

Comparative Analysis On The Silver Recovery Has Saturated Fixer Deposition Using The Method And Naoh Na₂S

Analisis Perbandingan Perak Kembali Pada Fixer Yang Telah Jenuh Pada Metode Pengendapan Dengan Menggunakan Naoh Dan Na₂S

Jeffri Ardiyanto
Bagus Abimanyu
Agustina Dwi Prastanti

Dosen Jurusan Teknik Radiodiagnostik Dan Radioterapi Semarang
Poltekkes Kemenkes Semarang
Jl. Tirta Agung, Pedalangan, Banyumanik, Semarang
E-mail: jeffri_ardiyanto@hotmail.com

Abstract

The purpose of this study was to determine the weight of the silver produced by use of NaOH and Na₂S materials. This research is experimental research. Data were collected by precipitating a saturated solution of fixer for silver content taken with the use of NaOH and Na₂S each with 2.5 and 5 molarity. The results showed in the first precipitation with 2.5 M NaOH produces silver sediment 15 g and 2.5 g. The deposition of the second with 5 M NaOH produces silver precipitate 49 g and 10 g. Deposition third with 2.5 M Na₂S produces silver precipitate 37 g and 6.5 g. Deposition fourth with 5 M Na₂S produces silver precipitate 38 g and 8 g. Among the four most widely produced deposition of silver is a concentration of 5 M NaOH were able to produce as much as 10 g of silver.

Key Word: *fixer solution saturated, precipitation, NaOH, Na₂S, silver*

1. Pendahuluan

Pengolahan film radiografi adalah sebuah kegiatan yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata yang permanen pada film dan dapat dilihat oleh mata pada kondisi umum. Sebuah film yang terkena eksposi belum dapat dilihat hasilnya jika belum diproses. Proses pengolahan film dilakukan dengan teknik manual maupun *automatic processing* melalui beberapa tahapan yaitu pembangkitan (*developing*), pencucian (*rinsing*), penetapan (*fixing*), yang bertujuan untuk menghentikan proses pembangkitan sehingga tidak ada lagi perubahan bayangan laten, pembilasan

(*washing*), dan pengeringan (*drying*) (Bushong, 2001).

Larutan *fixer* atau yang disebut dengan larutan penetapan ini berfungsi untuk merubah bayangan nyata menjadi permanen, melarutkan butir-butir perak bromida (AgBr) yang tidak tereksposi dan menyamak emulsi film yang mengalami pembengkakan, sehingga dapat disimpan secara permanen. Setelah larutan *fixer* digunakan berulang-ulang untuk proses fiksasi gambar maka kemampuannya untuk menetapkan gambar semakin lama semakin berkurang. Salah satu tujuan dari proses fiksasi adalah untuk melarutkan sisa garam perak yang tidak terkena sinar *photon*. Apabila komponen perak dalam bentuk garam kompleks semakin banyak

kandungannya dalam *fixer* maka *fixer* akan jenuh dan akan mengakibatkan daya fiksasi menurun sehingga lapisan emulsi film yang diolah akan mudah rusak karena kurang penyamakan (Chesney, 1995).

Fixer yang telah jenuh apabila dibuang akan menimbulkan polusi tanah karena limbah *fixer* mengandung unsur logam berat yaitu perak dalam bentuk ikatan garam perak kompleks. Apabila hal ini dilakukan maka akan melanggar Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor : 173/Men.Kes/Per/VII/77, tentang pengawasan pencemaran air. Sesuai dengan ketentuan dalam label syarat kualitas (mutu) cairan buangan atau limpahan atau bocoran industri pertambangan dan rumah tangga disebutkan parameter perak yang terkandung sebagai batas maksimum yang diperbolehkan adalah 0,1 mg/L.

Upaya yang dilakukan untuk menghindari kandungan perak yang melebihi batas maksimum dalam limbah larutan *fixer* yang akan dibuang adalah dengan cara daur ulang pemisahan butir-butir perak yang terkandung dalam cairan penetap. Proses daur ulang pemisahan butir-butir perak dikenal dengan istilah *silver recovery* (Papp, 2006).

Metode *silver recovery* ada beberapa macam diantaranya metode elektrolisa, metode *metallic replacement* dan metode *precipitation* (pengendapan) yang dilakukan dengan mencampurkan larutan *fixer* dengan bahan kimia atau reagen. Ada beberapa macam bahan kimia yang dapat dipergunakan sebagai bahan untuk metode pengendapan, menurut Coppice (2001) bahan yang digunakan untuk metode pengendapan yaitu NaOH, dan menurut Robert and Smith (1988) bahan kimia yang dapat digunakan untuk metode pengendapan yaitu Na₂S. Bahan kimia NaOH dan Na₂S termasuk bahan kimia yang mudah didapatkan. Bahan kimia Na₂S di masyarakat umum sering dikenal dengan nama dagang *Sodium sulfida* yang dimana bahan kimia ini mempunyai fungsi yang sama dengan

NaOH yang bertujuan untuk memisahkan perak dari larutan *fixer*. Penelitian tentang *silver recovery* dengan metode pengendapan telah dilakukan oleh Sudiyono (2004). Bahan yang digunakan adalah NaOH dengan konsentrasi 5 dan 10M.

2. Metode

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan observasional. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah Jerigen 20 Liter, kertas saring (untuk saringan), koi (mangkok tanah liat), *Burner / Las*, toples plastik, Masker, Sarung tangan plastik, Gas 3 kg dengan bahan Penelitian *Fixer* jenuh, Buras (Pijer), NaOH (*Natrium hidroksida*), Na₂S (*Sodium Sulfida*), *Aquadest*.

Dalam penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan membandingkan hasil perak kembali dengan bahan NaOH dan Na₂S masing-masing dengan molaritas 2,5 dan 5 pada larutan *fixer* 5 liter dengan cara sebagai berikut:

1. Menyiapkan Alat dan Bahan Percobaan
Sediakan *fixer* yang telah jenuh sebanyak 20 liter, kemudian dibagi menjadi dua bagian. Untuk bagian 10 liter yang pertama digunakan untuk metode pengendapan dengan NaOH. Untuk bagian 10 liter yang kedua disiapkan untuk metode pengendapan dengan Na₂S.
2. Melakukan Pemisahan Perak pada *Fixer* yang Telah Jenuh menggunakan NaOH pada Metode Pengendapan.
 - a. Membuat NaOH dengan konsentrasi 2,5M sebanyak 2,5 liter.

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{mollarutan (mol)}}{\text{volumelarutan (liter)}}$$

$$2,5 \text{ M} = \frac{\text{mollarutan (mol)}}{2,5 \text{ liter}}$$

$$\text{Mol} = 6,25 \text{ mol}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{massaunsurX(gr)X 1 molatomX}}{\text{massaatomrelatif}}$$

$$6,25 = \frac{\text{NaOH (gr)X 1 molatomNaOH}}{40}$$

$$\text{NaOH} = 250 \text{ gr}$$

Jadi untuk membuat larutan NaOH 2,5 M, diperlukan 250 gr NaOH yang dilarutkan dalam 2,5 liter aquadest, sedangkan untuk 5 M maka berat NaOH yang diperlukan adalah 500gr.

- b. Melakukan pengendapan dengan cara menuangkan secara perlahan – lahan NaOH 2,5 M sebanyak 2,5 liter kedalam fixer yang telah jenuh sebanyak 5 liter dalam toples plastik yang besar.
- c. Endapan perak yang terjadi kemudian dipisahkan secara perlahan-lahan dari larutannya.
- d. Endapan dikeringkan di bawah sinar matahari
- e. Setelah endapan kering dilakukan penimbangan endapan
- f. Sesudah penimbangan endapan dilakukan pemurnian dengan cara dibakar menggunakan las.
- g. Pemurnian dilakukan sampai tiga kali pembakaran untuk mendapatkan hasil perak dengan mutu tinggi.
- h. Masukkan ke dalam ember yang berisi air sehingga membentuk butir – butir perak.
- i. Lakukan penimbangan hasil perak yang didapatkan.
- j. Melakukan prosedur di atas untuk pengendapan dengan menggunakan NaOH 5 M.

3. Melakukan Pemisahan Perak pada Fixer yang Telah Jenuh menggunakan Na₂S pada Metode Pengendapan.
 - a. Melakukan pemisahan perak pada *fixer* yang telah jenuh menggunakan metode pengendapan.
 - b. