kolesteril akrilat-ITO mengandung ITO.

Tabel 6. Spektrum Inframerah Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Monomer KA	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) campuran PKA-ITO	Ikatan	Bilangan gelombang (cm ⁻¹) ITO	Ikatan pada ITO
-	-	-	3778,55 dan 3711,04	Sn-OH In-OH
3327,21	3392,79- 3331,07	O-H	-	-
2927,4	2939,52	C-H Alifatik	-	-
1750	1720	C=O Karbonil	1740	In---C=O
1624	1624,06	C=C Aromatik	-	-
1577,77	1575,84	C-C Aromatic		
1463,97-	1454,33-	C-H Alkana	-	-
1440,83	1369,46			
1055,06	1055,6	C-O ester	1197,79; 975,98	In-OH gugus permukaan
930,04	962,48	Benzena	-	-
		Tersubsitusipara		
-	447,49; 513,07; 594,08	Puncak khas ITO	437,84; 487,99; 534,28; 619,15	Puncak khas ITO



Gambar 24. Spektrum analisa FTIR komposit polimer kolesteril akrilat dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 0%; 0,250%; 0,375 dan 0,625% Voume/Volume Pelarut.

Berdasarkan spektrum FTIR gambar 24, terlihat bahwa bentuk spektrum mempunyai bentuk yang relative sama dan semakin besar intensitas serapan pada beberapa bilangan gelombang seperti pada bilangan gelombang 3400cm^{-1} , 2900cm^{-1} , dan 1400cm^{-1} . Hal tersebut dikarenakan akibat penambahan konsentrasi inisiator yang semakin besar yang menyebabkan intensitas dari spektrum tersebut semakin tajam. Selain itu, pada spektrum tersebut menunjukkan terdapat puncak kecil baru pada bilangan gelombang 1730cm^{-1} dengan konsentrasi inisiator 0,250% V/V yang diduga puncak vibrasi ikatan C=O karbonil. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Afrizal *et al.* (2010) pada bilangan gelombang 1729cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C=O karbonil untuk proses sintesis dan karakterisasi struktur kristal cair ferroelektrik tipe ester benzoat turunan dari asam (S)-(+)-2-Metil Butanoat. Berdasarkan penelitian Thirumoorthi (2016) pada bilangan gelombang 1830cm^{-1} adanya gugus C=O pada spektrum FTIR thin film ITO dengan konsentrasi Sn berbeda. Berdasarkan referesi jurnal yang sudah disebutkan diatas, munculnya

puncak kecil baru pada bilangan gelombang 1730cm^{-1} diduga adanya interaksi antara polimer kolesteril akrilat dengan permukaan ITO.

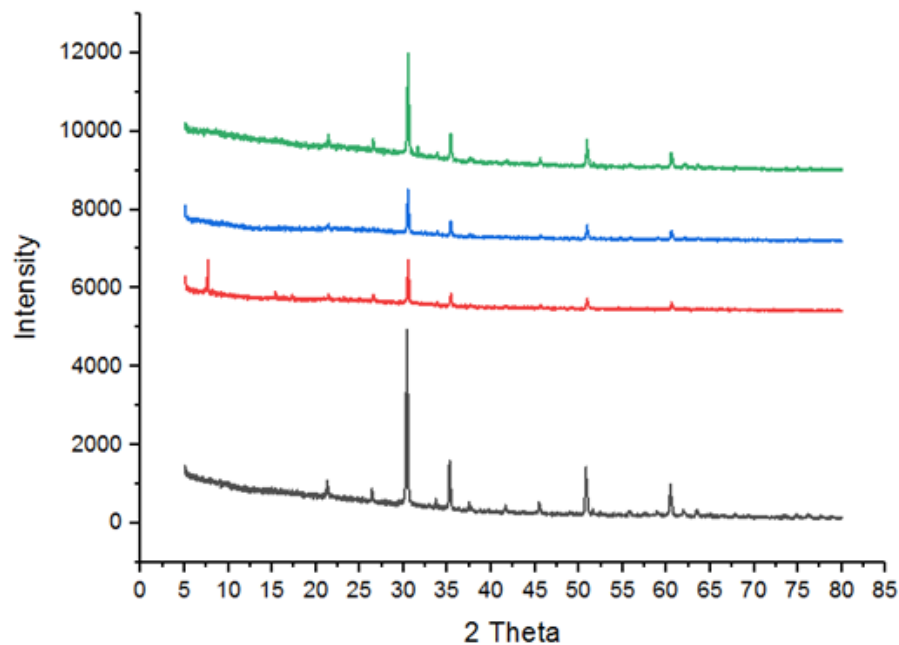
Pola difraksi XRD diperoleh dari berkas radiasi sinar X oleh bidang hkl pada suatu kristal. Perbedaan dari orientasi bidang hkl akan menghasilkan pola puncak-puncak yang terletak pada suatu sudut difraksi tertentu. Setiap kristal memiliki karakteristik yang berbeda yang dapat ditunjukkan oleh munculnya puncak-puncak. Berdasarkan perbedaan pola difraksi XRD, dapat mengidentifikasi jenis material yang terdapat dalam suatu zat padat seperti mengetahui pertumbuhan suatu fasa akibat dari perlakuan pemberian panas dengan mempelajari pola difraksinya (Santosa, 2008).

Gambar 25 keempat sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO terlihat bahwa semua sampel mempunyai fasa amorf dan fasa kristalin. Fasa kristalin disebabkan untuk menjaga susunan setiap segmen tetap teratur pada rantai molekul (Callister dan David, 2010). Fasa kristalin dari keempat sampel terlihat pada puncak 2θ disekitar 30° - 60° dengan intensitas yang cukup besar dan puncak tersebut merupakan puncak dari *indium tin oxide*. Puncak khas dari pola difraksi XRD senyawa *indium tin oxide* terdapat pada 2θ 30° , 35° , 38° , 43° , 46° , 51° , 56° dan 61° (Choi Dongchul *et al*, 2014).

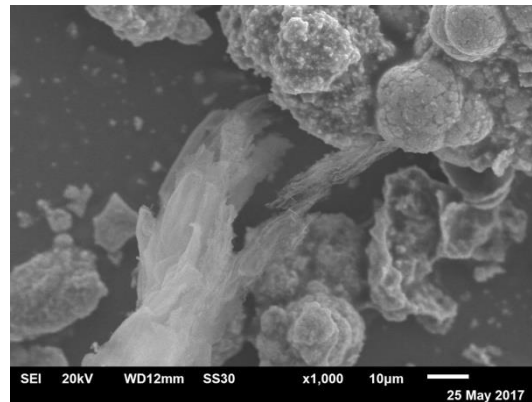
Pola difraksi XRD keempat sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO terlihat fasa amorf yang pada 2θ 5° sampai 20° . Hal tersebut mengidentifikasi bahwa puncak 2θ 5° sampai 20° merupakan puncak dari polimer kolesteril akrilat. Munculnya puncak fasa amorf pada polimer kolesteril akrilat disebabkan karena jumlah *indium tin oxide* pada sampel terlalu banyak sehingga dapat mengubah kisi bidang kristal dari polimer kolesteril akrilat. Berdasarkan penelitian Oksana Midyuk (1998), kristal cair yang didoping dengan variasi konsentrasi AgOTf mempunyai pola difraksi XRD yang mengkonfirmasi bahwa semakin besar konsentrasi AgOTf maka kristalinitas kristal cair akan semakin kecil sampai menjadi fasa amorf.

Pola difraksi XRD komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 0,250% mempunyai fasa kristalin yang terlihat

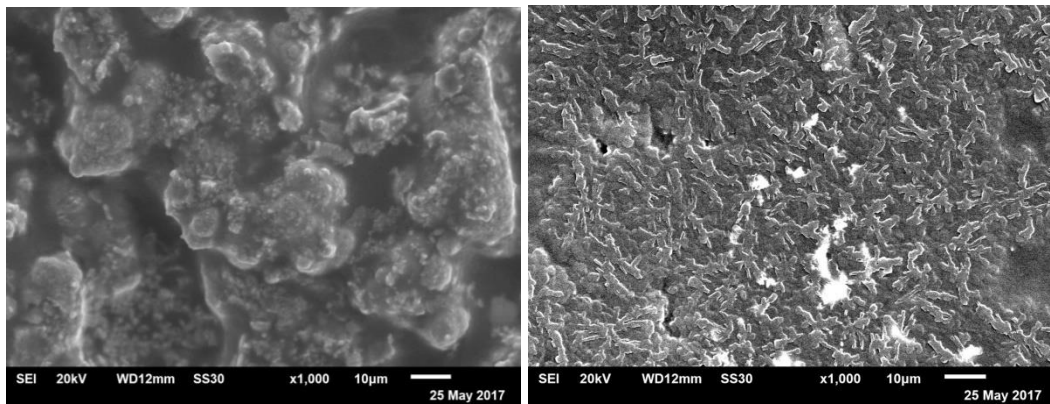
pada $2\theta=7,75^\circ$ dengan intensitas yang tidak terlalu kecil dan pada $2\theta=15,42^\circ$, dan $17,48^\circ$ muncul puncak dengan intensitas kecil. Puncak tersebut bukanlah puncak dari kolesteril akrilat karena puncak khas dari kolesteril akrilat pada 2θ $2,7153^\circ$, $5,2992^\circ$, dan $18,5800^\circ$ (Afrizal, 2013). Munculnya puncak baru pada 2θ $7,75^\circ$ adalah kolesteril akrilat yang sudah berinteraksi dengan ITO karena adanya interaksi antara ikatan dari C=O karbonil dengan indium oksida (I_2O_3). Puncak tersebut terkonfirmasi pada spektrum FTIR dengan munculnya puncak baru pada bilangan gelombang 1730cm^{-1} yang diduga dari vibrasi ikatan C=O karbonil dengan Indium Oksida. Selain itu muncul puncak dengan intensitas kecil pada $2\theta=17,48^\circ$, berdasarkan Afrizal (2013) interpretasi spektrum fasa kolesterik diperjelas oleh Jui-Hsiang Liu bahwa puncak broad lemah pada $2\theta=17-21^\circ$ dapat diamati untuk struktur smetik, nematik dan kolesterik, hal tersebut membuktikan bahwa komposit polimer kolesteril akrilat mempunyai fasa kolesterik.



Gambar 25. Hasil karakterisasi XRD sampel campuran polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 : 0% (hitam), 0,250% (merah), 0,375% (biru) dan 0,625% V/V (hijau)

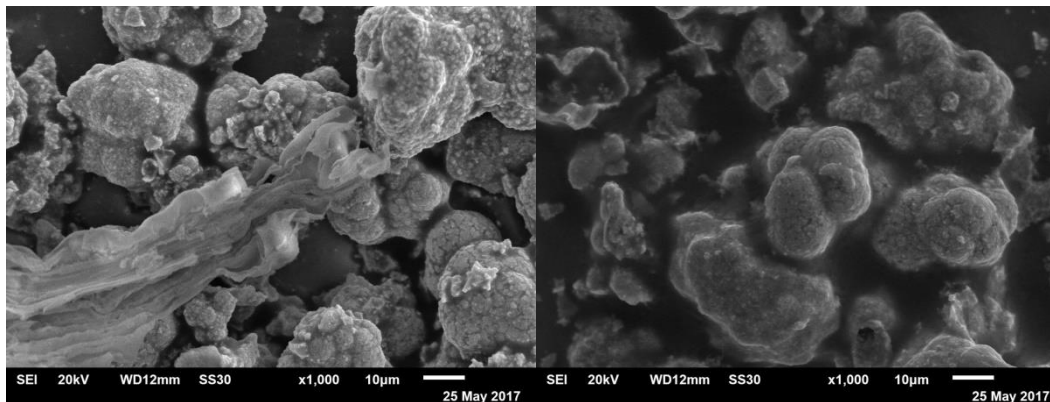


(a)



(b)

(c)



(d)

(e)

Gambar 26. Morfologi Permukaan Campuran Polimer Kolesteril Akrilat-ITO dengan konsentrasi Inisiator Darocure 1173 (a) 0,125% (b) 0,250% (c) 0,375% (d) 0,500% dan (e) 0,625% volume/volume.

Morfologi permukaan sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO diketahui dengan dilakukan uji analisa *Scanning Electron Microscopy* (SEM). SEM merupakan instrument yang berupa mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk melihat benda dengan resolusi tinggi. Berikut adalah hasil morfologi komposit polimer kolesteril akrilat-ITO yang dianalisa dengan SEM.

Gambar 26 adalah hasil uji sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO menggunakan instrumen SEM yang memberikan informasi morfologi permukaan sampel dan membuktikan bahwa sampel sudah terpolimerisasi. Pada sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 0,125% terlihat morfologi dari polimer kolesteril akrilat dan morfologi dari ITO yang mempunyai bentuk bulat-bulat. Pada sampel tersebut terlihat bahwa sampel masih bisa dibedakan antara polimer kolesteril akrilat dan ITO.

Sampel campuran polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 0,250% terlihat bahwa adanya interaksi antara polimer kolesteril akrilat dan ITO. Pada sampel tersebut terlihat bahwa ITO yang sebelumnya berbentuk bulat-bulat kecil pada konsentrasi 0,125%, ketika konsentrasi dinaikan menjadi 0,250% terlihat bentuk ITO menjadi lebih membesar dan bentuk bulat-bulatnya menjadi menggumpal. Hal tersebut dikarenakan sampel polimer kolesteril akrilat sudah berinteraksi dengan ITO yang menyebabkan morfologi ITO bertambah menjadi lebih besar. Semakin banyak inisiator yang digunakan, maka akan menghasilkan kopolimer dengan ukuran partikel yang makin besar (Budianto, 2008). Berdasarkan data XRD muncul puncak baru pada $2\theta = 7,75^\circ$, hal tersebut dapat mengkonfirmasi kalau kolesteril akrilat pada sampel sudah mengalami interaksi dengan ITO, selain itu pada spektrum FTIR munculnya puncak baru kecil dibilangan gelombang gelombang 1730cm^{-1} yang diduga vibrasi ikatan C=O karbonil yang berinteraksi dengan permukaan ITO.

Sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 0,375% terlihat bahwa morfologi sampel dengan konsentrasi inisiator 0,375% terlihat seragam dan berbentuk sama. Hal tersebut dikarenakan ITO

berinteraksi sempurna dengan polimer kolesteril akrilat. Dalam keadaan tersebut diduga ITO sudah mengisi rongga polimer kolesteril akrilat dengan sempurna dan menghasilkan morfologi seperti polimer *crosslinked*. Polimerisasi radikal merupakan salah satu metode ikat silang. Ikat silang (*crosslinked*) dapat berinteraksi kovalen maupun interaksi non kovalen dan dapat meningkatkan massa molekul polimer (Berg *et al.*, 2013). Akibat interaksi antara ITO dengan polimer kolesteril akrilat mengakibatkan berubahnya bidang kristal polimer kolesteril akrilat dari fasa kristal menjadi fasa amorf. Berdasarkan pola difraksi XRD komposit PKA-ITO konsentrasi 0,375% menunjukkan pada puncak khas kolesteril akrilat pada 2θ 2,7153°, 5,2992°, dan 18,5800° mempunyai fasa amorf. Hal tersebut dikarenakan ITO yang mengisi ruang kosong polimer kolesteril akrilat.

Sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 0,500% terlihat bahwa sampel dapat dibedakan antara polimer kolesteril akrilat dan ITO. Pada keadaan tersebut sampel tidak mengalami interaksi antara polimer kolesteril akrilat dan ITO. Pada sampel tersebut terlihat dengan jelas morfologi polimer kolesteril akrilat dan morfologi ITO yang berbentuk bulat-bulat kecil.

Sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator 0,625% terlihat bahwa morfologi permukaan sampel hanya berbentuk bulat-bulat yang merupakan morfologi dari ITO. Ketika konsentrasi inisiator semakin besar terjadi kelebihan radikal dibanding bagian reaktif yang ada. Dengan demikian, radikal tidak mampu lagi memacu reaksi polimerisasi dengan cepat. Pada keadaan ini, reaksi terminasi lebih dominan dan membentuk polimer dengan berat molekul yang rendah (Danu Sugiarto *et al.*, 2010). Hal tersebut terkonfirmasi dari pola difraksi XRD dengan konsentrasi 0,625% terlihat hanya puncak kristalinitas dari ITO pada $2\theta=21,3951^\circ$, $26,5297^\circ$ dan $30,5046^\circ$. Polimer kolesteril akrilat mempunyai fasa amorf.

3. Sifat Konduktivitas dan Permittivitas Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO

Kolesteril akrilat merupakan kristal cair yang sifatnya dapat dipengaruhi oleh kuat medan listrik. Pada dasarnya kristal cair merupakan molekul non polar yang bersifat isolator. Karena hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan penambahan *Indium Tin Oxide* (ITO) yang diharapkan dapat meningkatkan nilai konduktivitas dari polimer kolesteril akrilat. Untuk mengetahui nilai konduktivitas dari komposit polimer kolesteril akrilat-ITO, maka digunakan alat instrumen LCR Meter tipe Hioki 3532-50.

Data nilai konduktivitas (σ) pada masing-masing sampel ditunjukkan pada tabel 7 dan gambar 27. Berdasarkan data tersebut, nilai konduktivitas meningkat mulai dari sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO tanpa inisiator darocure 1173 sampai dengan sampel campuran polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator 0,375%, namun terjadi penurunan nilai konduktivitas pada campuran polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator 0,500 % dan 0,625%.

Kenaikan nilai konduktivitas karena konsentrasi inisiator darocure 1173 yang ditambahkan pada campuran polimer kolesteril akrilat-ITO meningkat maka radikal yang terbentuk akan semakin banyak dan frekuensi tumbukan radikal inisiator dengan monomer akan semakin besar (Moon *et al*, 2004). Menurut penelitian Budiando dkk (2008) semakin banyak inisiator yang ditambahkan, kecepatan pembentukan radikal jadi semakin cepat sehingga kecepatan masuknya radikal ke monomer semakin cepat. Sehingga, akan terbentuk oligomer-oligomer dan terjadi polimerisasi dengan sempurna. Jumlah radikal bebas inisiator yang semakin banyak akibat dari bertambahnya konsentrasi inisiator

Ketika polimer dari kolesteril akrilat terbentuk, maka terjadi interaksi polimer kolesteril akrilat dengan *Indium Tin Oxide* (ITO). Pola difraksi XRD menunjukkan bahwa sampel mempunyai fasa kristalin yang ditunjukkan dengan puncak pada $2\theta = 7,75^\circ$ (Interaksi ITO dengan Kolesteril Akrilat), dan $21,3951^\circ$, $26,5297^\circ$ $30,5046^\circ$

(puncak kristalin ITO). Komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi 0,250% V/V mempunyai morfologi permukaan polimer kolesteril akrilat dan ITO berbentuk bulat-bulat dengan ukuran besar dan menggumpal, hal tersebut dikarenakan adanya interaksi antara polimer kolesteril akrilat dan ITO. Komposit polimer kolesteril akrilat-ITO mempunyai morfologi permukaan yang teratur karena mempunyai fasa kristalin sehingga ITO akan mengisi rongga polimer kolesteril akrilat yang menyebabkan nilai konduktivitas meningkat

Komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator 0,375% V/V mempunyai nilai konduktivitas yang tinggi dikarenakan mempunyai morfologi permukaan yang seragam dan bentuk yang relative sama. Walaupun berdasarkan pola difraksi sinar X polimer kolesteril akrilat mempunyai fasa amorf tetapi karena morfologi permukaan yang seragam yang mengakibatkan interaksi polimer kolesteril akrilat dengan ITO menjadi maksimal. Hal tersebutlah yang menyebabkan nilai konduktivitasnya meningkat dan paling tinggi pada konsentrasi 0,375% dan lebih besar jika dibandingkan campuran polimer kolesteril akrilat tanpa inisiator.

Namun terjadi penurunan pada komposit polimer kolesteril akrilat-ITO pada konsentrasi inisiator darocure 1173 0,500% dan 0,625% Ketika konsentrasi inisiator semakin besar terjadi kelebihan radikal dibanding bagian reaktif yang ada. Dengan demikian, radikal tidak mampu lagi memacu reaksi polimerisasi dengan cepat. Pada keadaan ini, reaksi terminasi lebih dominan dan membentuk polimer dengan berat molekul yang rendah (Danu Sugiarto *et al*, 2010). Ketika polimer dari kolesteril akrilat terbentuk maka akan terjadi interaksi polimer kolesteril akrilat dengan *Indium Tin Oxide* (ITO). ITO akan mengisi rongga polimer kolesteril yang menyebabkan polimer kolesteril akrilat mempunyai sifat konduktor. Karena rantai polimer yang dihasilkan pendek maka ITO yang akan mengisi rongga polimer kolesteril akrilat sedikit yang menyebabkan nilai konduktivitas pada konsentrasi inisiator 0,500% dan 0,625% turun.

Gelombang elektromagnetik yang melalui medium ditentukan dengan tiga sifat material yaitu konstanta permitivitas, permeabilitas dan konduktivitas.

Permitivitas dielektrik berkaitan dengan kemampuan medium untuk mempolarisasikan dan mengontrol kecepatan gelombang elektromagnetik yang berjalan melalui medium tersebut (Syukri, 2000). Kebanyakan material yang memiliki sifat konduktivitas juga memiliki sifat polarisasi. Polarisasi elektron yaitu distorsi awan elektron atom sebagai respon medan listrik luar yang mana disatu sisi atom menjadi lebih positif dan disisi lain lebih negatif dibandingkan keadaan normalnya.

Tabel 2 menunjukkan nilai permitivitas relatif dari masing-masing sampel. Nilai permitivitas relatif dari kolesterol akrilat tanpa inisiator sebesar 1,0398 dan nilai ini mengalami peningkatan pada campuran polimer kolesterol akrilat-ITO dengan konsentrasi inisiator darocure 1173 0,125% ; 0,250% dan 0,375%. Hal ini dikarenakan ketika sampel dialiri suatu medan listrik dengan frekuensi tertentu, atom-atom di dalam suatu material akan terpolarisasi. Hal ini menunjukkan bahwa komposit lebih terpolarisasi dibandingkan polimer kolesterol akrilat tanpa inisiator darocure 1173.

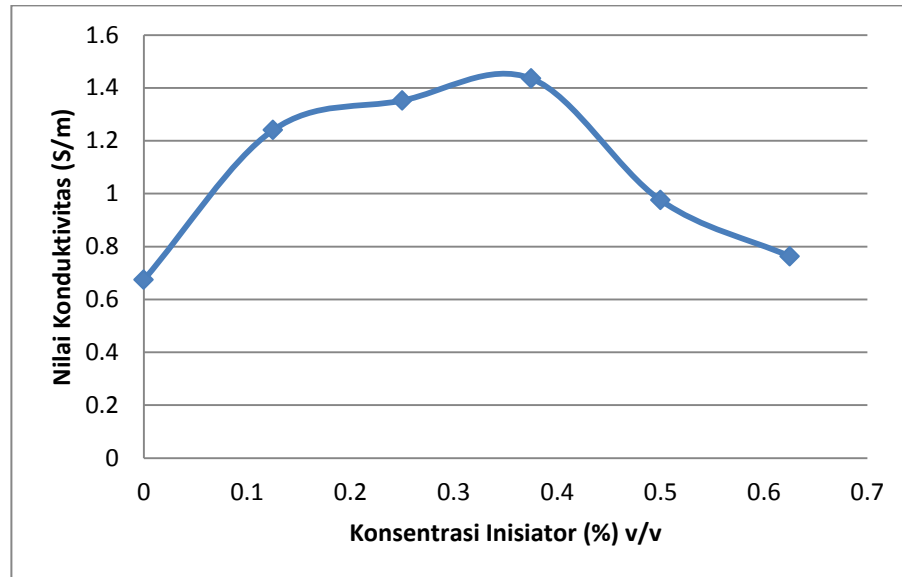
Tabel 7. Data Nilai Konduktivitas dan Konstanta dielektrik sampel Komposit Polimer Kolesterol Akrilat-ITO pada 1kHz.

Konsentrasi Inisiator (%) V/V	G (s)	σ (S/m)	Cs (F)	E
0	$0,98 \times 10^{-10}$	$0,67 \times 10^{-10}$	$7,543 \times 10^{-13}$	1.0398
0,125	$1,65 \times 10^{-10}$	$1,24 \times 10^{-10}$	$1,5242 \times 10^{-12}$	2.1011
0,250	$1,80 \times 10^{-10}$	$1,35 \times 10^{-10}$	$1,7262 \times 10^{-12}$	2.3796
0,375	$1,91 \times 10^{-10}$	$1,43 \times 10^{-10}$	$1,742 \times 10^{-12}$	2.4014
0,500	$1,30 \times 10^{-10}$	$0,97 \times 10^{-10}$	$1,5264 \times 10^{-12}$	2.1042
0,625	$1,01 \times 10^{-10}$	$0,76 \times 10^{-10}$	$1,4824 \times 10^{-12}$	2.0435

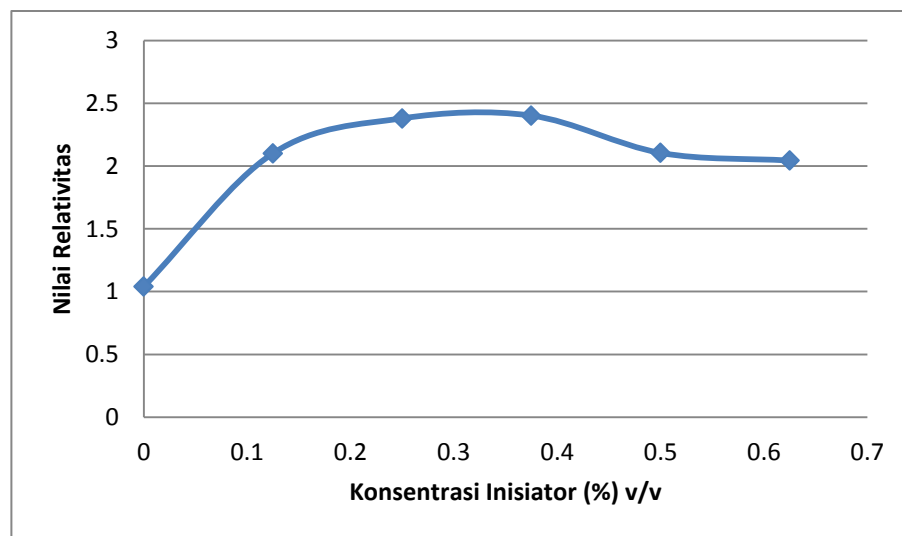
Ketika medan listrik dialirkan pada sampel komposit polimer kolesteril akrilat-ITO, terjadi pengaliran energi pada sampel sehingga elektron-elektron yang ada pada polimer kolesteril akrilat teralirkan dari pita valensi ke pita konduktansi (Atkins, 1999). Hal ini dikarenakan ITO dapat mempolarisasikan kolesteril akrilat dengan cara menginduksi elektron-elektron yang ada pada kolesteril akrilat. Hal tersebutlah yang menyebabkan elektron-elektron yang ada pada sampel komposit kolesteril akrilat-ITO lebih termobilisasi.

Namun terjadi penurunan pada sampel konsentrasi inisiator darocure 1173 0,500% dan 0,625% Ketika konsentrasi inisiator semakin besar terjadi kelebihan radikal dibanding bagian reaktif yang ada. Dengan demikian, radikal tidak mampu lagi memacu reaksi polimerisasi dengan cepat. Pada keadaan ini, reaksi terminasi lebih dominan dan membentuk polimer dengan berat molekul yang rendah (Danu Sugiarto *et al*, 2010). Karena yang terbentuk polimer dengan rantai pendek, maka polimer kolesteril akrilat tidak maksimal dalam mempolarisasikan dengan cara menginduksi elektron-elektron pada sampel.

