

**PENGARUH TINGKAT ENERGI PENYINARAN TERHADAP
SIFAT OPTIK PUSAT WARNA F- CENTER PADA KRISTAL
LiF MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER UV-VIS**

TUGAS AKHIR

Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains



QERZI ELSADOLA ARIES KARYETTI

NIM. 73196 / 2006

**PRODI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUANALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2012**

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Pengaruh Tingkat Energi Penyerapan Terhadap Sifat
Optik Pusat Warna F-Center Pada Kristal LiF
Menggunakan Spektrometer UV-VIS

Nama : Qerzi Elsadola Aries Karyetti

NIM / BP : 73196 / 2006

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 13 Agustus 2012

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si.
NIP. 19690120 199303 2 002

Pembimbing II



Dra. Hidayati, M.Si
NIP. 19671111 199203 2 001

PENGESAHAN LULUS UJIAN TUGAS AKHIR

Nama : Qerzi Elsadola Aries Karyetti
NIM / BP : 73196 / 2006
Prog. Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan judul

Pengaruh Tingkat Energi Penyinaran Terhadap Sifat Optik Pusat Warna F-Center Pada Kristal LiF Menggunakan Spektrometer UV-VIS

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 13 Agustus 2012

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Hj. Ratnawulan, M. Si.
Sekretaris	: Dra. Hidayati, M.Si
Anggota	: Dra. Syakbaniah, M. Si.
Anggota	: Dra. Yenni Darvina, M.Si.
Anggota	: Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si

Tanda tangan



SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 12 Agustus 2012

Yang menyatakan,

Qerzi Elsadola

ABSTRAK

Pengaruh Tingkat Energi Penyinaran Terhadap Sifat Optik Pusat Warna F-Center Pada Kristal LiF Menggunakan Spektrometer UV-VIS

Oleh : Qerzi Elsadola/2014

Fenomena pusat warna pada kristal sudah banyak dimanfaatkan di berbagai bidang yang salah satunya adalah pelat bayangan. Pelat bayangan merupakan lembaran yang dapat menangkap dan menyimpan informasi yang dibawa oleh sinar X. Bahan dasar dari pelat bayangan ini adalah Kristal alkali halida. Pelat bayangan banyak digunakan di rumah sakit untuk foto rontgen. Untuk memaksimalkan hasil pembacaan rontgen, diperlukan absorpsi yang besar. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan energi radiasi yang digunakan. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh besar energi penyinaran terhadap sifat optik F-Center pada Kristal LiF dan mengetahui bagaimana pengaruh waktu terhadap nilai konsentrasi dari Kristal LiF.

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dengan sampel Kristal LiF. Kristal ini diradiasikan dengan sinar X untuk mendapatkan pusat warna F-Center. Variabel penelitian terdiri dari beberapa variabel. Variabel bebas yaitu lamanya waktu penyinaran dan besar energi yang digunakan untuk radiasi yaitu 50 keV, 60 keV, 70 keV, 80 keV dan 90 keV. Variabel terikat terdiri dari koefisien absorpsi dan konsentrasi pusat warna. Sementara variabel terkontrol terdiri dari tebal sampel yang digunakan.

Sifat optik berkaitan dengan sifat cahaya dan interaksi cahaya dengan bahan. Sifat optik yang diamati pada penelitian ini adalah koefisien absorpsi dan konsentrasi pusat warna. Nilai koefisien absorpsi F-Center didapatkan untuk variasi waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Koefisien absorpsi F-Center maksimum nilainya adalah sebagai berikut: pada 50 keV adalah 3.564, 3.561 dan 3.552. Untuk 60 keV adalah 3.54, 3.525 dan 3.448. Untuk 70 keV adalah 3.464, 3.463 dan 3.462. Untuk 80 keV adalah 3.453, 3.452 dan 3.451. Untuk 90 keV adalah 3.449, 3.448 dan 3.444. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa semakin besar absorpsi, konsentrasi juga akan semakin besar.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengaruh Tingkat Energi Penyinaran Terhadap Sifat Optik Pusat Warna F-Center Pada Kristal LiF Menggunakan Spektrometer UV-VIS “**.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, petunjuk dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada yth:

1. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Hidayati, M.Si selaku dosen Pembimbing II dan selaku Pembimbing Akademis yang telah banyak memberikan bimbingan dan dorongannya.
3. Ibu Dra. Syakbaniah, M.Si, Ibu Dra. Yenni Darvina, M.Si, dan Bapak Dr. Yulkifli, M.Si selaku dosen penguji.
4. Bapak Akmam, M.Si selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang beserta Staf pengajar yang memberikan bantuan, dorongan dan bimbingan serta arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

5. Kepada kedua orang tua dan adik-adik yang selalu sabar dan tetap memberikan dukungan serta doanya.
6. Kepada rekan-rekan seperjuangan yang sama-sama mengikuti proses ini dan telah memberikan bantuan, kritik dan saran dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya juga penulis sampaikan kepada pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir, baik bantuan moril maupun materil. Semoga semua bantuan dan pertolongan tersebut menjadi amal ibadah di sisi-Nya.

