



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA V**  
"Kontribusi Kimia dan Pendidikan Kimia dalam  
Pembangunan Bangsa yang Berkarakter"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 6 April 2013



**MAKALAH  
PENDAMPING**

**PENDIDIKAN KIMIA  
(Kode : E-02)**

**ISBN : 979363167-8**

## **PENGUNAAN FILM HALIDA DAN RADIOKROMAT DALAM DOSIMETRI RADIASI**

**Dewi Kartikasari<sup>1\*</sup>, Eka Djatnika Nugraha<sup>2</sup>, Helfi Yulianti<sup>3</sup>, Suyati<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>*Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, Jakarta ,  
Indonesia*

<sup>2,3,4</sup>*Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi,  
Jakarta , Indonesia*

\*Keperluan korespondensi, Telepon : 021-7513906 EXT 317 / Email:  
[dewikartikasari@batan.go.id](mailto:dewikartikasari@batan.go.id)

### **ABSTRAK**

Dosimetri radiasi untuk tujuan proteksi radiasi di bidang industri dan medik telah mengalami perkembangan dalam beberapa puluh tahun terakhir. Berbagai macam metode pengukuran dan detektor dosis radiasi telah ditemukan. Salah satu detektor yang banyak digunakan dalam dosimetri radiasi tersebut adalah detektor jenis film. Proses kimia yang terjadi di dalam film dan pada saat pemrosesan film sangat berpengaruh dalam penggunaan detektor jenis film tersebut. Contoh detektor film yang banyak digunakan adalah jenis film halidada radiokromat. Film halida melibatkan proses interaksi antara AgX dan radiasi foton yang kemudian akan menghasilkan ion-ion Ag<sup>+</sup>, sedangkan teknik pembentukan *image* pada film radiokromat dapat melibatkan perubahan *leuco dyes* yang bersifat sensitif atau mengubah molekul foto monomer tidak berwarna menjadi berwarna melalui perubahan kimia. Pada makalah ini dijelaskan penggunaan film halida dan radiokromat untuk berbagai keperluan, proses kimia yang terjadi di dalamnya dan faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran dosis menggunakan jenis detektor film tersebut. Film halida dapat dimanfaatkan untuk keperluan medik, industri dan monitoring dosis. Faktor yang mempengaruhi pengukuran dosis antara lain konsentrasi larutan pengembang dan kondisi ruang pemrosesan film. Film radiokromat terutama dimanfaatkan di bidang medik dan faktor yang mempengaruhi pengukuran dosis antara lain suhu, kelembaban dan sinar UV.

**Kata Kunci** : *dosimetri, film halida, film radiokromat*

### **PENDAHULUAN**

Dosimetri merupakan kegiatan pengukuran dosis radiasi dengan teknik yang didasarkan pada pengionan yang disebabkan oleh radiasi dalam gas, terutama udara [1]. Dalam beberapa puluh tahun terakhir, dosimetri radiasi telah mengalami banyak perkembangan.

Berbagai macam teknik dosimetri dimanfaatkan untuk berbagai macam keperluan terutama di bidang industri dan medik. Secara garis besar teknik dosimetri radiasi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu dosimetri absolut dan dosimetri relatif.

Dosimetri absolut merupakan suatu teknik dosimetri untuk menghasilkan

informasi langsung berupa dosis serap dalam gray (Gy). Teknik ini melibatkan banyak faktor yang digunakan untuk mengubah kuantitas yang terekam selama pengukuran ke dalam dosis serap [2]. Dosimetri absolut biasanya digunakan sebagai standar. Contoh teknik dosimetri absolut yang paling umum adalah kalorimetri, dosimetri ionometrik dan dosimetri kimia.

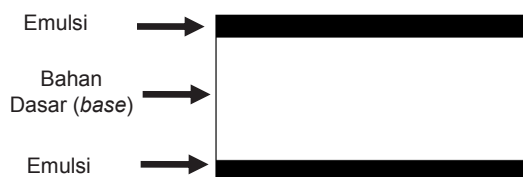
Jenis teknik dosimetri berikutnya adalah dosimetri relatif. Dosimetri relatif merupakan teknik dosimetri yang dilakukan dengan cara membandingkan dua pembacaan dosimeter yang salah satunya merupakan dosimeter standar [2]. Salah satu jenis dosimetri relatif adalah dosimetri film. Dosimetri film banyak digunakan untuk memonitor dosis pekerja radiasi dan juga untuk memperkirakan dosis eksternal pada kulit yang diterima oleh pasien saat melaksanakan prosedur medik [3]. Dosimeter yang dapat digunakan dalam dosimetri film terdiri dari beberapa jenis, diantaranya adalah jenis dosimeter film halida dan radiokromat.

## FILM HALIDA

Dosimeter film halida banyak digunakan dalam berbagai bidang antara lain; radiografi medik karena hanya dengan menggunakan sedikit radiasi dosis rendah sudah dapat diperoleh gambar yang sangat bagus tentang organ yang diperiksa. Dalam bidang industri dimanfaatkan sebagai alat kontrol destruksi yaitu untuk memperlihatkan keretakan, homogenitas material dan lain-lain. Pemanfaatan yang lain adalah untuk memonitor dosis

perorangan para pekerja radiasi dan juga untuk memperkirakan dosis kulit eksternal yang diterima oleh pasien selama menjalani prosedur medik [3]. Pemanfaatan film halida dalam bidang monitoring dosis pekerja radiasi memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan penggunaan dosimeter film antara lain data dosis dapat dibaca kembali apabila diperlukan maupun apabila ada hal-hal yang meragukan, biaya proses dosimetri film cukup murah dan peralatan evaluasi dosisnya sederhana. Sedangkan kekurangan penggunaan dosimeter jenis ini antara lain sifat dosimeter adalah sekali pakai, proses evaluasi dosisnya memerlukan waktu yang relatif lama serta relatif peka terhadap faktor-faktor lingkungan [4].

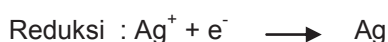
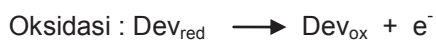
Secara umum susunan film halida disajikan pada Gambar 1. Komponen aktif berada pada lapisan emulsi yang dilapiskan pada bahan dasar. Lapisan emulsi merupakan tempat terbentuknya gambar dan terdiri dari banyak butiran kristal perak halida seperti perak bromida dan perak klorida yang tersuspensi dalam gelatin. Kebanyakan film yang digunakan dalam radiografi memiliki dua lapisan emulsi pada masing-masing sisi bahan dasar sedangkan untuk proses radiografi tertentu seperti pada mamografi biasanya hanya terdiri dari satu lapisan emulsi [5]. Bahan dasar biasanya terbuat dari bahan poliester bening dengan tebal sekitar 150  $\mu\text{m}$ . Bahan dasar ini berfungsi untuk mendukung komponen lapisan film yang lainnya dan tidak terlibat dalam proses pembentukan gambar.



Gambar 1. Susunan film konvensional secara umum

Ketika sinar-X, sinar gama maupun cahaya mengenai butiran sensitif perak halida yang berada pada lapisan emulsi, foton akan berinteraksi dengan AgX dan menghasilkan  $\text{Ag}^+$ . Perubahan yang terjadi pada proses ini sangat kecil sehingga tidak dapat terdeteksi oleh metode fisik biasa dan disebut sebagai bayangan laten. Kemudian bayangan laten yang tidak tampak tersebut akan diubah menjadi gambar tampak melalui proses kimia.

Proses kimia pertama yang dilakukan adalah proses pengembangan film menggunakan larutan pengembang (*developer*). Proses ini didasarkan pada reduksi perak halida oleh larutan pengembang. Larutan pengembang ada bermacam-macam jenisnya tetapi secara umum mengandung bahan-bahan kimia yang sama dan mempunyai fungsi yang spesifik dalam proses pengembangan yaitu sebagai *reducer* contohnya phenidone and hydroquinone, *activator* contohnya natrium karbonat, *restrainer* contohnya kalium bromide, *preservative* contohnya natrium sulfite dan *hardener* contohnya glutaraldehyde [5]. Reaksi kimia yang terjadi dapat dijelaskan sebagai berikut :



Proses selanjutnya adalah memasukkan film ke dalam larutan pemantap (*fixer*). Pada proses ini kristal perak halida yang tidak terpapar akan dilarutkan dan hanya meninggalkan butiran-butiran perak ke dalam gelatin. Pada prinsipnya, reaksi kimia yang terjadi pada proses ini dapat dijelaskan sebagai berikut :



Selanjutnya film melalui proses pencucian untuk membersihkan larutan pemantap dari lapisan emulsi. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan tiosulfat. Jika tiosulfat tetap dibiarkan dalam lapisan emulsi, maka pada akhirnya akan bereaksi dengan perak nitrat dan udara untuk membentuk perak sulfat, berupa noda berwarna kuning coklat. Proses terakhir adalah pengeringan film.

Setelah proses pengembangan dan pemantapan pada film, terjadi proses kimia yang menyebabkan munculnya warna kehitaman pada film. Tingkat kehitaman film atau lebih dikenal dengan kerapatan optik akan sebanding dengan besarnya radiasi yang diterima [4].

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran kerapatan optik pada film diantaranya adalah konsentrasi larutan pengembang, dan kondisi ruang pemrosesan film. Semakin rendah konsentrasi larutan pengembang, semakin rendah pula kerapatan optik pada film yang terpapar radiasi [3]. Kondisi ruang pemrosesan film berpengaruh terhadap pemrosesan film karena akumulasi debu, kotoran maupun bahan kimia yang lainnya

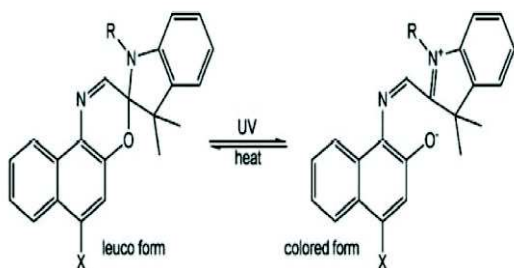
dapat menjadi artifak dalam pengukuran dosis. Selain itu jenis penerangan dalam ruangan juga harus diperhitungkan agar tidak mempengaruhi film[6].

### FILM RADIOKROMAT

Film radiokromat merupakan film yang langsung berubah warna ketika terpapar radiasi pengion dan tidak memerlukan proses kimia maupun fisik. Film radiochromic kebanyakan dimanfaatkan di bidang medik dan memiliki beberapa keunggulan antara lain tidak memerlukan pemrosesan film, kamar gelap maupun bahan-bahan kimia[7]. Pembacaan film radiokromat dapat dilakukan dengan menggunakan referensi tabel warna, densitometer dan scanner.

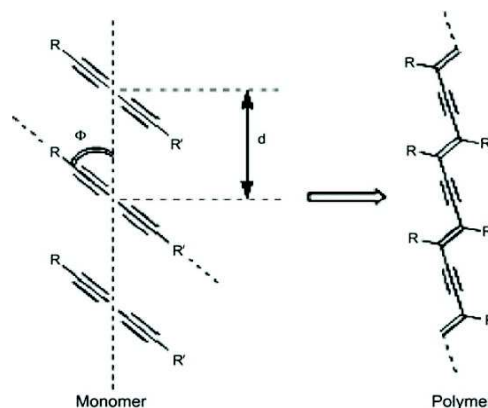
Film radiokromat terdiri dari berbagai macam jenis dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan radiologi (kV foton) maupun radioterapi (MV foton, electron, proton). Film radiokromat memiliki dua jenis prinsip reaksi dasar utama. Pertama, radiasi *leuco dyes* yang bersifat sensitif. Kedua, mengubah molekul foto monomer tidak berwarna menjadi berwarna melalui perubahan kimia [8].

Kedua reaksi tersebut disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut :



Gambar 2. Radiasi *leuco* menjadi senyawa berwarna

Pada reaksi Gambar 2, ikatan rangkap dari senyawa memiliki kemampuan untuk menyerap foton dari cahaya tampak sehingga dapat menghasilkan senyawa yang berwarna.



Gambar 3. Reaksi perubahan monomer menjadi polimer

Beberapa senyawa kimia organik akan mengalami fotopolimerisasi apabila disinari dengan sinar UV menjadi bentuk kristal yang sangat banyak. Reaksi pada Gambar 3 dapat terjadi apabila ada perubahan secara thermal, fotokimia maupun apabila terkena iradiasi gama.

Respon pada film radiokromat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain suhu, kelembaban dan sinar UV[9]. Suhu dan kelembaban saat penyimpanan, pembacaan maupun saat penyinaran kadang dapat menyebabkan kesalahan dalam pembacaan dosis. Selain itu, kebanyakan film radiokromat sensitif terhadap radiasi UV karena dapat mengubah warna film secara spontan. Oleh karena itu, penanganan yang baik dan tepat akan dapat mengeliminasi paparan sinar UV.

## KESIMPULAN

Reaksi yang terjadi pada film halida melibatkan proses interaksi antara AgX dan radiasi foton yang kemudian akan menghasilkan ion-ion  $\text{Ag}^+$ . Film halida dapat dimanfaatkan untuk keperluan medik, industri maupun monitoring dosis. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembacaan dosis menggunakan film halida antara lain konsentrasi larutan pengembang dan kondisi ruang pemrosesan film. Reaksi dasar yang terjadi pada film radiokromat ada dua yaitu perubahan *leuco dyes* yang bersifat sensitif dan mengubah molekul foto monomer tidak berwarna menjadi berwarna melalui perubahan kimia. Film radiokromat terutama dimanfaatkan di bidang medik. Respon pada film radiokromat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain suhu, kelembaban dan sinar UV. Film radiokromat lebih praktis dibanding film halida dalam hal pemrosesan film karena tidak memerlukan pemrosesan secara kimia.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Thamrin, M.T., Akhadi, M. dan Kusumawati, D.D., 2004, Pengukuran Dosis Serap dengan Dosimeter Kimia, Buletin ALARA, Vol. 5 No. 2&3
- [2] Butson, M.J, Peter K.N., Cheung, T., and Metcalfe, P., 2003, Radiochromic film for medical radiation dosimetry, Materials Science and Engineering R 41
- [3] Mihai F. and Gheorghiu A., Proceedings of the 7th Conference on Nuclear and Particle Physics, 2009, Chemical

processing effects on the radiation doses measured by film dosimeter system, Sharm El-Sheikh, Egypt

- [4] Akhadi, M., 2005, Mengoptimalkan Penggunaan Dosimeter Perorangan di Medan Radiasi Campuran, Buletin ALARA, Vol. 7 No. 1&2
- [5] Sprawls, P., 1995, Physical Principles of Medical Imaging, Medical Physics Publishing Corporation
- [6] Pai, S., et al., 2007, TG-69: Radiographic film for megavoltage beam dosimetry, *American Association of Physicists in Medicine*
- [7] Lewis, D.F., 2010, Radiochromic Film, International Specialty Products
- [8] Vajapurkar, S.G and Bera A., 2010, Present status of radiochromic techniques for nuclear radiation measurements, Indian Journal for Pure&Applied Physics Vol. 48
- [9] Niroomad, R.A, et. al, 1998, Radiochromic Film Dosimetry, American Association of Physicists in Medicine

## TANYA JAWAB

**PARALEL** : E  
**NAMA PEMAKALAH** : Dewi Kartikasari  
**NAMA PENANYA** : M. Masykuri  
**PERTANYAAN** :

Sejauh mana pemanfaatan film Radiokromat yang sekarang sudah ada dimasyarakat?

**JAWABAN** :

Film Radiokromat memiliki berbagai macam merk dagang. Penggunaanya kebanyakan dalam pengukuran dosis terapi.