Berdasarkan penelitian Jejeoung *et al* (2012) yang mengkombinasikan *indium tin oxide* dengan poly(9,3,4-ethylenedioxythiophene) menghasilkan suatu nanokomposit yang bersifat konduktif dengan nilai konduktivitas antara 0,1 sampai 15 S/cm dengan daya tembus yang meningkat dari 25% menjadi 85%. Salah satu aplikasi dari komposit kristal cair adalah dengan dijadikannya menjadi sel surya. Sel surya adalah salah satu sumber energi masa depan dengan memanfaatkan energi matahari. Salah satu cara untuk memanfaatkan energy matahari adalah dengan merubahnya menjadi energi listrik dengan alat yang disebut sel surya (Hamakawa, 2004)



(a)



(b)

Gambar 27. Grafik Hubungan Konsentrasi Inisiator Darocure 1173 dengan (a) Nilai Konduktivitas (b) Nilai Relativitas pada Frekuensi 1kHz

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengaruh konsentrasi inisiator darocur 1173 terhadap sifat konduktivitas komposit polimer kolesteril akrilat telah berhasil dilakukan dengan metode UV Curing yang dapat ditunjukkan dengan beberapa hasil karakterisasi dari FTIR, XRD, SEM dan LCR Meter yang digunakan :

1. Hasil komposit PKA-ITO dengan tambahan inisiator memiliki nilai konduktivitas lebih besar dibandingkan nilai konduktivitas komposit PKA-ITO tanpa menggunakan inisiator.
2. Nilai konduktivitas komposit PKA-ITO semakin besar seiring meningkatnya konsentrasi inisiator yang ditambahkan dalam komposit PKA-ITO dengan nilai optimum konsentrasi inisiator darocur sebesar 0,375%.
3. Berdasarkan hasil SEM menunjukkan adanya interaksi kolesteril akrilat dengan ITO yang ditunjukkan dengan bentuk morfologi permukaan yang mempunyai bentuk lebih bulat-bulat besar dan mengumpal.
4. Berdasarkan hasil FTIR menunjukan adanya interaksi antara polimer kolesteril akrilat dengan ITO pada bilangan gelombang gelombang 1730cm^{-1} .
5. Berdasarkan data XRD dengan konsentrasi 0,250% terlihat 2 puncak kristalinitas yaitu puncak ITO dan puncak kolesteril akrilat dengan Indium Oksida. Hal tersebut terlihat dari puncak yang muncul pada 2θ $7,75^\circ$ dan $30,65^\circ$.
6. Polimer Kolesteril akrilat mempunyai fasa amorf dikarenakan adanya interaksi ITO, karena semakin banyak konsentrasi ITO akan mengubah bidang kristal dari kristal cair.

B. Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan agar penelitian ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik, diantaranya :

1. Mensintesis komposit polimer kolesteril akrilat-ITO dengan ketebalan minimal 1mm untuk berbagai alat instrument seperti SEM, XRD dan GPC.
2. Diperlukan optimasi massa monomer kolesterila akrilat terhadap konsentrasi ITO.
3. Diperlukan variasi frekuensi untuk mengetahui permitivitas mutlak dari kristal cair kolesteril akrilat.
4. Diperbesar kuantitas dari ITO untuk mendapatkan nilai konduktivitas yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, Hikam M., Soegiyono, B., and Riswoko A. 2012. XRD Pattern of Liquid Crystal Monomer Acrylate that Conjugated with Cholesterol and p-Hydroxyphenyl-2-Methyl Butanoic. *J. Chem. Chem. Eng.* 6, 199-208.
- Afrizal, Riswoko A, Setioko Wahyu. 2010. *Sintesis dan Karakterisasi Struktur Kristal Cair Feroelektrik Tipe Ester Benzoat Turunan dari Asam (S)-(+)-2-Metil Butanoat*. Pusat Teknologi Material (PTM) – BPPT.
- Afrizal, Riswoko, A., Hikam, M., dan Alhara. 2011. Thermal Analysis and Observation The Textures Blending of Monomer Liquid Crystal of Cholesteryl Acrylate with Cyclohexyl Acrylate and Cyanofenol Acrylate. *Proceedings of the 2nd International Seminar on Chemistry*, 51-54.
- Afrizal, Umeir, Ahmad Faizurrahman dan Riswoko, Asep. 2013. Uji Spektrofotometer UV-VIS pada produk Blending Kristal Cair Kolesteril Akrilat dengan Kristal Cair Tipe Ester Benzoat *JRSKT*. Vol. 3 No.1
- Ahdani, Maulida Putri. 2013. Analisis Minyak Babi pada Pelembab yang Mengandung Minyak Inti Sawit dengan Menggunakan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR). Skripsi. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Syarif Hidayatullah
- Ammala, A., Bateman S., Dean K., Petinakis E., Sangwan P., Wong S., Yuan, Q., Yu, L., Patrick C., Leong, K.H. 2011. An overview of degradable and biodegradable polyolefins. *Progress in Polymer Science*, 36: 1015–1049
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika Jilid 2* edisi keempat. Jakarta : Erlangga
- Berg, A., Wieland, M., Naumann, J., dan Jaekel, O. 2013. High Resolution Dosimetry in Monoenergetic Proton Beam Therapy on A Normoxic Polymer Gel: The Importance of High Spatial Resolution for Reduced Bragg-Peak-Quenching. *Journal of Physics: Conference Series* 444, 012054.
- Budianto E, Nizardo N M, Utari T. 2008. Pengaruh Teknik Polimerisasi Emulsi terhadap Ukuran Partikel Kopolimer (Stirena/Butil Akrilat/Metil Metakrilat). *Makara Sains*. 12(1): 15-22.
- Callister, W. D. dan David, G. R. 2010. *Materials Science and Engineering an Introduction* 8th Edition. John Wiley & Sons: USA.

- Charles, J. Capozzi1., Sandra Shackelford, Runqing Ou and Rosario A. Gerhardt. 2008. Impedance spectroscopy and optical characterization of polymethyl methacrylate/indium tin oxide nanocomposites with three-dimensional Voronoi microstructures. *Journal of Applied Physics*, 104, 114902
- Choi Dongchul, Sung Jei. Hong, and Yongkeun Son. 2014. Characteristics of Indium Tin Oxide (ITO) Nanoparticles Recovered by Lift-off Method from TFT-LCD Panel Scraps. *Materials*, 7, 7662-7669
- Christiaan, E., Bruggeman, P.J., Karp, M.J., dan Ferreira, L. 2007. Synthesis and Characterization of Photocurable Elastomers from Poly(Glycerolco-Sebacate). *American Chemical Society: Biomacromolecules*.
- Ciba Specialty Chemicals. 2001. *UV Curing Technical Principle and Mechanism. Switzerland: Ciba Specialty Chemicals Inc.*
- Danu Sugiarto, Marsono, Julianti J.R, dan Ardiartsi.M. 2010. *Sifat-Sifat Lapisan Poliester Akrilat Hasil Iradiasi Dengan Sinar Ultra-Violet*. Serpong : BATAN
- Decker, C. 2010. *UV-Radiation Curing of Adhesives. Handbook of Adhesives and Sealants*, Vol. 2. Chapter 5, 303-353
- Fessenden, J. Ralph dan Joan.S.Fessenden, 1982. *Kimia Organik Jilid I Edisi ketiga*. Jakarta: Erlangga
- Gatechair, R, Lislei and D. Tratzky. 1993. *Photoinitiator. An Overview of Mechanisme and Application Journal of Radiation Curing*.4
- Hanafi, M. 1995. *Studies of Novel Antibiotic Metabolites from Streptomyces sp.* Department of Chemistry, Faculty of Science, Osaka City University.
- Hamakawa, Y. 2004. *Thin-film solar cells: next generation photovoltaics and its applications*. Springer-Verlag, Germany, 2004.
- Handono, Dhedy. 2011. *Desifikasi Kayu Randu (Ceiba Pentandra (L.) Gaertn) Menggunakan Proses Penenkanan dan Pelapisan Permukaan Polimer Poliester Serta Metode Radiasi-UV*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah
- Husniati. 2008. *Sintesis Senyawa Analog UK-3A: 3-Hidroksi-N- Oktipikolinamida, 2-Hidroksi-N-Fenil-Benzamida, 3-Hidroksi-N- Fenilpikolinamida, dan 2-Hidroksi-N-Oktilbenzamida dan Uji Bioaktivitas Secara In Vitro Terhadap Sel Kanker Murine Leukimia P-388*. Depok: Universitas Indonesia.

- Irzaman, R Erviansyah, H. Syafutra, A Maddu, dan Siswadi. 2010. *Studi Konduktivitas Listrik Film Tipis Ba_{0.25}Sr_{0.75}TiO₃ Yang Didadah Ferium Oksida (BFST) Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition*; Berkala Fisika, 13(1), hal 33 -38
- Jejeong, Yu., Eunhee Lim , Sungkoo Lee , Taeho Kim dan Kyeong K. Lee. 2012. Poly(3,4-Ethylenedioxythiophene)- Indium Tin Oxide Nanocomposites: Improved Electrochromic Response and Efficiency. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 564, 169–177
- Khuram, Ali., Sohail A Khan dan Mohd Zubir Mat Jafri. 2014. Structural and optical properties of ITO/TiO₂ anti-reflective films for solar cell applications. *Nanoscale Research Letters*, 49, 175
- Kingsley, N. 2008. Liquid Qrystal Polymer: Enabling Next-Generation Conformal and Multilayer Electronics. *Microwave Journal*, pg: 188- 200.
- Kishikawa, K., Aikyo,S., Akiyama, S., Inoue, T., Takahashi, M., Yagai, S., Aonuma, H., dan Kohmoto, S. 2011. Realization of A Lateral Directional Order in Nematic and Smectic A Phases of Rodlike Molecules by Using Perfluoroarene–Arene Interactions. *Soft Matter*, Vol. 7, 5176.
- Liang, Bau-Jy., Don-Gey Liu, Wun-Yi Shie , Wei-Lung Tsai , Pei-Fung Hsu dan Rong-Fuh Louh. 2013. Effects of Nanoscaled Tin-Doped Indium Oxide on Liquid Crystals against Electrostatic Discharge. *Crystals*, 3, 530-553
- Lin, Guan-Jhong., Tien-Jung Chen, Yu-Ting Lin, Jin-Jei Wu, dan Ying-Jay Yang. 2014. Effects of chiral dopant on electro-optical properties of nematic liquid crystal cells under in-plane switching and non- uniform vertical electric fields. *Optical Materials Express*, 4(12)
- Majid, Farahmandjou. 2013. Synthesis and Morphology Study of Nano- Indium Tin Oxide (ITO) Grains. *Int. J. Bio-Inorg. Hybd. Nanomat.*, 2(2), 373-378
- Moon, J.H, Shul, Y.G, Han, H.S, Hong, S.Y, Choi, Y.S, Kim, H.T. 2004. A Study on UV-Curable Adhesives for Optical Pick-Up: I. Photo-Initiator effects. *International Joournal of Adhesion & Adhesives* 25. 301-312
- Nur Ubaeni, Esti. 2016. *Optimasi Waktu Fotopolimerisasi Insitu Senyawa Kolesteril Akrilat Pada Rentang Suhu 60-700C Dengan Metode UV Curing*. (Skripsi). Jakarta : Universitas Negeri Jakarta
- Ogunniyi, D.S., 2013. *My Adventure with Polymers*. Nigeria: The Library and Publication Committee.

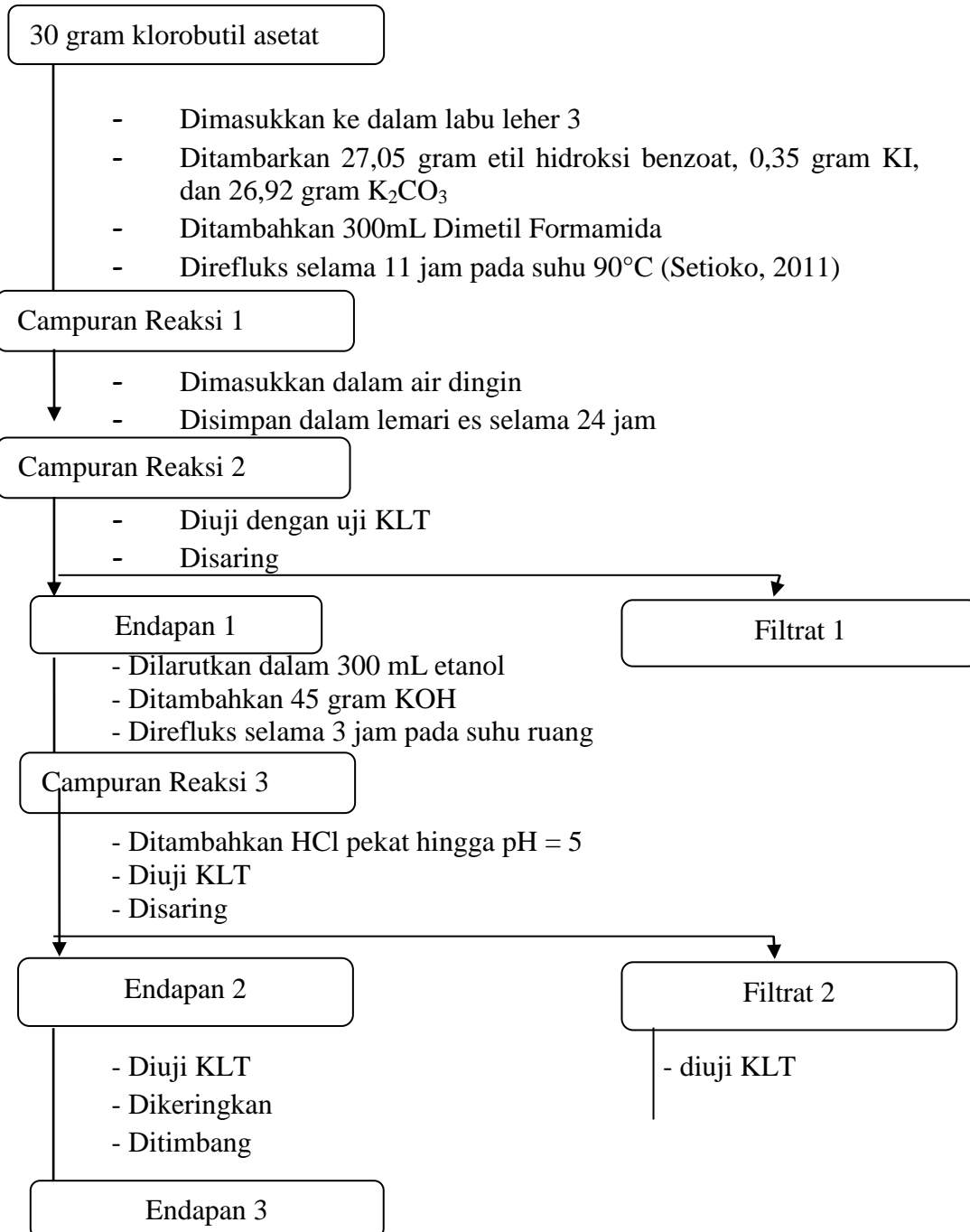
- Oksana Y. Mindyuk, MacKenzie R. Stetzer, Paul A. Heiney, James C. Nelson, dan Jeffrey S. Moore. 1998. High Resolution X-Ray Diffraction Study Of a Tubular Liquid Crystal. *Advanced Material*
- Riswoko, A. 2010. *Rekayasa Material Berbasis Struktur Nano Polimer Elektronik untuk Komponen Perangkat Deteksi di Area Rawan Radiasi. (Laporan Akhir)* Pusat Teknologi Material-TIEM.
- Riswoko, A., Afrizal, Hikam, M., dan Alhara. 2011. Thermal Analysis and Observation The Textures Blending of Monomer Liquid Crystal of Cholesteryl Acrylate with Cyclohexyl Acrylate and Cyanofenol Acrylate. *Proceedings of the 2nd International Seminar on Chemistry*, 51-54.
- Rosyid, A. 2008. Pelapisan Berwarna Pada Permukaan Papan Partikel Dengan Polimer Uretan Akrilat Menggunakan Radiasi-UV. Jurusan Kimia Universitas Islam Syarief Hidayatullah. *Skripsi*. Jakarta
- Santosa, A. 2008. *Analisa Struktur dan Komposisi Material Lapisan Tungsten Carbide/Cobalt (Wc/Co) yang Dipersiapkan dengan Metode HVOF*. Universitas Indonesia: Fisika Murni dan Terapan.
- Thermo Nicolet Corporation. 2001. Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry. USA: *Thermo Electron Business*.
- Thirumoorthi, M, J. Thomas Joseph Prakash. 2016 structure, optical and electrical properties on indium tin oxide ultra thin films prepared ny jet nebulizer spray pyrolysis technique. *Journal of Asian Ceramic Societies*
- Trajkovska Petkoska, Anka. 2014. The Role of Conductive Dopant In Polymer Cholesteric Liquid Crystal. *Macedonian Journal of Chemistry and Engineering*, 33 (2),297-297
- Wen, Q., Zhang, Y., dan Zhu, J. 2013. Preparation and Characterization of UV Curable Polyurethane Acrylate Adhesives. *Advanced Materials Research*, Vol. 773, 654-659.
- Wibowo, H. B., dan Rosman, E. 2000. Kinetika Polimerisasi Butadien Secara Emulsi dengan Katalis H₂O₂. *Proceeding JNK*, ISSN 0854- 6541.
- Wiley. John and Sons. 1977. Liquid Crystalline Order In Polymers With Cholesteric Side Groups. *Polymer Letter Edition*. Vol 15

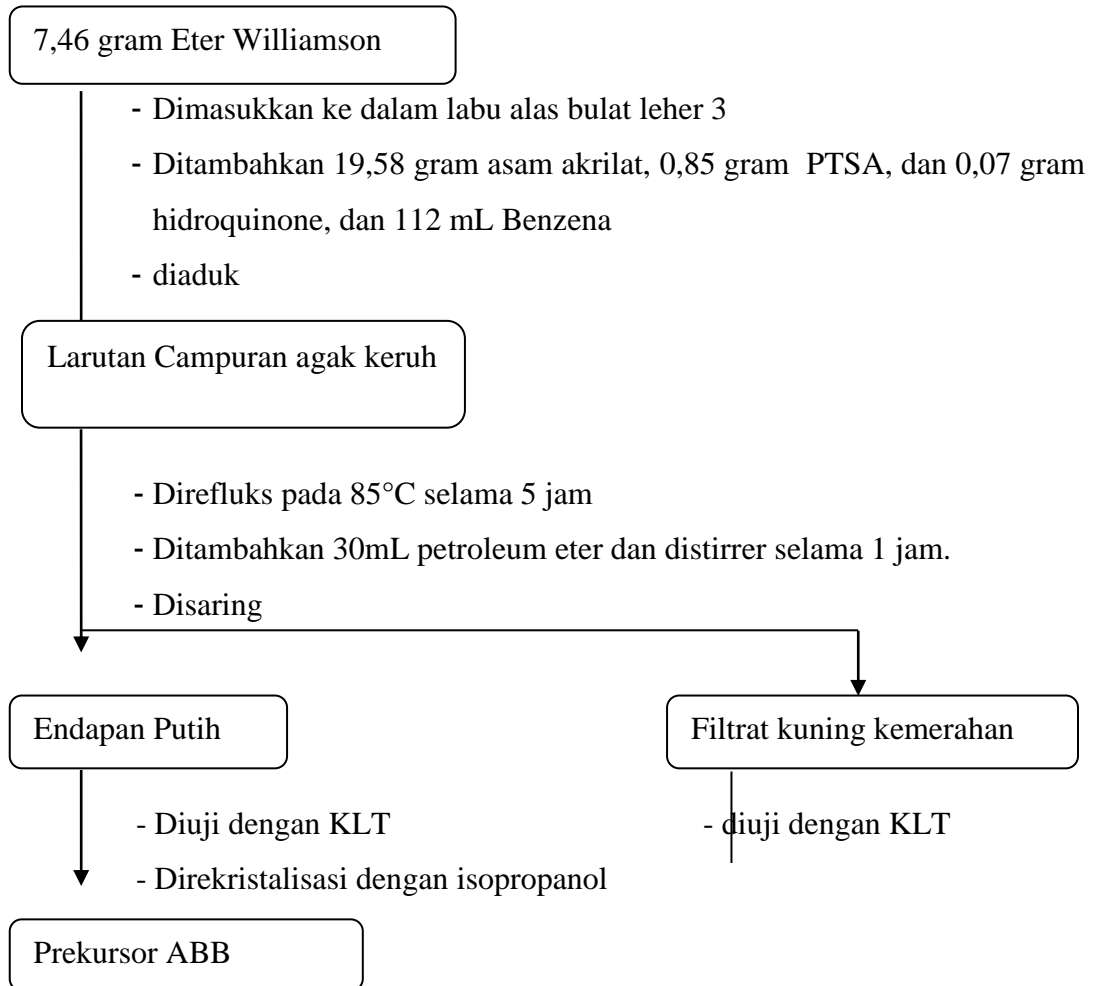
- Yagci, Y., Jockusch, S., dan Turro, N.J. 2010. Photoinitiated Polymerization: Advances, Challenges, and Opportunities. *Macromolecules*, Vol. 43, 6245-6260.
- Yunasfi, Setyo Purwanto, da Tria Madesa. 2011. Karakterisasi Sifat Listrik Grafit Setelah Iradiasi dengan Sinar γ . *J. Iptek Nuklir Ganendra*, 14(2), 76-80
- Yuxiang Zhou dkk. 2009. Polymers Comprising Cholesterol : Synthesis, Self-Assembly, and Applications (review). *Materials*, 2, 636-660

DAFTAR LAMPIRAN

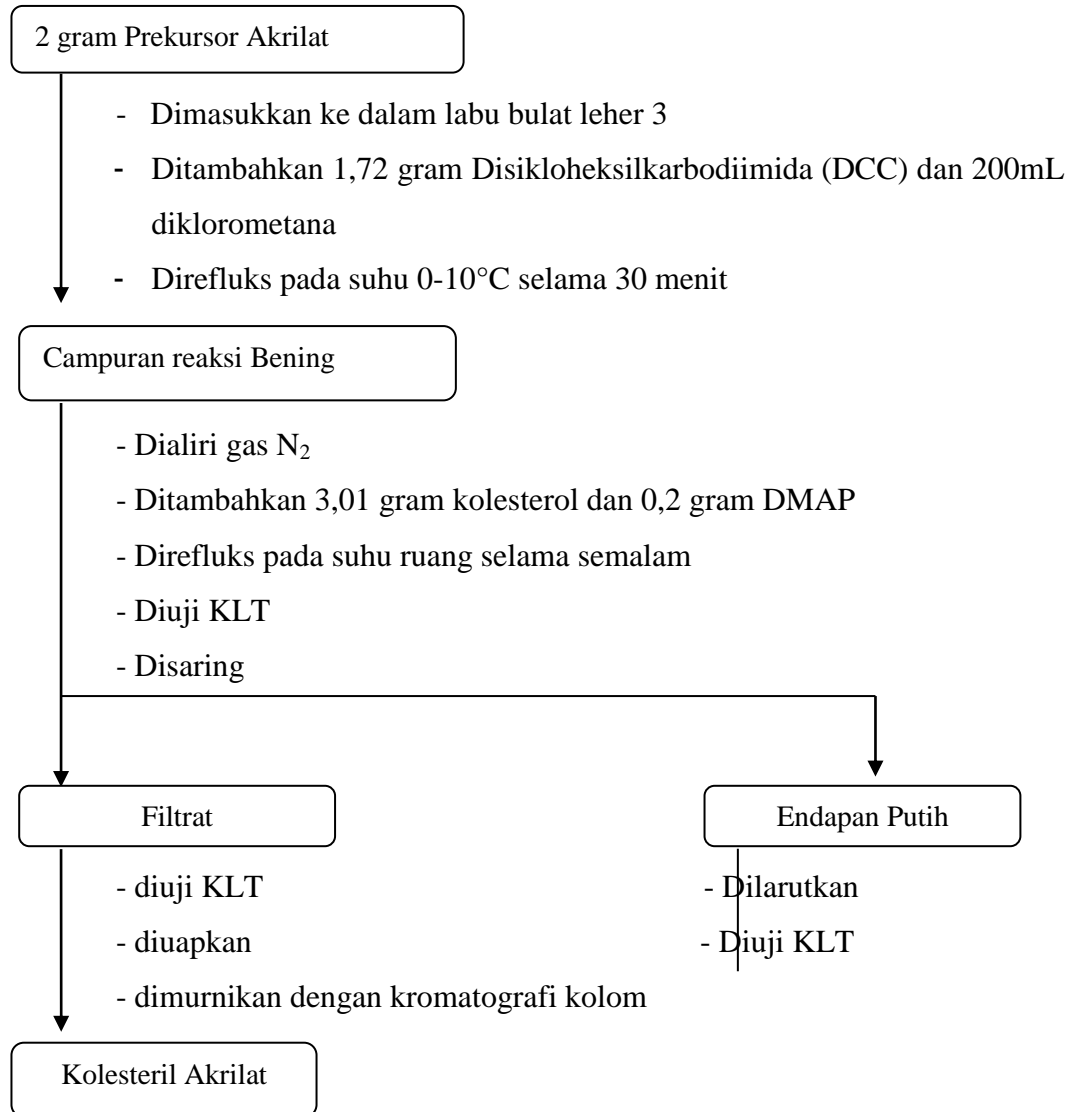
Lampiran 1. Sintesis Prekursor Asam Akriloloksi Butiloksi Benzoat (ABB)

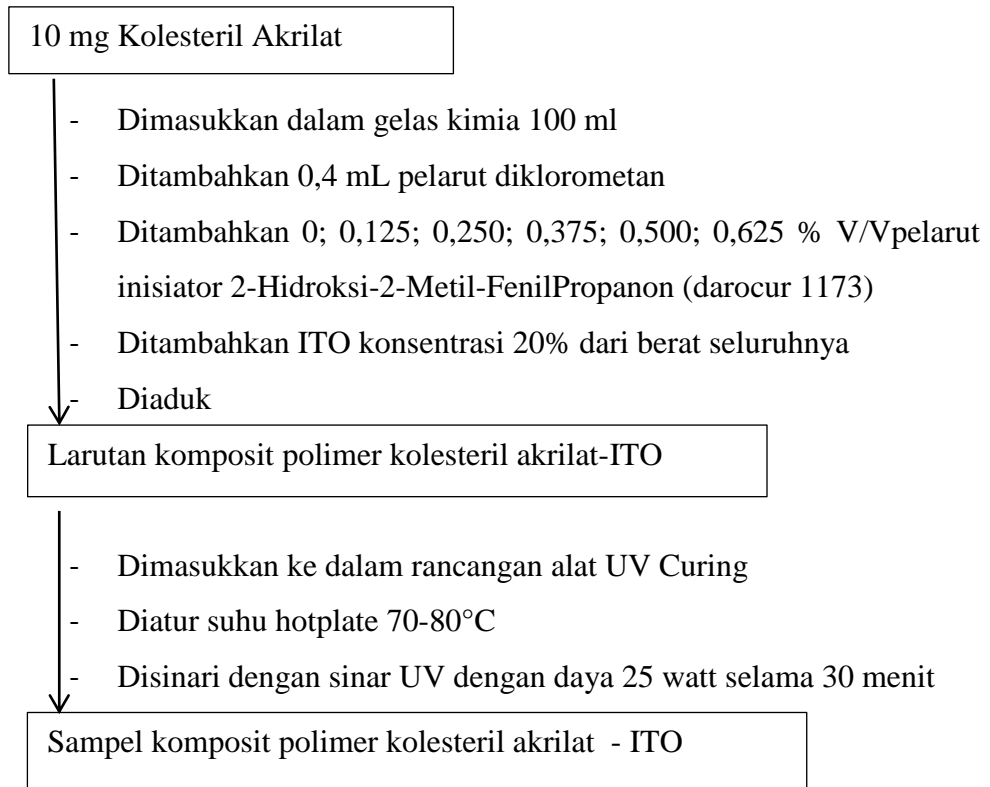
a. Pembuatan Eter Williamson dan Hidrolisisnya



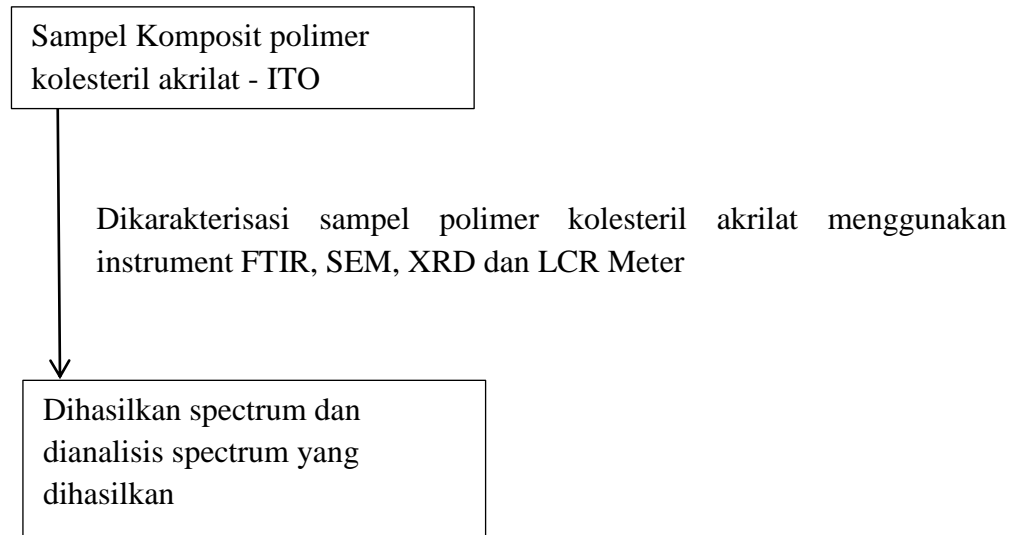
b. Bagan Pembuatan Prekursor Akriiloiloksi Butiloksi Benzoat (ABB)

Lampiran 2. Prosedur Sintesis Kolesteril Akrilat

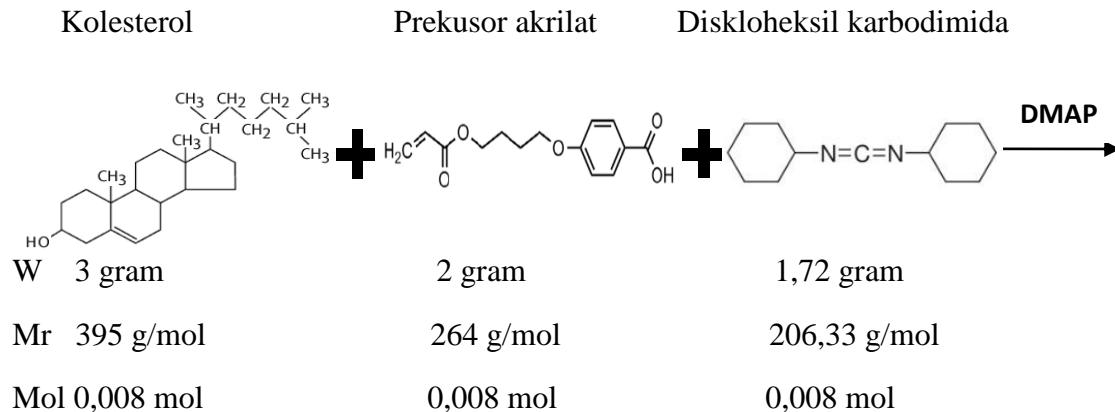


Lampiran 3. Fotopolimerisasi Kolesteril Akrilat dengan Metode *UV Curing*

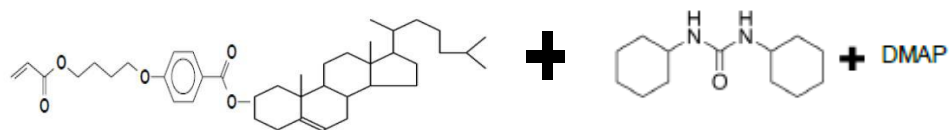
Lampiran 4. Karakterisasi Sampel Polimer Kolesteril Akrilat



Lampiran 5. Perhitungan Rendemen Produk Kristal Cair Kolesterol Akrilat



Produk :



Kolesterol Akrilat

W	x gram	-
Mr	640 gram/mol	-
Mol	0,008 mol	-

Massa kolesterol akrilat teoritis adalah

$$m = 0,008 \text{ mol} \times 640 \text{ gram/mol} = 5,12 \text{ gram}$$

Persen Rendemen (%)

$$\begin{aligned} \text{Persen Rendemen} &= \frac{\text{Massa produk hasil percobaan}}{\text{Massa produk secara teoritis}} \times 100\% \\ &= \frac{3,82 \text{ gram}}{5,12 \text{ gram}} \times 100\% \\ &= 74,61 \% \end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Nilai Konduktivitas (σ) dan Permittivitas Relatif (ϵ)

a. Perhitungan Konduktivitas (σ)

Dik : Panjang Plat Sampel = 2×10^{-2} m

Tebal Sampel = 3×10^{-5} m

Lebar Plat Sampel = 2×10^{-2} m

Tebal Plat Sampel = 1.93×10^{-3} m

Luas Plat Sampel = 4×10^{-4} m²

Tebal Plat + Sampel = 1.96×10^{-3} m

Dit : σ (S/m) ?

Jawab :

$$\sigma = G \frac{l}{A}$$

Volume Inisiator 0 μ L

$$G = 8,9862 \times 10^{-10} \text{ S}$$

$$\sigma = 8,9862 \times 10^{-10} \text{ S} \cdot \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 6,73965 \times 10^{-11} \text{ S/m}$$

Volume Inisiator 1,5 μ L

$$G = 1,9143 \times 10^{-9} \text{ S}$$

$$\sigma = 1,9143 \times 10^{-9} \text{ S} \cdot \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 1,435 \times 10^{-10} \text{ S/m}$$

Volume Inisiator 0,5 μ L

$$G = 1,6543 \times 10^{-9} \text{ S}$$

$$\sigma = 1,6543 \times 10^{-9} \text{ S} \cdot \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 1,240 \times 10^{-10} \text{ S/m}$$

Volume Inisiator 2 μ L

$$G = 1,3008 \times 10^{-9} \text{ S}$$

$$\sigma = 1,3008 \times 10^{-9} \text{ S} \cdot \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 9,756 \times 10^{-11} \text{ S/m}$$

Volume Inisiator 1 μ L

$$G = 1,80285 \times 10^{-9} \text{ S}$$

$$\sigma = 1,80285 \times 10^{-9} \text{ S} \cdot \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 1,352 \times 10^{-10} \text{ S/m}$$

Volume Inisiator 2,5 μ L

$$G = 1,0174 \times 10^{-9} \text{ S}$$

$$\sigma = 1,0174 \times 10^{-9} \text{ S} \cdot \frac{3 \times 10^{-5} \text{ m}}{4 \times 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 7,6305 \times 10^{-11} \text{ S/m}$$

b. Perhitungan Relativitas (ϵ)

Dik : $C_0 = 7,254 \times 10^{-13} \text{ F}$

Dit : ϵ ?

Jawab :

$$\epsilon = \frac{C \text{ dengan sampel } (C)}{C \text{ tanpa sampel } (C_0)}$$

Volume Inisiator 0 μL

$$C = 7,543 \times 10^{-13} \text{ F}$$

$$\epsilon = \frac{7,543 \times 10^{-13} \text{ F}}{7,254 \times 10^{-13} \text{ F}}$$

$$\epsilon = 1,0398$$

Volume Inisiator 1,5 μL

$$C = 1.742 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\epsilon = \frac{1.742 \times 10^{-12} \text{ F}}{7,254 \times 10^{-13} \text{ F}}$$

$$\epsilon = 2,4014$$

Volume Inisiator 0.5 μL

$$C = 1,5242 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\epsilon = \frac{1,5242 \times 10^{-12} \text{ F}}{7,254 \times 10^{-13} \text{ F}}$$

$$\epsilon = 2,1011$$

Volume Inisiator 2 μL

$$C = 1,5264 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\epsilon = \frac{1,5264 \times 10^{-12} \text{ F}}{7,254 \times 10^{-13} \text{ F}}$$

$$\epsilon = 2,1042$$

Volume Inisiator 1 μL

$$C = 1,7262 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\epsilon = \frac{1,7262 \times 10^{-12} \text{ F}}{7,254 \times 10^{-13} \text{ F}}$$

$$\epsilon = 2,3796$$

Volume Inisiator 2,5 μL

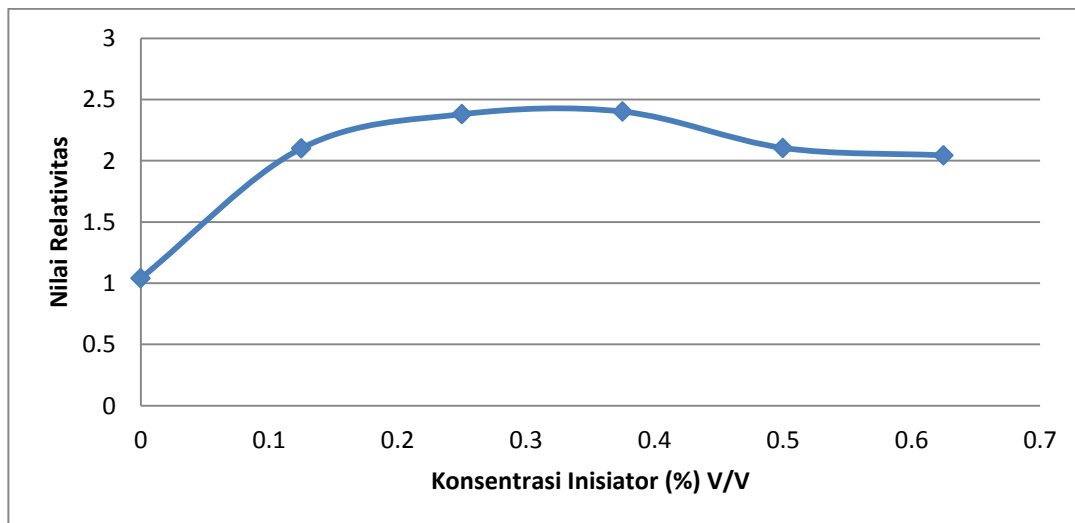
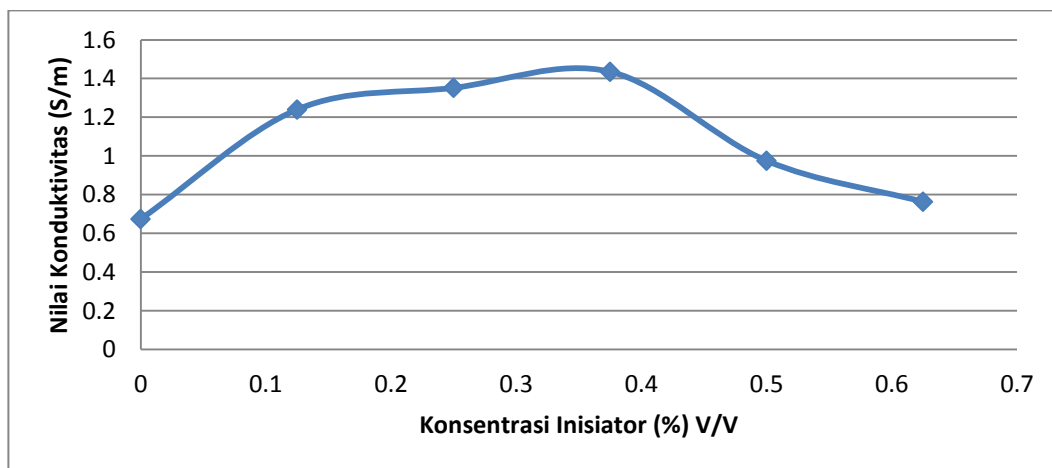
$$C = 1,4824 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$\epsilon = \frac{1,4824 \times 10^{-12} \text{ F}}{7,254 \times 10^{-13} \text{ F}}$$

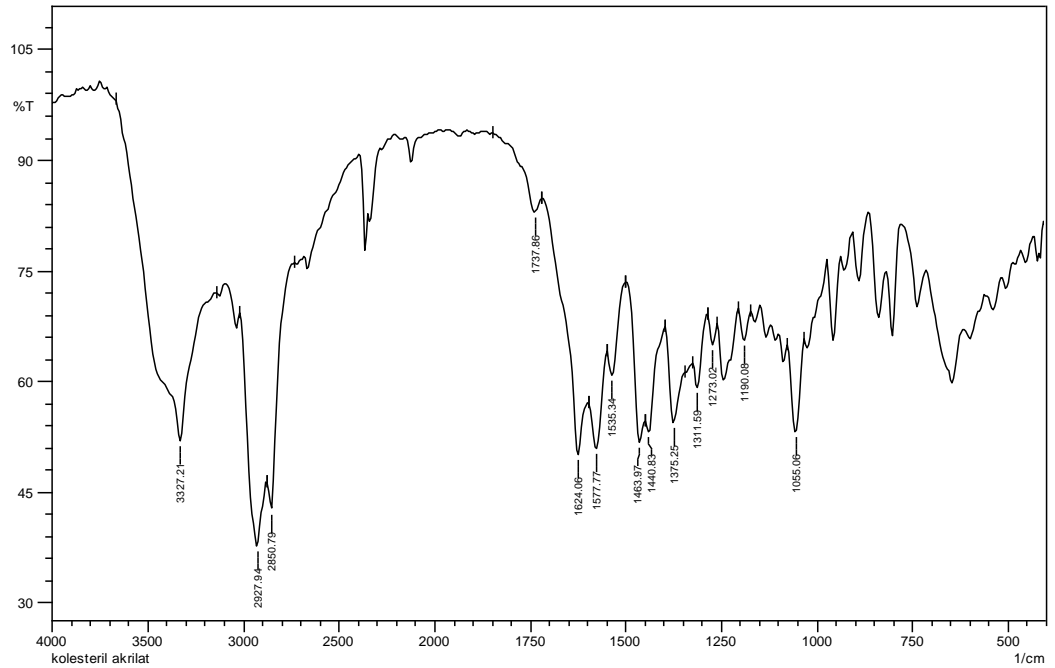
$$\epsilon = 2,0435$$

Lampiran 7. Grafik Nilai Konduktivitas dan Permetivitas

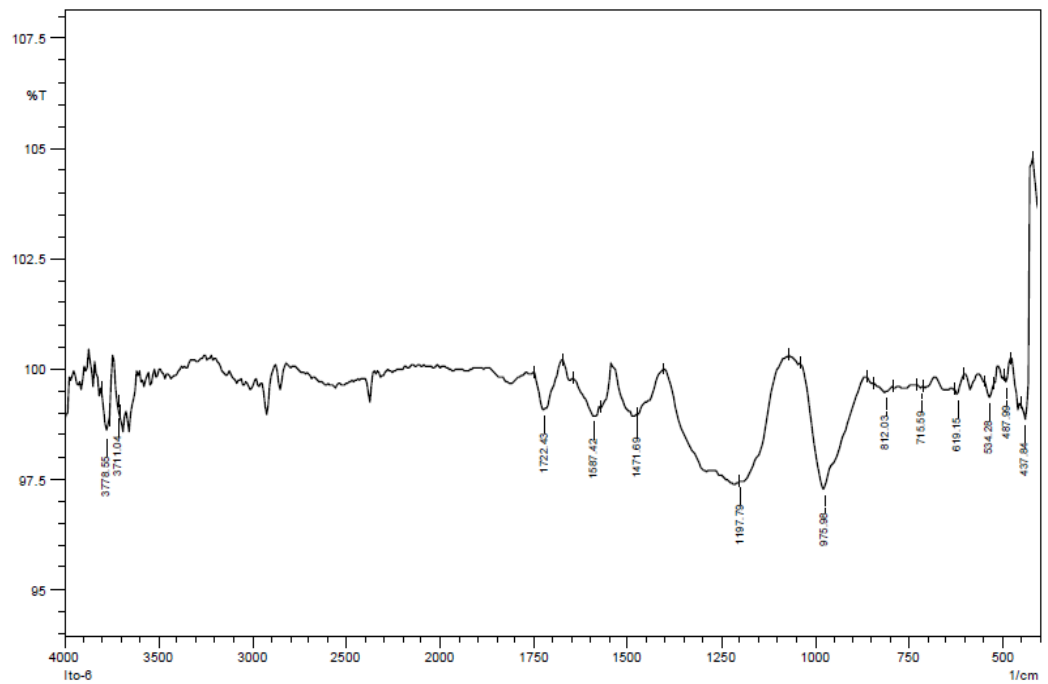
Konsentrasi Inisiator (% V/V)	G (s)	σ (S/m)	Cs (F)	ϵ
0	0.6739	1.0398	$7,543 \times 10^{-13}$	1.0398
0.125	1.24	2.1011	$1,5242 \times 10^{-12}$	2.1011
0.25	1.352	2.3796	$1,7262 \times 10^{-12}$	2.3796
0.375	1.435	2.4014	1.742×10^{-12}	2.4014
0.5	0.975	2.1045	$1,5264 \times 10^{-12}$	2.1042
0.625	0.763	2.0435	$1,4824 \times 10^{-12}$	2.0435

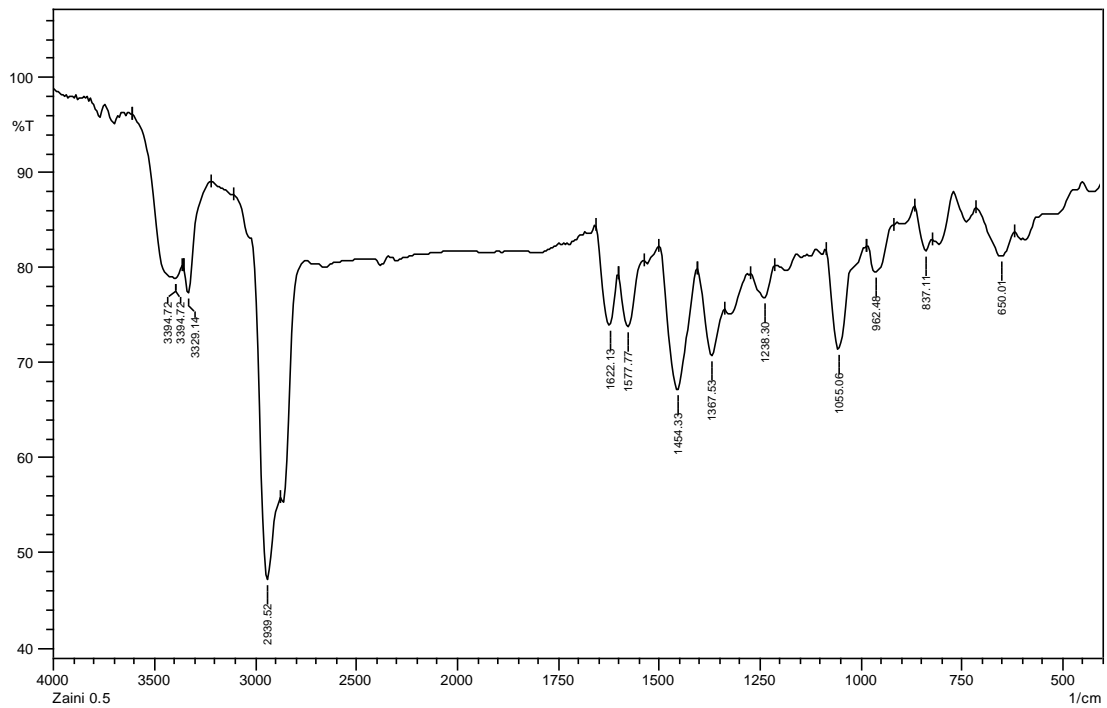
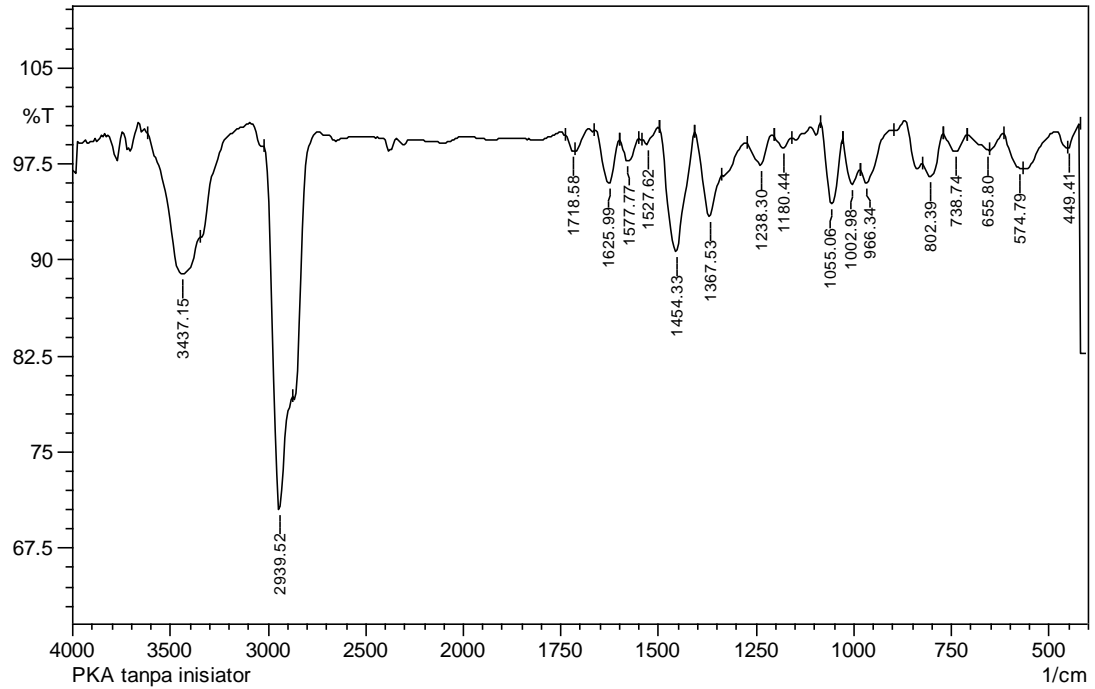


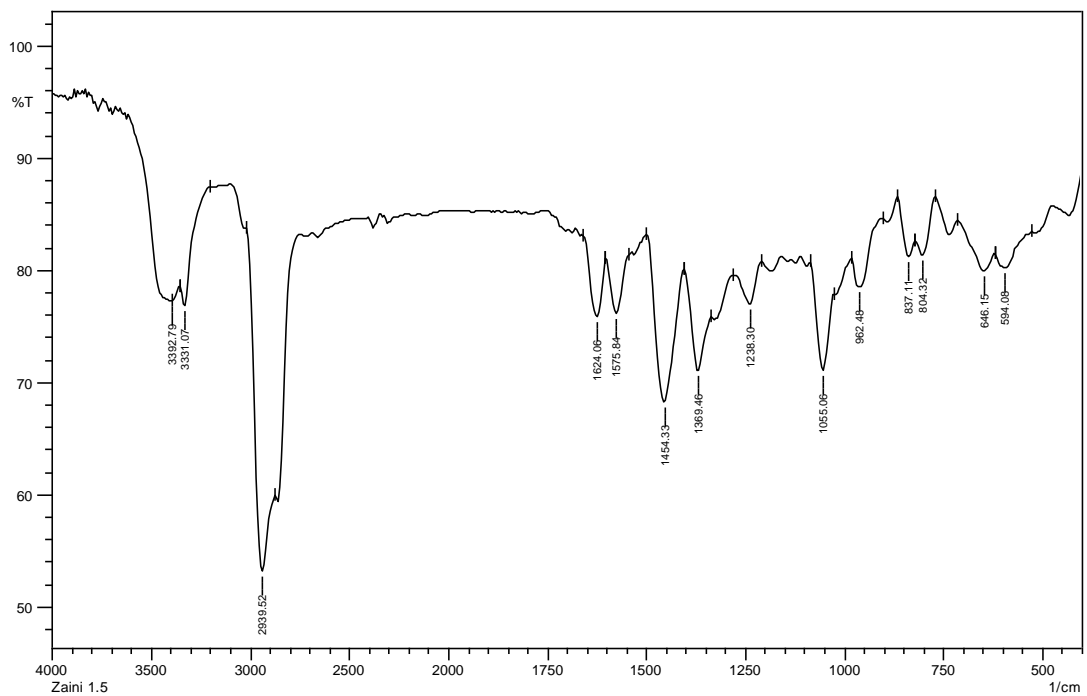
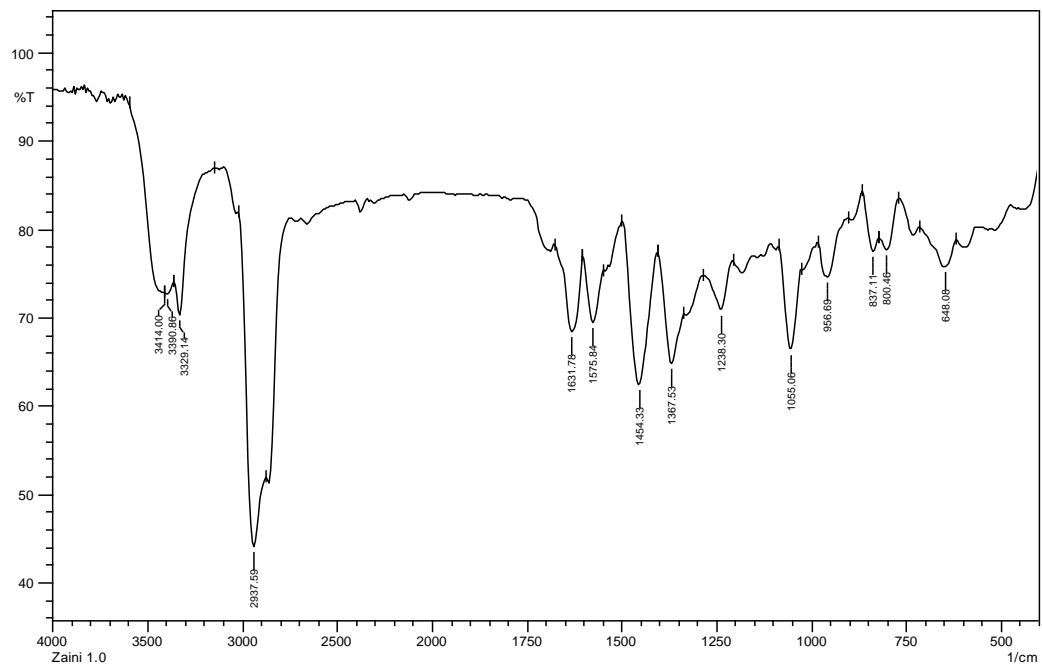
Lampiran 8. Spektrum IR Monomer Kolesterolil Akrilat

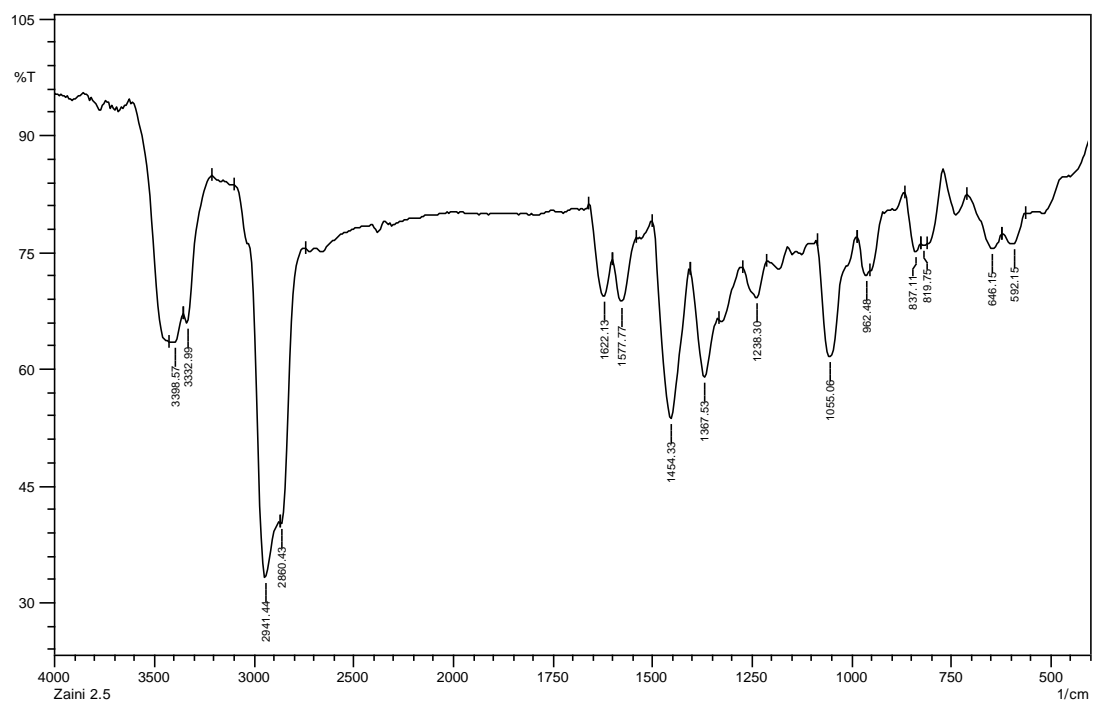
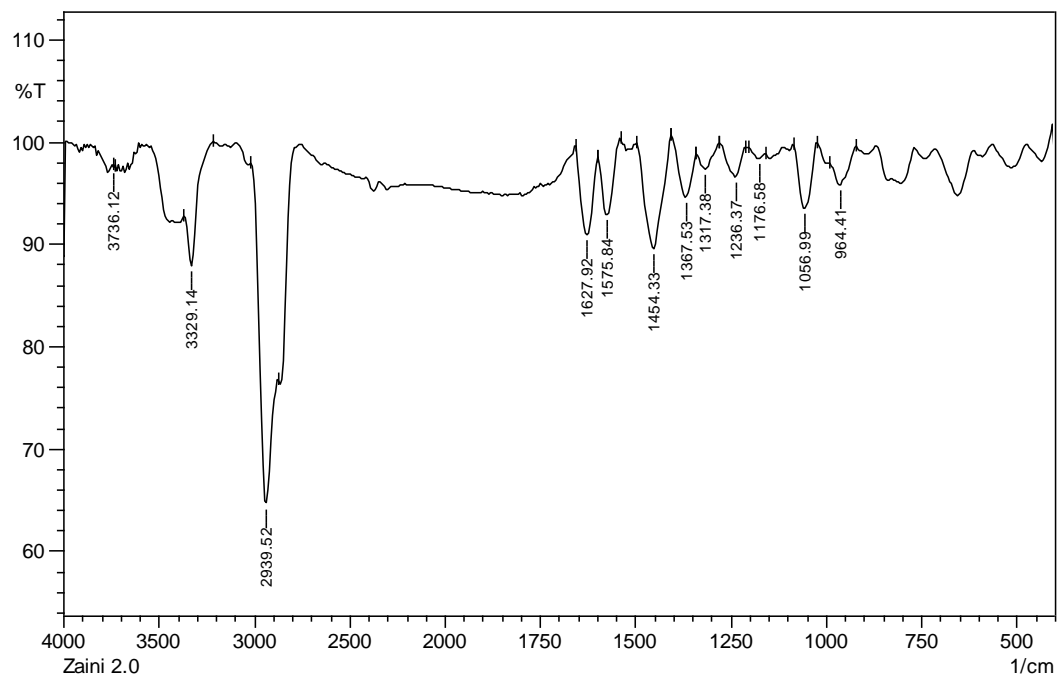


Lampiran 9. Spektrum IR ITO (*Indium Tin Oxide*)



Lampiran 10. Spektrum IR Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO





Lampiran 11. Hasil Uji LCR Meter

LabVIEW Measurement
Writer_Version 0.92
Reader_Version 1
Separator Tab
Multi_Heading Yes
X_Columns Multi
Time_Pref Relative
Operator asdasd
Date 2017/06/01
Time 00:05:24.25
End_of_Header

Channels 1
Samples 14
Date 17/06/01
Time 00:05:42.092999
X_Dimension Time
X0 0.0000000000000000E+0
Delta_X 1.000000
End_of_Header

X_Value	Comment
0.000000	1.464200E+8
1.000000	6.829800E-9
2.000000	35.670000
3.000000	0.6739
4.000000	6.339100E-13
5.000000	1.393000
6.000000	13590.000000
7.000000	39959.000000
8.000000	0.720000
9.000000	1.189400E+8
10.000000	0.7543
11.000000	1.802400E+8
12.000000	8.538600E+7
13.000000	3.982900E-9

LabVIEW Measurement
Writer_Version 0.92
Reader_Version 1
Separator Tab
Multi_Heading Yes
X_Columns Multi
Time_Pref Relative
Operator asdasd
Date 2017/06/01
Time 00:05:24.25
End_of_Header

Channels 1
Samples 14
Date 17/06/01
Time 00:05:42.092999
X_Dimension Time
X0 0.0000000000000000E+0
Delta_X 1.000000
End_of_Header

X_Value	Comment
0.000000	1.464200E+8
1.000000	6.829800E-9
2.000000	35.670000
3.000000	1.24
4.000000	6.339100E-13
5.000000	1.393000
6.000000	13590.000000
7.000000	39959.000000
8.000000	0.720000
9.000000	1.189400E+8
10.00000	1.5242
11.00000	1.802400E+8
12.00000	8.538600E+7
13.00000	3.982900E-9

LabVIEW Measurement
Writer_Version 0.92
Reader_Version 1
Separator Tab
Multi_Heading Yes
X_Columns Multi
Time_Pref Relative
Operator asdasd
Date 2017/06/01
Time 00:05:24.25
End_of_Header
Channels 1
Samples 14
Date 17/06/01
Time 00:05:42.092999
X_Dimension Time
X0 0.0000000000000000E+0
Delta_X 1.000000
End_of_Header

X_Value	Comment
0.000000	1.464200E+8
1.000000	6.829800E-9
2.000000	35.670000
3.000000	1.352
4.000000	6.339100E-13
5.000000	1.393000
6.000000	13590.000000
7.000000	39959.000000
8.000000	0.720000
9.000000	1.189400E+8
10.00000	2.3796
11.00000	1.802400E+8
12.00000	8.538600E+7
13.00000	3.982900E-9

LabVIEW Measurement
Writer_Version 0.92
Reader_Version 1
Separator Tab
Multi_Heading Yes
X_Columns Multi
Time_Pref Relative
Operator asdasd
Date 2017/06/01
Time 00:05:24.25
End_of_Header
Channels 1
Samples 14
Date 17/06/01
Time 00:05:42.092999
X_Dimension Time
X0 0.0000000000000000E+0
Delta_X 1.000000
End_of_Header

X_Value	Comment
0.000000	1.464200E+8
1.000000	6.829800E-9
2.000000	35.670000
3.000000	1.435
4.000000	6.339100E-13
5.000000	1.393000
6.000000	13590.000000
7.000000	39959.000000
8.000000	0.720000
9.000000	1.189400E+8
10.000000	2.4014
11.000000	1.802400E+8
12.000000	8.538600E+7
13.000000	3.982900E-9

LabVIEW Measurement
Writer_Version 0.92
Reader_Version 1
Separator Tab
Multi_Heading Yes
X_Columns Multi
Time_Pref Relative
Operator asdasd
Date 2017/06/01
Time 00:05:24.25
End_of_Header
Channels 1
Samples 14
Date 17/06/01
Time 00:05:42.092999
X_Dimension Time
X0 0.0000000000000000E+0
Delta_X 1.000000
End_of_Header

X_Value	Comment
0.000000	1.464200E+8
1.000000	6.829800E-9
2.000000	35.670000
3.000000	0.975
4.000000	6.339100E-13
5.000000	1.393000
6.000000	13590.000000
7.000000	39959.000000
8.000000	0.720000
9.000000	1.189400E+8
10.00000	2.1045
11.00000	1.802400E+8
12.00000	8.538600E+7
13.00000	3.982900E-9

LabVIEW Measurement
Writer_Version 0.92
Reader_Version 1
Separator Tab
Multi_Heading Yes
X_Columns Multi
Time_Pref Relative
Operator asdasd
Date 2017/06/01
Time 00:05:24.25
End_of_Header
Channels 1
Samples 14
Date 17/06/01
Time 00:05:42.092999
X_Dimension Time
X0 0.0000000000000000E+0
Delta_X 1.000000
End_of_Header

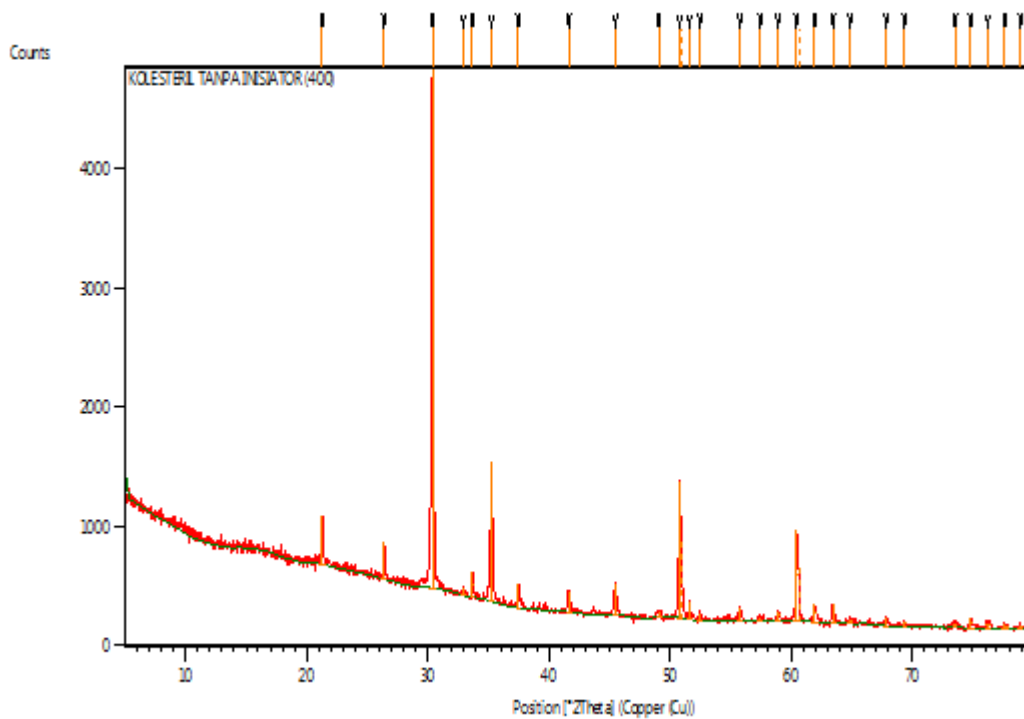
X_Value	Comment
0.000000	1.464200E+8
1.000000	6.829800E-9
2.000000	35.670000
3.000000	0.763
4.000000	6.339100E-13
5.000000	1.393000
6.000000	13590.000000
7.000000	39959.000000
8.000000	0.720000
9.000000	1.189400E+8
10.00000	2.0435
11.00000	1.802400E+8
12.00000	8.538600E+7
13.00000	3.982900E-9

Lampiran 12. Pola Difraksi XRD Komposit Polimer Kolesteril Akrilat-ITO

Anchor Scan Parameters

Dataset Name:	KOLESTERIL TANPA INISIATOR (400)
File name:	C:\XRD Data\JULI 2017\KOLESTERIL TANPA INISIATOR (400).xrdml
Comment:	Pengukuran Si 4 April 2014 Configuration=Stage for flat samples, Owner=User-1, Creation date=11/19/2013 1:45:18 PM Goniometer=Theta/Theta; Minimum step size 2Theta:0.0001; Minimum step size Omega:0.0001 Sample stage=Stage for flat samples/holders Diffractometer system=EMPYREAN Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\pengukuran1 1-04-2014.xrdmp, Identifier={7718F60C-2CB8-4D3A-9CF1-1CC87B43C2AB} 7/6/2017 10:57:27 AM
Measurement Date / Time:	7/6/2017 10:57:27 AM
Operator:	BATAN
Raw Data Origin:	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis:	Gonio
Start Position [$^{\circ}$ 2Th.]:	5.0131
End Position [$^{\circ}$ 2Th.]:	79.9711
Step Size [$^{\circ}$ 2Th.]:	0.0260
Scan Step Time [s]:	17.3400
Scan Type:	Continuous
PSD Mode:	Scanning
PSD Length [$^{\circ}$ 2Th.]:	3.35
Offset [$^{\circ}$ 2Th.]:	0.0000
Divergence Slit Type:	Fixed
Divergence Slit Size [$^{\circ}$]:	0.5000
Specimen Length [mm]:	10.00
Measurement Temperature [$^{\circ}$ C]:	25.00
Anode Material:	Cu
K-Alpha1 [\AA]:	1.54060
K-Alpha2 [\AA]:	1.54443
K-Beta [\AA]:	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio:	0.50000
Generator Settings:	30 mA, 40 kV
Diffractometer Type:	0000000011150754
Diffractometer Number:	0
Goniometer Radius [mm]:	240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]:	100.00
Incident Beam Monochromator:	No
Spinning:	No

Graphics



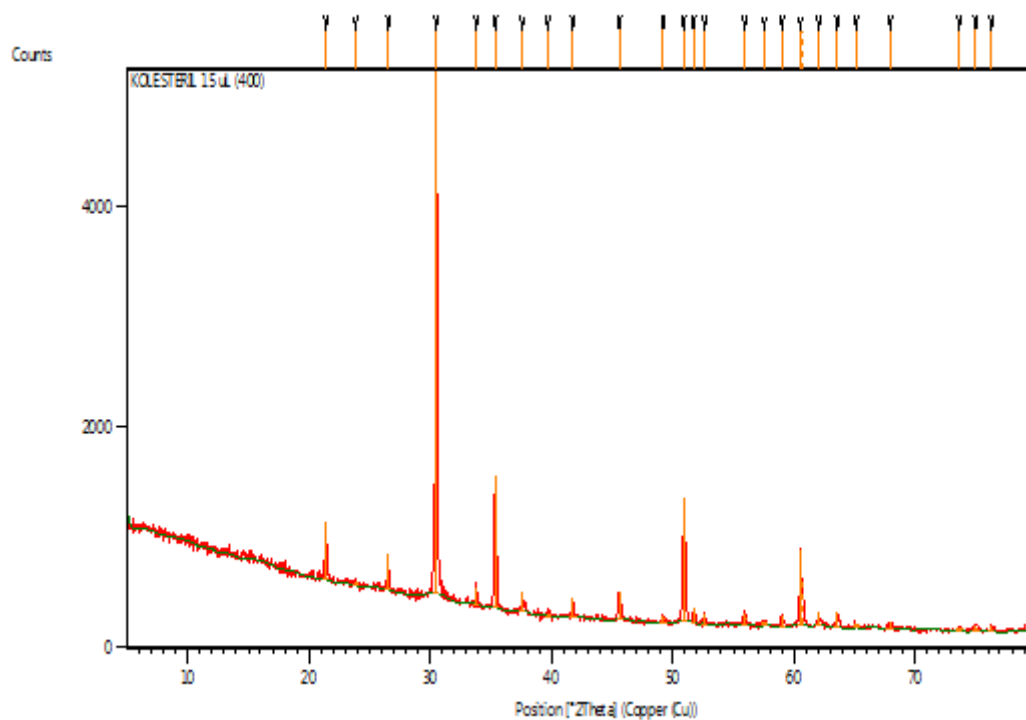
Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
21.2730	417.29	0.1279	4.17677	9.45
26.3796	308.85	0.1023	3.37867	6.99
30.3708	4415.99	0.1791	2.94315	100.00
32.9254	72.01	0.1535	2.72040	1.63
33.6769	216.68	0.1535	2.66140	4.91
35.2462	1180.88	0.1791	2.54641	26.74
37.4775	205.96	0.1023	2.39978	4.66
41.6307	169.37	0.1023	2.16947	3.84
45.4613	265.89	0.0768	1.99518	6.02
49.0714	41.67	0.3070	1.85652	0.94
50.8019	1153.02	0.1248	1.79578	26.11
50.9452	651.79	0.0936	1.79551	14.76
51.5892	154.38	0.0936	1.77021	3.50
52.4443	54.32	0.1560	1.74334	1.23
55.7455	120.34	0.1560	1.64767	2.73
57.4726	33.73	0.3744	1.60219	0.76
58.9311	69.78	0.3120	1.56597	1.58
60.4441	769.97	0.1560	1.53034	17.44
60.6137	450.29	0.0936	1.53025	10.20
61.9493	153.51	0.0936	1.49672	3.48
63.4440	162.76	0.1248	1.46501	3.69

64.8582	36.73	0.3744	1.43644	0.83
67.8397	69.47	0.1872	1.38038	1.57
69.3544	35.60	0.3744	1.35389	0.81
73.5032	34.10	0.3744	1.28738	0.77
74.8254	80.79	0.1872	1.26787	1.83
76.2511	48.92	0.4992	1.24768	1.11
77.6298	37.15	0.4992	1.22893	0.84
78.9227	26.37	0.3744	1.21200	0.60

Anchor Scan Parameters

Dataset Name: KOLESTERIL 15 uL (400)
 File name: C:\XRD Data\JULI 2017\KOLESTERIL 15 uL (400).xrdml
 Comment: Pengukuran Si 4 April 2014
 Configuration=Stage for flat samples, Owner=User-1, Creation date=11/19/2013 1:45:18 PM
 Goniometer=Theta/Theta; Minimum step size 2Theta:0.0001; Minimum step size Omega:0.0001
 Sample stage=Stage for flat samples/holders
 Diffractometer system=EMPYREAN
 Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\pengukuran1 1-04-2014.xrdmp, Identifier={7718F60C-2CB8-4D3A-9CF1-1CC87B43C2AB}
 Measurement Date / Time: 7/6/2017 11:04:24 AM
 Operator: BATAN
 Raw Data Origin: XRD measurement (*.XRDML)
 Scan Axis: Gonio
 Start Position [$^{\circ}2\theta$.]: 5.0131
 End Position [$^{\circ}2\theta$.]: 79.9711
 Step Size [$^{\circ}2\theta$.]: 0.0260
 Scan Step Time [s]: 17.3400
 Scan Type: Continuous
 PSD Mode: Scanning
 PSD Length [$^{\circ}2\theta$.]: 3.35
 Offset [$^{\circ}2\theta$.]: 0.0000
 Divergence Slit Type: Fixed
 Divergence Slit Size [$^{\circ}$]: 0.5000
 Specimen Length [mm]: 10.00
 Measurement Temperature [$^{\circ}C$]: 25.00
 Anode Material: Cu
 K-Alpha1 [\AA]: 1.54060
 K-Alpha2 [\AA]: 1.54443
 K-Beta [\AA]: 1.39225
 K-A2 / K-A1 Ratio: 0.50000
 Generator Settings: 30 mA, 40 kV
 Diffractometer Type: 0000000011150754
 Diffractometer Number: 0
 Goniometer Radius [mm]: 240.00
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]: 100.00
 Incident Beam Monochromator: No
 Spinning: No

Graphics**Peak List**

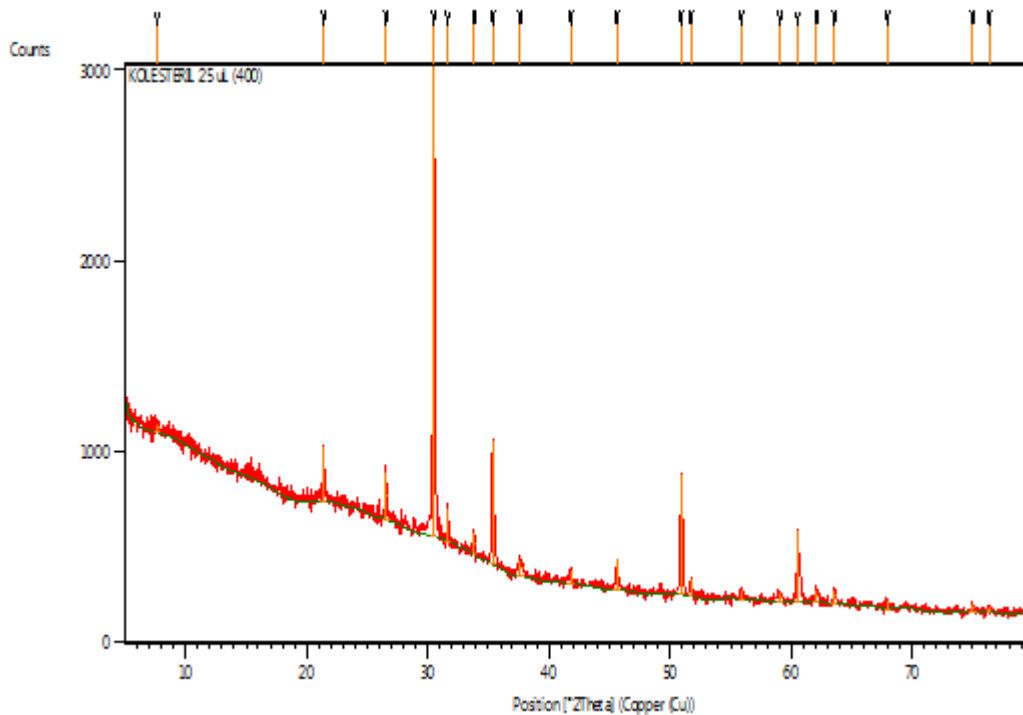
Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
21.4136	526.64	0.1279	4.14966	11.04
23.8391	45.02	0.3070	3.73267	0.94
26.5163	324.87	0.1023	3.36157	6.81
30.4994	4769.24	0.1535	2.93103	100.00
33.8137	156.30	0.1023	2.65094	3.28
35.3763	1206.02	0.1791	2.53735	25.29
37.5915	170.46	0.1023	2.39276	3.57
39.6651	29.69	0.3070	2.27233	0.62
41.7350	167.15	0.0768	2.16429	3.50
45.5884	254.45	0.1279	1.98991	5.34
49.2131	65.29	0.2047	1.85150	1.37
50.9152	1113.72	0.1023	1.79353	23.35
51.6983	132.36	0.0768	1.76819	2.78
52.6209	95.74	0.0768	1.73934	2.01
55.9382	95.24	0.2047	1.64381	2.00
57.5646	28.87	0.6140	1.60117	0.61
59.0052	103.63	0.1279	1.56547	2.17
60.5458	690.76	0.0936	1.52801	14.48
60.7311	398.63	0.0624	1.52758	8.36
62.0532	132.43	0.0936	1.49446	2.78
63.5596	147.03	0.0936	1.46262	3.08
65.1236	32.23	0.4992	1.43123	0.68

67.9403	69.30	0.2496	1.37859	1.45
73.6459	29.45	0.6240	1.28524	0.62
74.9918	52.28	0.2496	1.26547	1.10
76.2811	59.21	0.0936	1.24726	1.24

Anchor Scan Parameters

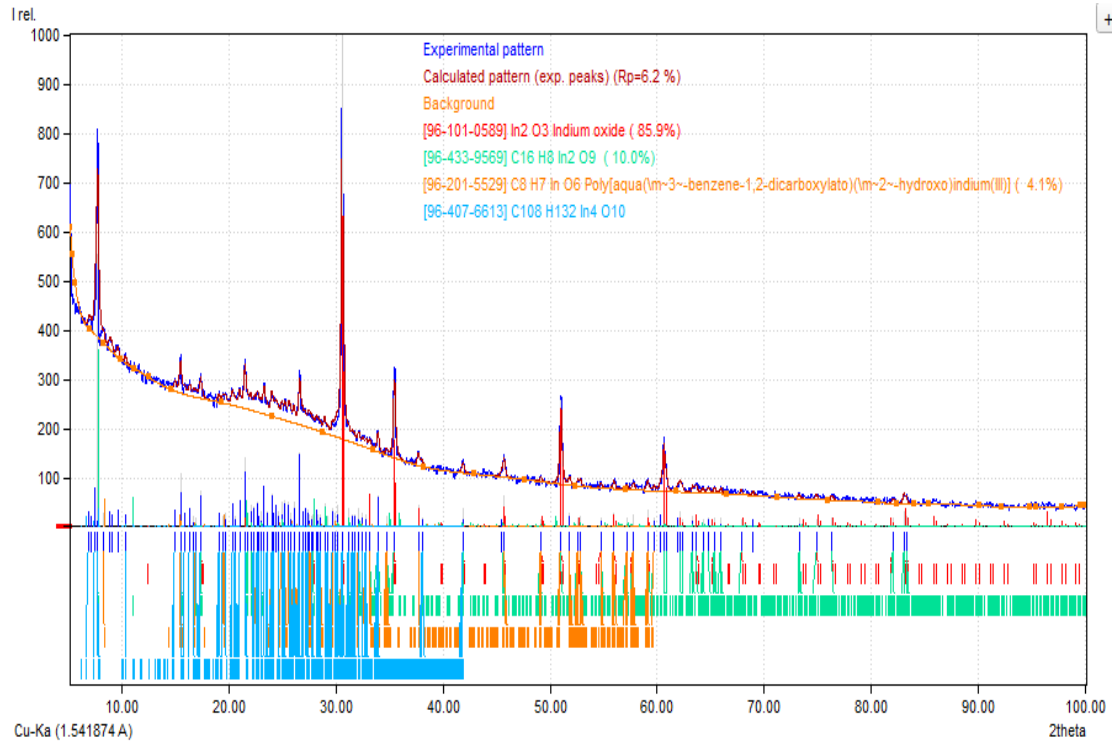
Dataset Name: KOLESTERIL 25 uL (400)
 File name: C:\XRD Data\JULI 2017\KOLESTERIL 25 uL (400).xrdml
 Comment: Pengukuran Si 4 April 2014
 Configuration=Stage for flat samples, Owner=User-1, Creation date=11/19/2013 1:45:18 PM
 Goniometer=Theta/Theta; Minimum step size 2Theta:0.0001; Minimum step size Omega:0.0001
 Sample stage=Stage for flat samples/holders
 Diffractometer system=EMPYREAN
 Measurement program=C:\PANalytical\Data Collector\Programs\pengukuran1 1-04-2014.xrdmp, Identifier={7718F60C-2CB8-4D3A-9CF1-1CC87B43C2AB}

Measurement Date / Time: 7/6/2017 11:11:25 AM
 Operator: BATAN
 Raw Data Origin: XRD measurement (*.XRDML)
 Scan Axis: Gonio
 Start Position [$^{\circ}$ 2Th.]: 5.0131
 End Position [$^{\circ}$ 2Th.]: 79.9711
 Step Size [$^{\circ}$ 2Th.]: 0.0260
 Scan Step Time [s]: 17.3400
 Scan Type: Continuous
 PSD Mode: Scanning
 PSD Length [$^{\circ}$ 2Th.]: 3.35
 Offset [$^{\circ}$ 2Th.]: 0.0000
 Divergence Slit Type: Fixed
 Divergence Slit Size [$^{\circ}$]: 0.5000
 Specimen Length [mm]: 10.00
 Measurement Temperature [$^{\circ}$ C]: 25.00
 Anode Material: Cu
 K-Alpha1 [\AA]: 1.54060
 K-Alpha2 [\AA]: 1.54443
 K-Beta [\AA]: 1.39225
 K-A2 / K-A1 Ratio: 0.50000
 Generator Settings: 30 mA, 40 kV
 Diffractometer Type: 0000000011150754
 Diffractometer Number: 0
 Goniometer Radius [mm]: 240.00
 Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]: 100.00
 Incident Beam Monochromator: No
 Spinning: No

Graphics**Peak List**

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
7.6585	46.48	0.3582	11.54385	1.85
21.3951	296.22	0.0768	4.15320	11.78
26.5297	252.73	0.1023	3.35990	10.05
30.5046	2515.15	0.1279	2.93054	100.00
31.6418	174.17	0.1023	2.82777	6.92
33.8228	119.67	0.2047	2.65025	4.76
35.3741	650.72	0.1535	2.53750	25.87
37.6257	85.81	0.4093	2.39066	3.41
41.7885	74.95	0.1535	2.16164	2.98
45.6065	161.40	0.1279	1.98916	6.42
50.9211	635.73	0.1023	1.79334	25.28
51.6974	94.68	0.0768	1.76822	3.76
55.8828	51.06	0.2558	1.64530	2.03
59.0460	46.24	0.3070	1.56449	1.84
60.5498	377.04	0.0768	1.52918	14.99
62.1016	61.79	0.2047	1.49465	2.46
63.5499	66.51	0.2047	1.46403	2.64
67.9361	43.53	0.2558	1.37980	1.73
74.9948	31.62	0.3070	1.26648	1.26
76.3447	23.38	0.3070	1.24741	0.93

Pola Difraksi XRD dengan Konsentrasi Inisiator 0,250%



Lampiran 13. Data Sheet ITO (*Indium Tin Oxide*)

SIGMA-ALDRICH®

sigma-aldrich.com

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA

Website: www.sigmaaldrich.com

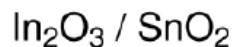
Email USA: techserv@sigmaaldrich.com

Outside USA: eurtechserv@sigmaaldrich.com

Product Specification

Product Name:
Indium tin oxide – –325 mesh, ≥99.99% trace metals basis

Product Number: 494682
CAS Number: 50926-11-9
MDL: MFCD00171662



TEST	Specification
Appearance (Color)	Conforms to Requirements
Yellow-Green to Green	
Appearance (Form)	Powder
Particle Size Measurement	≤ 45 micron
ICP Major Analysis	Confirmed
Confirms Indium and Tin Components	
Trace Metal Analysis	≤ 100.0 ppm
Purity	Meets Requirements
>= 99.99 % Based On Trace Metals Analysis	
Specification: PRD.0.ZQ5.10000017724	

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

Lampiran 14. Dokumentasi Penelitian



Sintesis Kolesteril Akrilat



Perendaman



Pengeringan hasil Kolesteril Akrilat



Hasil Kolesteril Akrilat



Uji Konduktivitas

RIWAYAT HIDUP



AHMAD ZAINI ASSIDIQIH. lahir di Jakarta pada tanggal 4 Maret 1995. Anak pertama dari tiga bersaudara. Lahir dari pasangan Bapak Abdul Choir dan Ibu Hasannah, serta mempunyai dua orang adik bernama Muhammad Iqbal dan Nazla Ajura.

Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SDN Jatinegara 05 Pagi Jakarta Timur pada tahun 2001-2007, SMP Negeri 90 Jakarta pada tahun 2007-2010, SMAN 36 Jakarta pada tahun 2010-2013, dan diterima di Kimia FMIPA Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN/Undangan. Studi S1 diselesaikan pada tahun 2017.

Selama mengikuti perkuliahan penulis pernah menjadi anggota Badan Eksekutif Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA UNJ sebagai staf departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) periode 2014-2015. Penulis juga pernah menjadi anggota Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas MIPA UNJ sebagai staf Kewirausahaan periode 2015-2016. Penulis juga pernah menjadi panitia dalam Masa Pengenalan Akademik (MPA) Jurusan Kimia dan Fakultas Mipa Mahasiswa Baru Pada tahun 2014 dan 2015. Penulis juga pernah menjadi panitia dalam kunjungan industri TEMU KIMIA XIX. Penulis pernah melakukan kunjungan industri di PT. Krakatau Steel, PT. Indonesia Power, PT. Asahimas Chemical, Pusat Badan Tenaga Nuklir Serpong dan penulis juga pernah melakukan Kuliah Kerja Lapangan ke PT. Semen Indonesia di Tuban. Selain itu, penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium pada tahun 2016/2017 sebagai Asisten Laboratorium Praktikum Kimia Dasar Umum, Kinetika Kimia dan Struktur dan Reaksi AnOrganik. Penulis juga pernah melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Cicinde Utara, Karawang, Jawa Barat.