Akhir kata penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini di kemudian hari. Penulis juga mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya. Amin ya Rabbal Alamin.

Padang, Agustus 2012

Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Pertanyaan Penelitian.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Kristal Lithium Florida (LiF).....	6
B. Sifat Optik	8
C. Pelat Bayangan.....	10
D. Pusat Warna Pada Kristal.....	14
E. F-Center	15
F. Pewarnaan Radiasi Mengion	15
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	21
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
C. Variabel Penelitian.....	21
D. Bahan dan Alat Penelitian.....	22
E. Prosedur Penelitian	24

F. Teknik Pengumpulan Data.....	25
G. Teknik Analisis Data.....	26
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data.....	28
B. Analisis Data.....	28
C. Pembahasan.....	41
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	44
B. Saran	44
 DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Koefisiensi Pada Kristal LiF Untuk Energi 50 keV	29
Tabel 2. Koefisiensi Pada Kristal LiF Untuk Energi 60 keV	31
Tabel 3. Koefisiensi Pada Kristal LiF Untuk Energi 70 keV	33
Tabel 4. Koefisiensi Pada Kristal LiF Untuk Energi 80 keV	35
Tabel 5. Koefisiensi Pada Kristal LiF Untuk Energi 90 keV	37
Tabel 6. Nilai Koefisien Absorpsi Untuk Variasi Waktu	39
Tabel 7. Konsentrasi F-Center Untuk Variasi Waktu dan Besar Energi	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Unsur Lithium	6
Gambar 2. Unsur Fluor.....	7
Gambar 3. Struktur Kristal LiF	8
Gambar 4. Rentang Spektrum Gelombang Elektromagnetik.....	10
Gambar 5. Struktur Imaging Plate.....	11
Gambar 6. Imaging Plate Hasil Rontgen.....	12
Gambar 7. Mekanisme PSL	13
Gambar 8. Imaging Plate.....	14
Gambar 9. F-Center.....	16
Gambar 10. Kristal LiF	22
Gambar 11. Jangka Sorong	22
Gambar 12. Satu Unit Tabung Sinar X	23
Gambar 13. Spektrometer UV-VIS.....	23
Gambar 14. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF Untuk Energi 50 keV	30
Gambar 15. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF Untuk Energi 60 keV	32
Gambar 16. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF Untuk Energi 70 keV	34
Gambar 17. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF Untuk Energi 80 keV	36
Gambar 18. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF Untuk Energi 90 keV	38
Gambar 19. Koefisien Absorpsi Untuk Variasi Besar Energi dan Waktu....	39
Gambar 20. Konsentrasi Kristal LiF	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Transmisi F-Center	44
Lampiran 2. Konsentrasi F-Center.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semakin lama Ilmu Pengetahuan dan Teknologi semakin berkembang dengan pesat. Dalam berbagai bidang, akan muncul perkembangan seperti bermacam-macam alat elektronik yang akan mempermudah pekerjaan manusia. Peralatan tersebut bisa berupa mesin, detektor ataupun peralatan elektronik lainnya. Semua produk elektronik ini terbuat dari berbagai material penyusun yang berbeda. Karena itu sangat penting bagi kita untuk mengetahui material penyusun produk tersebut agar kita lebih mudah untuk menggunakan dan mengaplikasikannya di bidang lain.

Salah satu material yang banyak digunakan dalam teknologi saat ini adalah kristal golongan alkali halida. Ini dikarenakan oleh jumlahnya yang berlimpah di alam dan juga manfaatnya yang banyak juga dibuat dalam bentuk senyawa dengan unsur lain. Kristal ini digunakan antara lain untuk membuat kerangka pesawat terbang, sebagai anode pada baterai, pemurnian minyak bumi, pabrik rayon viskosa, pabrik sabun, pabrik gelas, pembuatan pupuk, pembuatan bahan peledak, sabun lithium untuk pelumas, dan industri pulp dan kertas. Kristal golongan alkali halida ini sangat mudah didapatkan. Golongan Alkali halida ini merupakan campuran dari unsur golongan IA dengan unsur golongan VIIA dalam tabel periodik (Michael Purba: 2006). Alkali halida biasa digunakan dalam bentuk kristal. Kristal alkali halida merupakan kristal ionik, yang bila disinari radiasi

mengion seperti sinar X, maka akan terbentuk pusat-pusat warna pada kristal. Pusat-pusat warna tersebut dapat berupa F-center, M-center, R-center dan lain-lain. F-center merupakan pusat warna yang terbentuk akibat terperangkapnya elektron pada kekosongan ion negatif, dan M-center merupakan pusat warna yang terdiri dari dua F-center. Sedangkan R-center merupakan pusat warna yang terbentuk dari tiga F-center yang berdekatan.

Fenomena pusat warna pada kristal ini sekarang sudah banyak dimanfaatkan diberbagai bidang, diantaranya adalah dalam bentuk detector (Kuroiwa, 1995). Detektor baru yang mulai dikenal pada saat ini adalah pelat bayangan (*imaging plate*). Pelat bayangan ini merupakan lembaran yang dapat menangkap dan menyimpan sinar X. Pelat bayangan ini dapat digunakan pada foto rontgen di rumah sakit sebagai alat pengganti film (Ratnawulan:2010). Pemotretan yang selama ini dilakukan dengan film hanya menghasilkan gambar dalam bentuk 2D. Sementara itu jika kita menggunakan pelat bayangan akan menghasilkan gambar 3D dan dapat ditampilkan langsung pada layar komputer. Proses awalnya adalah dengan menangkap energi dari sinar X yang dipancarkan kemudian disimpan dan dirubah menjadi data digital. Setelah melalui proses *scanning*, gambar akan ditampilkan di layar komputer. Lalu dapat digunakan lagi untuk pasien lainnya. Tentu saja ini akan lebih baik dan menguntungkan, sehingga pelat bayangan ini banyak digunakan. Beberapa keuntungan lain dari pelat bayangan ini adalah mempunyai rentangan dinamik yang lebar, memiliki efisiensi kuantum detektif yang tinggi, distorsi bayangan yang kecil, dan dapat ditampilkan langsung di layar komputer.

Bahan dasar dari pelat bayangan ini adalah kristal alkali halida. Bila kristal ini menyerap radiasi sinar X yang datang padanya, maka akan terjadi elektron bebas dan perpindahan anion halida dari letak kisi periodik. Perpindahan anion halida tersebut akan membentuk lowongan ion negatif dan elektron tadi akan terperangkap pada lowongan tersebut. Hal inilah yang dikenal sebagai F-center. Jika kristal menyerap sinar X dari foto rontgen, maka kristal akan mengandung seluruh informasi dari hasil foto rontgen.

Pembacaan hasil dari foto rontgen inilah yang terbaca pada pelat bayangan. Jika proses penyerapan tidak berlangsung dengan baik, akan mempersulit kita untuk membaca hasil dari foto rontgen tersebut. Untuk itulah proses penyerapan seharusnya berlangsung dengan baik.

Jika kita ingin mendapatkan hasil yang maksimal, maka absorpsi dari material harus semakin besar. Penelitian yang sudah dilakukan (Anemiya,dkk;1998) lebih diarahkan dalam perancangan alat. Terkadang alat yang dirancang lebih rumit dan lebih mahal. Untuk itu dalam penelitian ini akan dibahas bagaimana untuk meningkatkan absorpsi F-Center pada kristal dengan cara mengatur energi dari sinar X yang digunakan.

Mengingat kegunaan pusat warna tersebut, maka peneliti tertarik untuk menyelidiki sifat pusat-pusat warna pada salah satu kristal alkali halida. Sebagai sampel digunakan kristal LiF yang tersedia di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. Karena itu penelitian ini kemudian diberi judul *“Pengaruh Tingkat Energi Penyinaran terhadap Sifat Optik Pusat Warna F Center pada Kristal LiF Menggunakan Spektrometer UV-VIS”*.

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, dapat dikemukakan rumusan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh tingkat energi penyinaran terhadap sifat optik pusat warna F-Center pada kristal LiF menggunakan Spektrometer UV-VIS.

C. Batasan masalah

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan adanya keterbatasan pengetahuan dan kemampuan peneliti, perlu dibuat pembatasan masalah dalam penelitian ini. Sebagai pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sifat optik yang diamati adalah koefisien absorpsi dan konsentrasi F-Center. Energi yang digunakan untuk adalah 50 keV, 60 keV, 70 keV, 80 keV dan 90 keV.
2. Waktu pengamatan untuk konsentrasi F-Center adalah 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

D. Pertanyaan penelitian

Untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini perlu dikemukakan pertanyaan yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi energi penyinaran terhadap koefisien absorpsi pada kristal LiF ?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu terhadap konsentrasi pusat warna kristal LiF ?

E. Tujuan penelitian

Secara khusus tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi energi penyinaran terhadap koefisien absorpsi F-Center pada kristal LiF.
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu terhadap konsentrasi pusat warna pada kristal LiF

F. Manfaat penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, maka penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi:

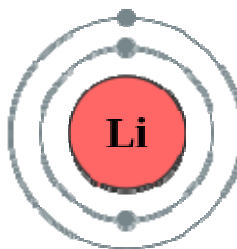
1. Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).
2. Penelitian yang berhubungan dengan kristal LiF, terutama menyangkut sifat atau karakteristiknya dalam aspek optik.
3. Peneliti, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Fisika S1 pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

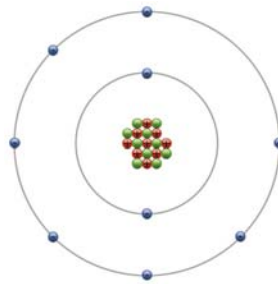
A. Kristal LiF (Lithium Florida)

Kristal Lithium Florida adalah senyawa ionik yang termasuk ke dalam golongan alkali halida yang merupakan campuran dari unsur golongan IA (alkali) dengan unsur golongan VIIA (halogen) dalam tabel periodik. Unsur Lithium termasuk ke dalam golongan IA (alkali). Lithium memiliki lambang Li dan nomor atom 3. Lithium yang termasuk ke dalam golongan alkali ini merupakan unsur yang paling ringan. Sifat dari unsur golongan IA (Alkali) ini adalah sulit mengalami reduksi, mudah mengalami oksidasi, memiliki satu buah elektron, berwujud padat pada suhu ruang, sangat reaktif, mempunyai potensial ionisasi rendah (unsur-unsur logam) yang cenderung melepaskan elektron. Unsur Li dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Unsur Lithium
(Sumber: http://www.chem-is-try.org/kata_kunci/lithium/)

Sementara itu unsur Fluor termasuk ke dalam golongan VIIA (halogen) mempunyai nomor atom 9 seperti terlihat pada Gambar 2.



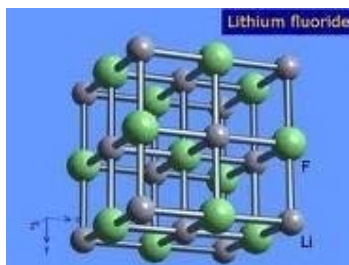
Gambar 2. Unsur Fluor
(Sumber: http://www.chem-is-try.org/tabel_periodik/fluor/)

Unsur halogen berbentuk molekul diatomik. Unsur ini membutuhkan satu tambahan elektron untuk mengisi orbit elektron terluarnya sehingga cenderung membentuk ion negatif bermuatan satu. Ion negatif inilah yang disebut ion halida. Unsur golongan halogen ini juga memiliki sifat afinitas elektron yang tinggi (unsur-unsur non logam) sehingga cenderung menerima elektron. Jika keduanya direaksikan maka akan membentuk ikatan ionik yang diakibatkan oleh adanya gaya tarik menarik elektrostatis antara kation dan anion.

Lithium Fluorida termasuk ke dalam golongan kristal ionik. Kristal ini dibentuk karena adanya gaya tarik menarik elektrostatis antara ion bermuatan positif dan ion bermuatan negatif. Terbentuknya ion-ion tersebut disebabkan oleh terjadinya transfer elektron antar atom-atom yang membentuk ikatan. Gaya tarik-menarik ini tidak mengakibatkan kedua ion terus mendekat, sampai jarak yang sedekat-dekatnya, karena orbital-tertutup yang terisi penuh elektron pada masing-masing atom juga saling berdekatan. Sebagai akibatnya, timbul gaya tolak antar elektron pada orbital atom. Kristal ionik biasanya memiliki titik leleh tinggi dan hantaran listrik yang rendah. Namun jika di dalam larutannya kristal ini akan menjadi ion-ion yang memiliki hantaran listrik. Susunan ion dalam kristal ion

yang paling stabil adalah susunan dengan bilangan koordinasinya terbesar. Namun, ukuran kation berbeda dengan ukuran anion sehingga akan mengakibatkan adanya kecenderungan anion yang lebih besar yang akan tersusun terjejal dan kation yang lebih kecil akan berada di celah antar anion.

Kristal LiF mempunyai struktur dengan 6 atom tetangga terdekat, skemanya dapat dilihat pada Gambar 3. Struktur ini mempunyai dasar *face centered cubic (fcc)* dengan titik asal ion Li^+ pada 0,0,0 dan ion F^- berada ditengah antara ion Li^+ , misalnya pada titik $\frac{1}{2}, 0, 0$. Struktur Kristal LiF dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Kristal LiF
(Sumber: <http://www.chem-is-try.org/struktur-kristal-logam/>)

Jika kristal ini menyerap radiasi sinar-X yang datang padanya, maka akan terbentuk pusat-pusat warna pada kristal, yang disebabkan adanya lowongan-lowongan pada kristal. Kristal yang mengalami F-Center ini disinari dengan cahaya tampak, maka elektron-elektron yang terperangkap akan dibebaskan kembali ke pita konduksi yang kemudian akan mengalami transisi ke pita valensi menjadi ion-ion alkali sambil memancarkan radiasi.

B. Sifat Optik

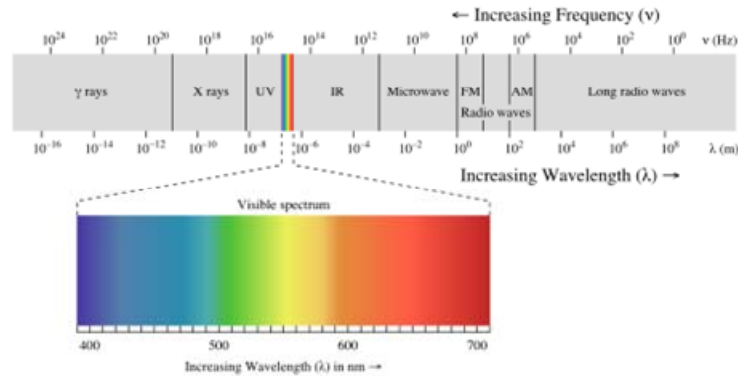
Optik adalah cabang fisika yang menggambarkan kelakuan dan sifat cahaya dan interaksi cahaya dengan materi. Sifat Optik ditandai dengan adanya

gejala optik. Bidang optik biasanya menggambarkan sifat cahaya tampak, inframerah dan ultraviolet, tetapi karena cahaya adalah gelombang elektromagnetik, gejala yang sama juga terjadi di sinar-X, gelombang mikro, gelombang radio, dan bentuk lain dari radiasi elektromagnetik. Ketika memasuki medium tertentu (dielektrik atau non konduktor) gelombang berjalan dengan suatu kecepatan yang merupakan karakteristik dari bahan dan besarnya kurang dari kecepatan cahaya itu sendiri.

Bila cahaya mengenai suatu benda, maka cahaya tersebut dapat diabsorpsi. Seperti dalam atom, elektron pada bahan berada pada tingkat energi tertentu. Absorpsi energi akan menghasilkan perpindahan elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Ketika elektron kembali ke keadaan dasar akan ditandai dengan adanya pemancaran radiasi elektromagnetik. Dalam padatan elektron yang energinya tertinggi ada dalam orbital-orbital dalam pita valensi dan orbital-orbital yang tidak terisi biasanya dalam pita konduksi. Sinar X yang dipancarkan oleh suatu unsur tertentu akan diserap oleh unsur dengan nomor atom yang lebih rendah. Kemampuan setiap unsur untuk absorpsi akan semakin tinggi seiring dengan meningkatnya nomor atom.

Secara kualitatif absorpsi cahaya dapat diperoleh dengan pertimbangan absorpsi cahaya pada daerah tampak. Kita melihat suatu objek dengan cahaya yang diteruskan atau dipantulkan. Apabila cahaya polikromatis yang berisi seluruh spektrum panjang gelombang melewati daerah tertentu tetapi menyerap panjang gelombang lain, akan menyebabkan medium itu tampak berwarna. Oleh karena hanya panjang gelombang yang diteruskan sampai ke mata maka panjang gelombang inilah yang menentukan warna medium. Warna ini disebut warna komplementer terhadap warna yang diabsorpsi.

Untuk rentang spektrum gelombang elektromagnetik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Rentang Spektrum Gelombang Elektromagnetik

(Sumber: http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrum_elektromagnetik)

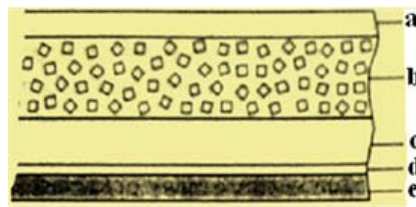
Spektrum gelombang ini dapat diurutkan dari yang memiliki panjang gelombang terkecil hingga terbesar menjadi: Sinar gamma, sinar X, sinar Ultra Violet, sinar tampak, sinar infra merah, gelombang mikro, gelombang televisi, dan gelombang radio. Untuk pusat warna F-Center terletak di rentang sinar Ultra violet (Ratna Wulan, 1997) yaitu 180-380 nm.

C. Pelat Bayangan (Imaging Plate)

Imaging Plate (IP) merupakan lembaran yang dapat menangkap dan menyimpan bayangan laten. IP ini terdiri dari lapisan phosphor dan lapisan pendukung (Sartinah dkk, 2008). Fungsi dari IP adalah sebagai penangkap gambar dari objek yang sudah di sinari. IP digunakan dengan cara merekam pembacaan oleh sinar laser dan dihapus untuk dipakai kembali. Dalam penggunaannya IP berada di dalam kaset datar dengan berbagai ukuran, ada yang berukuran 3x4 cm dan 6x9 cm.

Image Reader adalah komponen pada sistem CR yang mempunyai beberapa fungsi yaitu melepaskan IP dari kaset, melakukan proses pembacaan pada IP, melakukan proses penghapusan data pada IP, dan proses pemasangan kembali IP ke kaset. Data pada IP berupa bayangan latent distimulasi dengan neon-helium laser kemudian akan terjadi peristiwa Luminescence, yang mana IP akan memancarkan cahaya. Selanjutnya cahaya tersebut akan ditangkap oleh *Photo Multiplier Tubes* (PMTs) menjadi sinyal elektrik yang akan dikonversi ke dalam data digital oleh *Analog Digital Converter* (ADC), kemudian data digital tersebut akan ditampilkan pada layar monitor atau LCD.

Struktur dari *Imaging Plate* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. *Imaging Plate*
(Sumber: <http://inotwp.wordpress.com>)

Keterangan Gambar 5, lapisan IP terdiri dari :

- a. Lapisan Pelindung
Lapisan ini berfungsi untuk melindungi IP dari benturan kerusakan seperti goresan, kontraksi, pecah akibat temperatur dan kelembaban
- b. Lapisan Fosfor
Lapisan fosfor IP adalah lapisan kristal *Europium-doped Barium Fluorohalide* atau *Photostimulable Phospor*.
- c. Lapisan Penyokong
Lapisan penyokong adalah lapisan dasar yang melapisi lapisan lain yang terbuat dari polyester.
- d. Lapisan Konduktor
Lapisan konduktor berfungsi menghilangkan masalah-masalah elektrostatis dan menyerap cahaya untuk meningkatkan ketajaman
- e. Lapisan Pelindung Cahaya
Lapisan ini berfungsi untuk mencegah cahaya masuk saat proses penghapusan data dari *Imaging Plate* dan kebocoran.

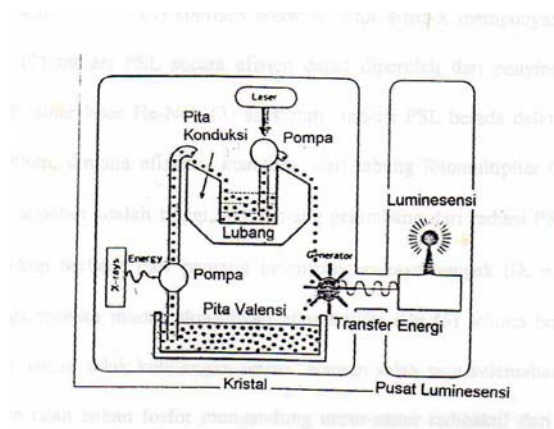
Pada saat sinar X menembus objek, akan terjadi attenuasi (perlemahan) akibat dari kerapatan objek karena berkas sinar x yang melalui objek tersebut. Berkas sinar X yang telah melalui objek tersebut, kemudian ditangkap atau terperangkap didalam *Imaging Plate*. Selanjutnya *Imaging Plate* yang telah tereksposi akan diproses didalam Image Reading untuk melalui proses pembacaan sehingga gambaran akan tampak pada layar monitor atau LCD.

Gambaran dalam tampilan LCD tersebut dapat dilakukan rekonstruksi atau dimanipulasi sehingga mendapatkan gambaran yang diinginkan. Tahap terakhir adalah output yaitu gambaran akan dicetak dengan film atau disimpan didalam file khusus. Hasil rontgen pada *Imaging Plate* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Imaging Plate* Hasil Rontgen
(Sumber: <http://chusnihidayad.blogspot.com>)

Ketika *Imaging Plate* menyerap energi sinar-X yang datang padanya, lapisan fosfor akan menyimpan energi dalam bentuk pusat warna. Bila kemudian disinari lagi dengan cahaya tampak, akan dipancarkan radiasi yang dikenal dengan nama '*Photo-Stimulated Luminescence (PSL)*' seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Mekanisme PSL
(Sumber: Ratnawulan,1997).

PSL adalah proses radiasi yang terjadi apabila suatu pelat bayangan menyerap energi sinar-X. Pada pelat bayangan ini terdapat lapisan fosfor yang menyimpan energi dalam bentuk pusat warna. Jadi ketika disinari lagi maka akan menghasilkan cahaya yang terbentuk dari pusat warna. Ketika *Imaging Plate* diradiasi dengan sinar-X, beberapa dari ion akan terionisasi dan elektron yang dibebaskan ke pita konduksi terperangkap pada lapisan kuasistabil dari F-Center. Jika dilakukan penyinaran dengan cahaya tampak, elektron yang terperangkap dibebaskan ke pita konduksi menjadi dan tereksitasi sambil memancarkan radiasi *PSL*.

Sinar yang digunakan dapat berupa HeNe atau sumber laser dioda, sinar laser terfokus diarahkan melalui beberapa komponen optik sebelum pemindaian pelat fosfor. Sebuah *beam splitter* menggunakan sebagian dari output laser untuk memantau laser intensitas kejadian melalui detektor referensi, dan untuk mengkompensasi output sinyal PSL intensitas untuk daya insiden *fluctuations*. Tingginya energi dari Sinar X dapat membuat elektron lebih terperangkap,

Imaging Plate dalam penggunaannya ditempatkan pada kaset yang mirip dengan kaset radiografi konvensional seperti Gambar 8.



Gambar 8. Imaging Plate
(Sumber: <http://www.google.co.id/>)

Imaging Plate harus dijaga dari kotoran dan debu untuk menghindari gangguan pada gambar. *Imaging Plate* harus diperiksa dari kerutan atau retakan setiap bulannya. Kaset terdiri dari bingkai yang terbuat dari aluminium atau baja dan dilengkapi *tube side* dari serat karbon. Bagian belakang kaset merupakan lapisan tipis dari timah hitam untuk menyerap radiasi hambur. Fungsi utama dari kaset adalah untuk melindungi *Imaging Plate*, bukan untuk mengontrol cahaya.

D. Pusat Warna pada Kristal

Dalam keadaan yang sebenarnya, tidak ada kristal yang sempurna, akan selalu terjadi cacat pada Kristal. Di dalam kristal akan ditemukan cacat berupa

lowongan atau kekosongan yang tidak diisi oleh atom pembentuk kisi kristal tersebut. Lowongan seperti ini akan menimbulkan tingkat energi yang dapat diamati sebagai spektrum absorpsi.

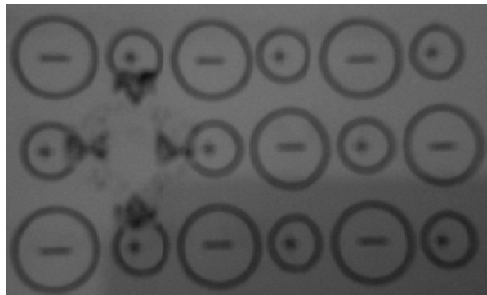
Pada kristal alkali halida terdapat pusat-pusat warna yang disebabkan oleh penyinaran radiasi sinar-X kristal tersebut. Bila kristal alkali halida ini menyerap sinar X yang datang padanya, maka beberapa ion alkali akan terionisasi dan elektron akan dibebaskan ke pita konduksi. Pada keadaan ini elektron akan terperangkap pada kekosongan ion negatif. Elektron yang terperangkap inilah yang dikenal dengan nama pusat-pusat warna pada kristal alkali halida.

Pewarnaan yang dihasilkan oleh radiasi sinar-X ini akan menghasilkan lebih dari satu pusat warna, seperti F-center, R-center dan M-center. Pusat warna M-center terjadi karena dua buah elektron terperangkap pada kekosongan ion negatif yang berdekatan dengan elektron yang terperangkap pada trapnya. M-Center terdapat pada daerah panjang gelombang yang lebih panjang dari F-centers. R-center terbentuk karena adanya tiga F-Center yang berdekatan. Berdasarkan panjang gelombang pada masing-masing pusat warna ini maka kita akan dapat menentukan spektrum gelombang elektromagnetik dari pusat warna tersebut.

E. F-Center

F-center merupakan pusat warna yang sederhana. F-Center berasal dari bahasa Jerman *Farbzentrum* yang berarti pusat warna. Pusat F-Center adalah jenis cacat kristalografi di mana sebuah anionik kekosongan dalam kristal diisi oleh satu atau lebih elektron, tergantung pada muatan yang hilang dalam kristal. Elektron yang

memiliki lowongan cenderung menyerap cahaya dalam spektrum yang akan terlihat seperti menjadi berwarna. Model F-Center ini diusulkan oleh De Boer (Kittel, 1996). Pusat warna F-center diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. F-center

(Sumber: Kittel, 1996: 548).

Pita absorpsi kristal alkali halida terletak pada daerah Ultraviolet. Elektron dari atom yang tidak terikat pada atom akan terperangkap pada lowongan tempat ion negatif. Kekosongan ion negatif (F-center), diartikan dengan elektron yang terdapat dalam suatu kotak yang dibatasi dengan potensial tak berhingga. Menggunakan persamaan Schrodinger tiga dimensi, maka didapat energi dari elektron yang terperangkap sebesar E_n (Beiser:1982) yaitu:

$$E_n = \pi^2 \frac{(n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)}{2 m a^2} \quad (1)$$

Dimana : n_x , n_y dan n_z : bilangan bulat (0,1,2...)

a : parameter kisi,

m : masa elektron

Energi pada keadaan dasar E_0 , untuk nilai $n_x : \dots 0$. $n_y : \dots 0$. dan $n_z : \dots 0$.

(Beiser:1982) adalah:

$$E_0 = \frac{h^2}{8 m a^2} \quad (2)$$

h : konstanta planck ($6,626 \times 10^{-34}$ Js)

Untuk mengetahui panjang gelombang pada absorpsi maksimum dari F-center, dapat digunakan hubungan empiris yang dinyatakan oleh Ivey yang dikutip oleh Schulman dan Compton (Ratnawulan:2010) yaitu:

$$\lambda_{\max} = 600 d^2 \quad (3)$$

dengan d : konstanta kisi

Panjang gelombang yang terjadi pada keadaan absorpsi maksimum akan ditentukan oleh konstanta kisi dari kristal yang kita gunakan. Untuk menentukan koefisien absorpsi dari F-center, kita lakukan dahulu pengukuran transmisi F-center. Pengukuran transmisi dari F-center dapat terbaca langsung pada spektrometer UV-VIS. Sehingga dapat juga dirumuskan dengan:

$$\alpha = \frac{\ln(1/T)}{x} \quad (4)$$

dimana: T : Transmisi pusat warna (%)

α : Koefisien absorpsi (cm^{-1})

x : Tebal Kristal (cm)

Absorpsi dari F-Center akan semakin kecil jika energi penyinaran sinar-Xnya makin besar (Ratnawulan,2010). Konsentrasi F-Center dapat dilihat pada besarnya absorpsi dari kristal. Konsentrasi F-Center merupakan jumlah pasangan

elektron dan hole yang terbentuk pada Kristal akibat radiasi sinar-X persatuan volume. Semakin besar konsentrasi F-Center maka semakin besar pula nilai absorpsi F-Center itu (Tanner, 1995). Karena konsentrasi F-center dapat ditentukan dengan mengetahui koefisien absorpsi F-center maka konsentrasi F-center dapat dihitung dengan menggunakan rumus Schulman & Compton (Ratnawulan:2010) berikut:

$$Nf = \frac{9mn}{2e^2(n^2 + 2)^2} \alpha_{max} W \quad (5)$$

N : Konsentrasi F-center per cm^3

f : kekuatan osilator yang dihubungkan dengan kebolehjadian transisi optik yang menghasilkan absorpsi untuk $\text{LiF}=0,22$

α_{max} : koefisien absorpsi optik dalam cm^{-1} pada absorpsi maksimum

W : lebar pita absorpsi dalam elektron volt pada setengah dari harga maksimum

n : indeks bias (untuk LiF, $n=1,3967$)

m : massa elektron ($9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

e : muatan elektron ($1,609 \times 10^{-19} \text{ C}$)

F. Pewarnaan dengan Radiasi Mengion

Radiasi pengion adalah jenis radiasi yang dapat menyebabkan proses ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi. Yang termasuk ke dalam radiasi pengion adalah sinar-X, sinar gamma, sinar kosmik, serta partikel beta, alfa dan neutron. Setiap jenis radiasi memiliki karakteristik khusus. Partikel beta, alfa dan neutron dapat menimbulkan ionisasi

secara langsung. Sedangkan sinar X, sinar gamma dan sinar kosmik, meskipun tidak memiliki massa dan muatan listrik, juga termasuk golongan radiasi pengion karena dapat menimbulkan ionisasi secara tidak langsung. Besar energi penyinaran pada kristal adalah banyaknya energi yang diterima oleh kristal sewaktu dilakukan penyinaran. Disini sudah termasuk lamanya waktu penyinaran.

Sinar X mempunyai kemiripan dengan sinar gamma yaitu dalam hal daya jangkau pada suatu media dan pengaruhnya oleh medan listrik. Sinar X dihasilkan pada waktu elektron berenergi tinggi menumbuk suatu target logam. Sinar-X yang dihasilkan dengan tegangan rendah biasanya tidak mempunyai radiasi karakteristik dan disebut radiasi putih. Jika suatu kristal terdiri dari atom-atom yang tersusun secara teratur dan periodik dalam ruang dan jarak antar atom hampir sama dengan panjang gelombang sinar-X, maka kristal tersebut dapat berfungsi sebagai kisi-kisi yang menghamburkan cahaya.

Bila suatu unsur yang berbentuk kawat logam dipanaskan secara elektrik, dia akan mengeluarkan elektron-elektron. Suatu voltase positif yang berbentuk suatu anoda ditempatkan dekat elektron-elektron ini, elektron-elektron dipercepat menuju anoda. Pada penumpukan di anoda elektron-elektron mentransfer energi mereka terhadap permukaan logamnya, yang kemudian memancarkan radiasi. Radiasi ini memiliki panjang gelombang yang sangat pendek sehingga dinamakan radiasi sinar-X. Anoda disebut sebagai target. Sejumlah logam telah dipakai sebagai material target, seperti tembaga, dan tungsten. Panjang gelombang yang dipancarkan oleh target tergantung pada logam yang dipakai dan voltase antara anoda dan katoda. Bila seluruh energi dari elektron-elektron yang sedang

bertumbukan dalam sinar-X, maka dicapai 1 minimum. Radiasi energi yang paling tinggi diperoleh seluruh energi dari electron-elektron dikonversi menjadi energi radiasi, sehingga energi elektron sama dengan energi radiasi.

Sinar-X yang terjadi umumnya memiliki energi yang berbeda-beda sesuai dengan energi kinetik elektron pada saat terbentuknya sinar-X dan juga bergantung pada arah pancarannya. Berkas sinar-X yang terbentuk ada yang berenergi rendah sekali sesuai dengan energi elektron pada saat menimbulkan sinar-X itu, tetapi ada yang berenergi hampir sama dengan energi kinetik elektron pada saat elektron masuk kedalam bahan..

Tumbukan yang terjadi secara langsung dari sumber pengion akan menyisipkan ion dari tempatnya semula dalam kisi. Lowongan inilah yang kemudian dapat berinteraksi. Warna yang terjadi pada kristal akibat dari radiasi pengion ini disebabkan oleh proses luminesensi. Warna yang terbentuk pada kristal akan sebanding dengan jumlah lowongan yang ditimbulkan oleh sinar-X sehingga dari warna yang dihasilkan kita akan dapat mengamati bahwa intensitasnya berkurang secara eksponensial terhadap jarak dari permukaan kristal. Jadi jumlah lowongan yang terjadi pada kristal merupakan fungsi eksponensial dari jarak terhadap permukaan kristal.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mengenai pusat warna pada kristal LiF, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pusat-pusat warna pada kristal LiF timbul setelah kristal disinari oleh radiasi sinar-X. Nilai koefisien absorpsi F-Center akan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya energi radiasi yang diberikan.
2. Konsentrasi F-center untuk 1 jam, 2 jam dan 3 jam setelah radiasi juga akan menghasilkan nilai yang berbeda. Nilai konsentrasi f-center akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu.

B. Saran

Berdasarkan temuan dalam penelitian ini, dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Membuat lebih banyak variasi rentangan panjang gelombang pada pengukuran transmisi, agar terlihat dengan jelas puncak-puncak absorpsi dari pusat warna yang akan diamati.
2. Membuat variasi waktu yang berjauhan agar semakin terlihat perbedaan konsentrasi F-Center.