

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

Qerzi Elsadola¹⁾, Ratnawulan²⁾ dan Hidayati²⁾

¹⁾Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang
qerzidhani@yahoo.com

ABSTRACT

The phenomenon of color centers in the crystal has been used in various fields, one of which is the imaging plate. Imaging plate is a sheet that can capture and store the information carried by the X-ray. The base material of this imaging plate is alkali halide crystals. Imaging Plates widely used in hospitals for X-ray. To maximize the results of X-ray readings, required a large absorption. This research was done by varying the energy of radiation used. The purpose of this study was to observe the effect of the energy radiation to the optical properties of F-center in LiF crystals and determine how the time effect on the value of the LiF crystals concentration. Optical properties related to the nature of light and the interaction of light with materials. The optical properties were observed in this research is the absorption coefficient and concentration of color centers. Value of the F-center absorption coefficient obtained for the variation of time of 1 hour, 2 hours and 3 hours for 50 keV, 60 keV, 70 keV, 80 keV and 90 keV. Based on result of the research revealed that the greater the absorption, the concentration will also increase.

Keywords : F-Center, absorption, UV-VIS spectrometer

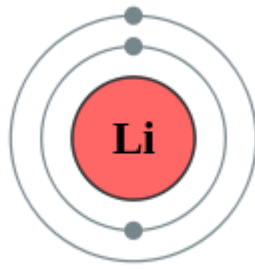
PENDAHULUAN

Semakin lama Ilmu Pengetahuan dan Teknologi semakin berkembang dengan pesat. Dalam berbagai bidang, muncul perkembangan seperti bermacam-macam alat elektronik yang mempermudah pekerjaan manusia. Peralatan tersebut bisa berupa mesin, detektor ataupun peralatan elektronik lainnya. Detektor merupakan suatu alat yang peka terhadap radiasi, yang apabila terkena pancaran radiasi akan menghasilkan suatu tanggapan tertentu, sedangkan peralatan penunjang merupakan suatu peralatan elektronik yang berfungsi untuk mengubah tanggapan yang dihasilkan detektor menjadi suatu informasi yang dapat diamati oleh panca indera manusia atau dapat diolah lebih lanjut menjadi informasi yang berarti ^[1]. Semua detektor maupun produk elektronik ini terbuat dari berbagai material penyusun yang berbeda.

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. 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.

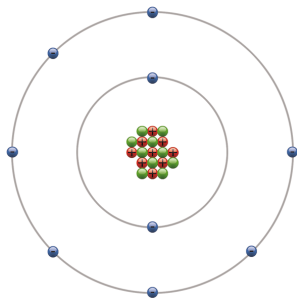
Kristal golongan alkali halida ini sangat mudah didapatkan. Golongan Alkali halida ini merupakan campuran dari unsur golongan IA dengan unsur golongan VIIA dalam tabel periodik ^[2]. Alkali halida biasa digunakan dalam bentuk kristal. Kristal alkali halida merupakan kristal ionik, yang bila disinari 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.

Kristal Lithium Florida 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 ^[3]

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



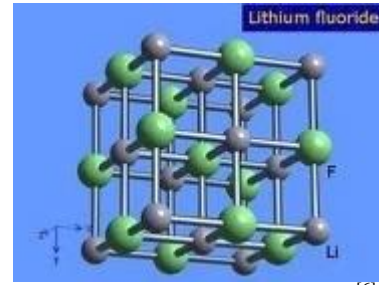
Gambar 2. Unsur Fluor ^[4]

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 Fluoride dibentuk karena adanya gaya tarik menarik elektrostatis antara Lithium bermuatan positif dan Fluoride bermuatan negatif. Gaya elektrostatis tarik-menarik antara muatan negatif elektron dan muatan positif inti atom adalah yang menjadi penyebab timbulnya gaya pemersatu (kohesi) dalam zat padat ^[5]. Hal ini akan menyebabkan terjadi gaya tolak elektron. Kristal ionik biasanya memiliki titik leleh tinggi dan hantaran listrik yang rendah. Ukuran kation berbeda dengan ukuran anion sehingga mengakibatkan adanya kecenderungan anion lebih besar yang 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 ^[6]

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.

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.

Semakin besar konsentrasi F-Center, maka akan semakin besar pula nilai koefisien absorpsinya ^[7]. Absorpsi dari F-Center akan semakin kecil jika energi penyinaran sinar-X nya semakin besar. Konsentrasi merupakan jumlah pasangan hole dan elektron yang terbentuk pada kristal akibat radiasi sinar-X persatuan volume. Semakin besar konsentrasi F-center, semakin besar pula nilai absorpsi F-center.

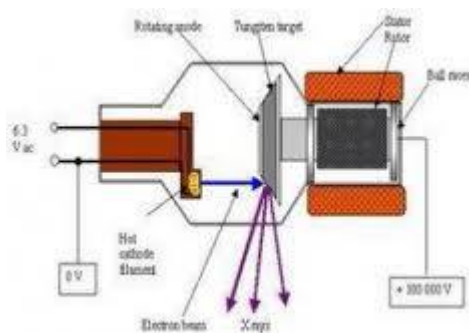
Dalam keadaan yang sebenarnya, tidak ada kristal yang sempurna, akan selalu terjadi cacat pada Kristal. Di dalam kristal akan ditemukan cacat berupa lowongan atau kekosongan yang tidak diisi oleh atom pembentuk kisi kristal tersebut. Lowongan seperti ini akan menimbulkan tingkat energi yang dapat diamati 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.

Radiasi pada dasarnya adalah suatu cara perambatan energi dari sumber energi ke lingkungannya tanpa membutuhkan medium^[8]. Jika suatu inti di dalam keadaan yang tidak stabil, maka inti akan menjadi kelebihan energi. Hal ini akan membuat inti tersebut tidak bertahan sehingga mungkin akan melepaskan satu atau dua kelebihan partikelnya.

Radiasi pengion adalah radiasi yang apabila menumbuk atau menabrak sesuatu, akan muncul partikel bermuatan listrik yang disebut ion. Peristiwa terjadinya ion ini disebut ionisasi^[9]. Yang dapat digolongkan ke dalam kategori radiasi pengion adalah sinar-X, sinar gamma, partikel alpha, partikel betha dan neutron. Tiap jenis radiasi pengion ini juga memiliki sifat yang berbeda.

Sinar-X memiliki sifat yang mirip dengan sinar gamma. Sinar-X dihasilkan dari elektron yang memiliki energi yang tinggi yang akan menumbuk suatu logam. Sinar-X ini akan terjadi jika diberi daya listrik, jadi sinar-X dapat dihentikan jika tenaga listriknya dihentikan. Berikut proses terjadinya radiasi sinar-X yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Radiasi Sinar-X^[10]

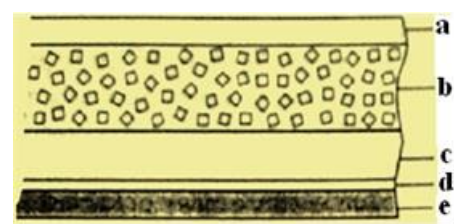
Sinar-X dapat dibangkitkan dari tabung sinar-X. Tabung ini adalah tabung yang hampa udara dengan tegangan tinggi yang berfungsi untuk mempercepat elektron ke kecepatan yang tinggi. Elektron ini dihasilkan dari katoda yang panas. Sinar-X merambat secara lurus dan tidak dapat berbelok baik dikarenakan oleh medan listrik ataupun medan magnet. Sinar-X mampu menembus lebih jauh dan lebih baik jika dibandingkan dengan yang lain. Jika dibandingkan dengan sinar gamma, ketika memancarkan radiasi elektromagnetiknya sinar-X memiliki panjang gelombang yang lebih besar.

Tumbukan yang terjadi secara langsung dari sumber pengion akan menyisipkan ion dari tempat semula dalam kisi. Lowongan inilah yang kemudian dapat berinteraksi. Warna yang terjadi pada kristal akibat dari radiasi pengion ini disebabkan oleh proses luminensi. Warna yang terbentuk pada kristal akan sradap jarak dari permukaan kristal. ebanding dengan jumlah lowongan yang ditimbulkan oleh sinar-X sehingga dari warna yang dihasilkan kita

akan dapat mengamati bahwa intensitasnya berkurang secara eksponensial terhadap jarak pada permukaan kristal.

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.

Detektor baru yang mulai dikenal pada saat ini adalah pelat bayangan (*imaging plate*)^[11]. Pelat bayangan merupakan lembaran yang dapat menangkap dan menyimpan sinar-X. Pelat bayangan ini dapat digunakan pada foto rontgen di rumah sakit sebagai alat pengganti film^[12]. Proses awalnya adalah dengan menangkap energi dari sinar-X yang dipancarkan kemudian disimpan dan dirubah menjadi data digital. Dalam penggunaannya pelat bayangan berada di dalam kaset datar dengan berbagai ukuran, ada yang berukuran 3x4 cm dan 6x9 cm. Data pada pelat bayangan berupa bayangan asli yang disinari dengan neon-helium laser kemudian akan terjadi peristiwa *Luminescence*. Peristiwa ini merupakan pemancaran cahaya oleh pelat bayangan. Cahaya ini lalu ditangkap oleh *Photo Multiplier Tubes* (PMT) yang akan dikonversi ke dalam data digital oleh *Analog Digital Converter* (ADC), sehingga data yang dihasilkan tersebut dapat ditampilkan dan dibaca pada layar monitor. Struktur dari pelat bayangan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pelat Bayangan^[13]

Lapisan Pelat bayangan terdiri dari :

- a. Lapisan Pelindung
Lapisan ini berfungsi untuk melindungi dari kerusakan.
- b. Lapisan Fosfor
- c. Lapisan Penyokong
Lapisan penyokong adalah lapisan paling bawah untuk melapisi bagian yang lain
- d. Lapisan Konduktor

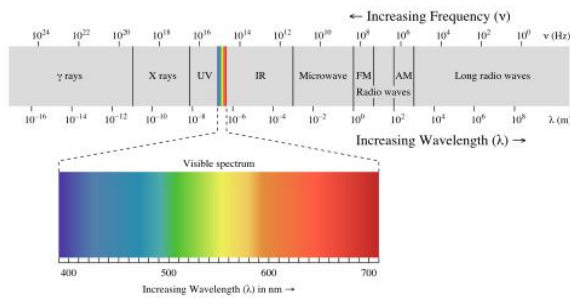
Lapisan konduktor berguna untuk menyerap cahaya agar ketajamannya semakin tinggi.

e. Lapisan Pelindung Cahaya

Lapisan ini berguna untuk perlindungan terhadap cahaya masuk saat proses penghapusan data dan menghindari kebocoran.

Ketika pelat bayangan 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). 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.

Spektrum gelombang yang digunakan 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 ^[12] yaitu 180-380 nm. Untuk rentang spektrum gelombang elektromagnetik ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 6. Rentang Spektrum Gelombang Elektromagnetik ^[15]

Panjang gelombang yang terjadi pada keadaan absorpsi maksimum akan ditentukan oleh konstanta kisi dari kristal yang digunakan. Untuk menentukan koefisien absorpsi dari F-Center, dilakukan dahulu pengukuran transmisi F-Center. Pengukuran transmisi dari F-Center terbaca langsung pada spektrometer UV-VIS dapat dirumuskan dengan:

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

Dimana T merupakan transmisi pusat warna (%),

α merupakan koefisien absorpsi (cm^{-1}) dan x merupakan tebal kristal (cm)

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka absorpsi dari material harus semakin besar. Semakin besar energi yang dipancarkan, nilai koefisien absorpsinya akan menjadi semakin kecil ^[16] . Ini menunjukkan bahwa nilai dari koefisien absorpsi berbanding terbalik dengan tingkat energi penyinarannya. Penelitian ini menguji bagaimana meningkatkan absorpsi F-Center pada kristal dengan cara mengatur energi dari sinar-X yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratorium. Penelitian eksperimental laboratorium adalah salah satu prosedur penelitian kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui dampak dari sebuah percobaan terhadap suatu objek.

Penelitian ini terdiri dari variabel bebas, lamanya waktu penyinaran dan tingkat energi penyinaran. Variabel terikat berupa koefisien absorpsi dan konsentrasi pusat warna. Variabel terkontrol terdiri dari tebal kristal dan intensitas sinar-X .

Bahan-bahan yang digunakan adalah kristal tunggal LiF (Lithium Florida). Alat yang digunakan adalah:

1. Jangka sorong. Dari pengukuran menggunakan jangka sorong didapatkan tebal kristal LiF adalah 0,302 cm.
2. Tabung sinar-X
3. Spektrometer UV-VIS

Teknik pengukuran transmisi dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS adalah dengan meletakkan sampel pada salah satu kuvet, sehingga kuvet yang lainnya berfungsi sebagai referensi. Sebelum digunakan, alat ini harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara mengisi kedua kuvet dengan udara. Pada kondisi demikian transmisi yang terbaca pada alat menunjukkan angka 100%.

Penelitian ini dimulai dengan mengukur ketebalan sampel berupa kristal LiF dan memberikan perlakuan terhadap sampel yaitu:

1. Mengukur ketebalan sampel menggunakan jangka sorong.
2. Pewarnaan mengion pada kristal untuk mendapatkan pusat warna dengan cara meradiasikan kristal LiF dengan sinar-X.
3. Pengukuran transmisi dengan menggunakan spektrometer UV-VIS yang datanya terbaca langsung pada alat UV-VIS tersebut. Data yang didapat diolah dengan menggunakan rumus.
4. Penghapusan pusat-pusat warna
Penelitian dilakukan untuk berbagai tingkatan energi yang berbeda. Jadi untuk menghindari

penumpukan energi penyinaran pada kristal, maka sebelum disinari sinar-X untuk tingkat energi yang berbeda harus dilakukan penghapusan dengan penyinaran menggunakan sinar tampak dosis tinggi.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan melalui dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pengumpulan data ini berupa:

1. Pengumpulan data langsung

Pengumpulan data langsung dengan cara mengukur tebal kristal LiF menggunakan jangka sorong. Setelah itu dilakukan pembuatan F-Center pada kristal LiF. Dalam penelitian ini, F-Center didapat dengan meradiasikan kristal LiF dengan sinar-X secara langsung. Penyinaran dengan sinar-X diatur sesuai dengan tingkatan yang kita inginkan. Penyinaran dilakukan selama lebih kurang 0,02 detik. Dari penyinaran ini didapatkan nilai transmisi dari kristal. Data transmisi langsung terbaca di layar Spektrometer UV-VIS.

2. Pengumpulan data tidak langsung.

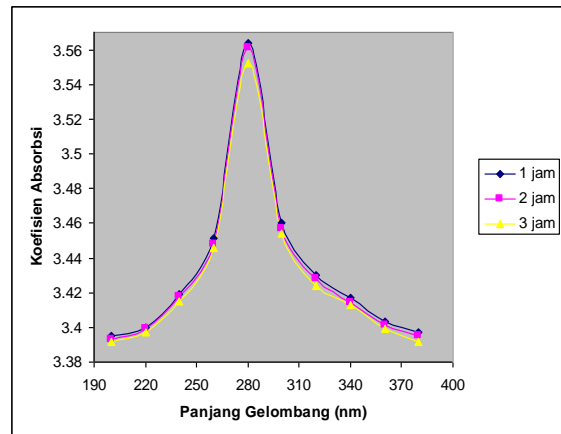
Pengumpulan data tidak langsung berupa koefisien absorpsi. Hasil koefisien absorpsi ditentukan dengan pengolahan data yang yang didapatkan dari hasil transmisi yang didapatkan langsung dari pembacaan di Spektrometer UV-VIS.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data yang didapat pertama kali adalah transmisi pusat warna setelah kristal disinari dengan sinar-X. Pengukuran dilakukan untuk 5 macam energi yaitu 50 keV, 60 keV, 70 keV, 80 keV, dan 90 keV. Dilakukan juga dalam variasi waktu yang berbeda yaitu, waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam setelah radiasi. Pengukuran hanya dilakukan pada pusat warna F-Center. Untuk setiap 1 jam dilakukan pengukuran untuk 5 variasi energi.

Kristal LiF yang diradiasikan dengan sinar-X akan membentuk pusat warna. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam Spektrometer UV-VIS untuk dilakukan pengukuran. Hasil didapatkan dari pembacaan langsung pada alat spektrometer. Hasil pembacaan pada alat spektrometer ini berupa persentase yang kemudian akan diolah menggunakan Persamaan 1.

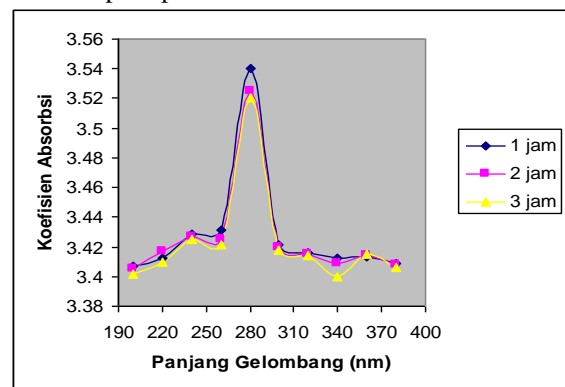
Adapun hasil yang didapatkan dari analisis data berupa koefisien absorpsi dan konsentrasi F-center. Hasil yang didapatkan pertama adalah untuk penyinaran dengan tingkat energi 50 keV. Pengukuran absorpsi dimulai pada daerah panjang gelombang 200 nm sampai panjang gelombang 380 nm dan dapat dibuat grafik yang menggambarkan hubungan antara koefisien absorpsi F-center pada kristal LiF terhadap panjang gelombang. Grafik tersebut setelah 1 jam, 2 jam dan 3 jam radiasi seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF untuk Energi 50 keV

Pada Gambar 7 terlihat bahwa koefisien absorpsi maksimum terdapat pada daerah panjang gelombang 280 nm. Untuk setelah 1 jam koefisien absorpsinya bernilai 3.564. Untuk setelah 2 jam koefisien absorpsi bernilai 3.561 dan untuk setelah 3 jam bernilai 3.552. Koefisien absorpsi pada waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam setelah radiasi hampir sama karena waktu yang berdekatan. Seiring bertambahnya waktu konsentrasi F-center berkurang terhadap waktu.

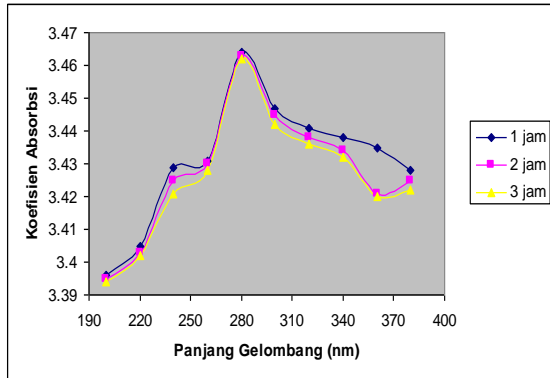
Untuk percobaan kedua dilakukan dengan merubah tingkat energi menjadi 60 keV. Pengukuran absorpsi dimulai pada daerah panjang gelombang 200 nm sampai panjang gelombang 380 nm. Grafik yang menggambarkan hubungan koefisien absorpsi F-center kristal LiF terhadap panjang gelombang setelah 1 jam, 2 jam dan 3 jam radiasi seperti pada Gambar 8



Gambar 8. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF untuk Energi 60 keV

Pada Gambar 8 terlihat koefisien absorpsi maksimum terdapat pada daerah panjang gelombang 280 nm. Absorpsi terbesar terjadi pada waktu 1 jam. Untuk waktu 1 jam, koefisien absorpsi bernilai 3,54. Untuk waktu 2 jam bernilai 3,525 dan untuk waktu 3 jam bernilai 3,448. Koefisien absorpsi pada waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam setelah radiasi tidak terlalu terlihat perbedaannya karena waktu penyinaran F-center yang berdekatan.

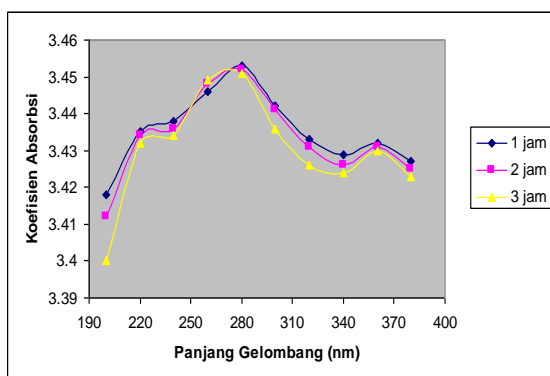
Untuk percobaan ketiga, tingkat energi dirubah menjadi sebesar 70 keV. Pada energi 70 keV, pengukuran juga dilakukan mulai dari panjang gelombang 200 nm sampai panjang gelombang 380 nm yang merupakan tempat terjadinya pusat warna F-Center. Grafik yang menggambarkan hubungan antara koefisien absorpsi F-center pada kristal LiF terhadap panjang gelombang setelah 1 jam, 2 jam dan 3 jam radiasi, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF untuk Energi 70 keV

Pada Gambar 9 terlihat bahwa pada daerah panjang gelombang 280 nm terdapat koefisien absorpsi maksimum F-Center untuk setiap jam. Nilai koefisien absorpsi tertinggi terjadi pada waktu 1 jam. Untuk waktu 1 jam koefisiensi absorpsi bernilai 3,464, 2 jam bernilai 3,463 dan untuk waktu 3 jam bernilai 3,462. Nilai koefisien absorpsi untuk setiap jam tetap tidak terlalu berbeda. Ini juga karena tingkat energi yang digunakan untuk penyinaran.

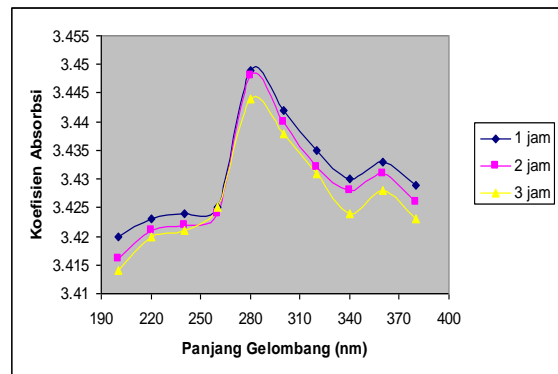
Percobaan keempat dilakukan untuk tingkat energi 80 keV. Pengukuran tetap dilakukan untuk 3 kali selang waktu yang berbeda untuk waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Pengukuran juga dilakukan mulai dari panjang gelombang 200 nm sampai 380 nm. Grafik yang menggambarkan hubungan antara koefisien absorpsi F-center pada kristal LiF terhadap panjang gelombang setelah 1 jam, 2 jam dan 3 jam radiasi, seperti yang terlihat pada Gambar 10



Gambar 10. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF untuk Energi 80 keV

Pada Gambar 10 terlihat bahwa koefisien absorpsi maksimum tetap terdapat pada daerah panjang gelombang 280 nm. Untuk waktu 1 jam bernilai 3,453. Untuk waktu 2 jam bernilai 3,452 dan untuk waktu 3 jam bernilai 3,451. Nilai koefisien absorpsi pada waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam setelah radiasi juga hampir sama. Ini disebabkan karena waktu penyinaran dan karena tingkat energi yang digunakan tidak terlalu berbeda jauh.

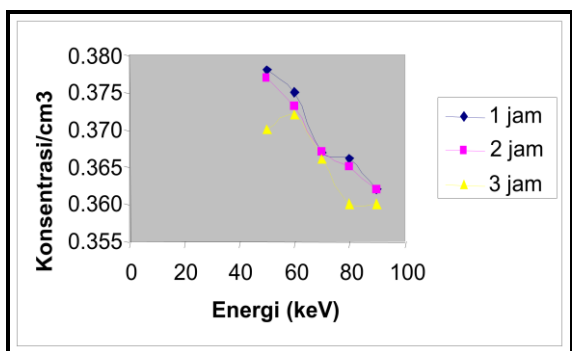
Pengukuran terakhir dilakukan untuk tingkat energi 90 keV. Tingkat energi 90 KeV ini merupakan yang terbesar dari semua tingkat energi yang dijadikan sampel untuk pengukuran koefisien absorpsi. Grafik yang menggambarkan hubungan antara koefisiensi absorpsi F-Center pada kristal LiF terhadap panjang gelombang setelah 1 jam, 2 jam dan 3 jam setelah radiasi seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Koefisien Absorpsi F-Center Kristal LiF untuk Energi 90 keV

Pada Gambar 11 dapat terlihat pada daerah bahwa koefisien absorpsi maksimum terdapat pada daerah panjang gelombang 280 nm. Untuk waktu 1 jam koefisiensi absorpsi bernilai 3,449. Untuk waktu 2 jam bernilai 3,448 dan untuk waktu 3 jam bernilai 3,444. Koefisien absorpsi pada waktu 1 jam, 2 jam dan 3 jam setelah radiasi juga hampir sama. Pada koefisiensi absorpsi maksimum tertinggi terjadi pada waktu 1 jam.

Setelah didapatkan nilai koefisien absorpsi dari F-Center, dapat juga ditentukan nilai konsentrasinya. Koefisien absorpsi F-center pada waktu yang berlainan, akan membuat tinggi puncak makin berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa nilai konsentrasi F-center akan berkurang terhadap waktu. Konsentrasi F-Center dapat ditentukan dari koefisien absorpsi maksimum pada setiap hubungan antara konsentrasi terhadap waktu setelah radiasi seperti terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Konsentrasi Kristal LiF

Berdasarkan Gambar 12 terlihat bahwa nilai konsentrasi F-Center pada kristal LiF semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu. Semakin lama kristal dibiarkan, nilai konsentrasinya akan semakin berkurang. Sementara itu nilai konsentrasi juga berbanding terbalik dengan tingkat energi. Nilai konsentrasi pada kristal akan semakin berkurang untuk tingkat energi yang semakin tinggi.

Elektron yang memiliki lowongan cenderung menyerap cahaya dalam spektrum yang akan terlihat seperti menjadi berwarna Pusat warna F-Center terbentuk akibat terjadinya radiasi pada kristal. Pusat warna yang terbentuk antara lain adalah pusat warna F-Center yang terletak pada daerah panjang gelombang Ultra Violet yaitu antara 190 nm sampai 380 nm.

Berdasarkan dari data dan pengukuran yang didapat, akan terlihat bahwa tingkat energi radiasi berpengaruh terhadap nilai koefisien absorpsi kristal. Besar nilai koefisien absorpsi akan berbanding terbalik dengan besarnya tingkat energi penyinaran. Semakin besar energi yang dipancarkan, maka nilai koefisien absorpsinya akan menjadi semakin kecil. Nilai koefisien paling tinggi terjadi pada energi 50 keV yaitu 3,564 untuk waktu 1 jam setelah penyinaran, 3,561 untuk waktu 2 jam setelah penyinaran dan 3,552 untuk waktu 3 jam setelah penyinaran. Sementara itu nilai koefisien absorpsi paling kecil terdapat pada tingkat energi paling tinggi yaitu 90 keV yaitu 3,449 untuk waktu 1 jam setelah penyinaran, 3,448 untuk waktu 2 jam setelah penyinaran dan 3,444 untuk waktu 3 jam setelah penyinaran. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin besar energi yang dipancarkan, maka nilai koefisien absorpsinya akan menjadi semakin kecil

Sementara itu berdasarkan grafik yang menunjukkan hubungan antara koefisien absorpsi F-center pada kristal LiF terhadap panjang gelombang, dapat dilihat bahwa koefisien absorpsi maksimum terdapat pada daerah panjang gelombang 280 nm ditandai dengan adanya lengkung yang berbentuk lonceng yang terjadi pada daerah tersebut. Hal ini menunjukkan terjadinya fenomena pusat warna pada kristal.

Berdasarkan perhitungan nilai konsentrasi F-center, menunjukkan bahwa konsentrasi F-center berkurang terhadap waktu. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi F-Center maka semakin besar pula nilai koefisien absorpsinya. Berdasarkan perhitungan dan juga grafik yang sudah dibuat, dapat dilihat bahwa konsentrasi akan semakin kecil jika koefisien absorpsi juga semakin kecil. Pada pengukuran yang dilakukan, tidak terlalu terlihat perbedaan nilai dari konsentrasi kristal yang didapatkan. Ini disebabkan karena waktu penyinaran yang berdekatan dan tingkat energi yang tidak terlalu jauh berbeda. Waktu penyinaran yang dilakukan hanya berselang satu jam yaitu setiap 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Nilai koefisien absorpsi akan terlihat lebih berbeda jika selang waktu yang digunakan lebih lama dan lebih banyak waktu untuk dijadikan sampel. Hal ini akan menyebabkan nilai koefisien absorpsi yang berdekatan sehingga nilai konsentrasinya juga akan berdekatan dan tidak terlalu terlihat perbedaannya.

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.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhadi, Mukhlis. 2000. *Dasar-Dasar Proteksi Radiasi*. Jakarta: Rineka Cipta
- [2] Purba, Michael. 2006. *Kimia Untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga.
- [3] http://www.chem-is-try.org/kata_kunci/lithium/
- [4] http://www.chem-is-try.org/tabel_periodik/fluor/.
- [5] http://www.academia.edu/4780564/ikatan_ionik
- [6] <http://www.chem-is-try.org/struktur-kristal-logam/>
- [7] Tanner, Brian K. 1995. *Introduction to the Physics of Electrons in Solids*. Australia : University of Cambridge.
- [8] Swamardika, Alit. *Pengaruh Radiasi Gelombang Elektromagnetik Terhadap Kesehatan Manusia*. Volume 8 No 1 2009
- [9] <http://www.batan.go.id/pusdiklat/elearning/>

- [10] Suyati, M. Akhadi. 1998. *Mengukur kualitas radiasi keluaran pesawat sinar-X*. Buletin Alara2 (2): 7-12.
- [11] Kuroiwa, Y., Tamura, L., Ohe, F., Jidaisho, H., Akiyama, K., and Noda, Y. (1995). *Development of a low – Temperatur X-ray diffractometer with a Weissenberg Camera utilizing an Imaging plate*. J. Appli. Cryst. 28, hal. 341-346.
- [12] Ratnawulan, 1997. *Metode Weissenberg Menggunakan Pelat Bayangan dan Aplikasinya Pada Transisi Fasa dari $K_3D(SO_4)_2$ Pada Temperatur Rendah*. Institut Teknologi Bandung.
- [13] [Http://inotwp.wordpress.com](http://inotwp.wordpress.com)
- [14] [Http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrum elektromagnetik/](http://id.wikipedia.org/wiki/Spektrum_elektromagnetik/)
- [15] <http://www.scribd.com/doc/139216041/Lesson-6-Deteksi-Dan-Pengukuran-Radiasi>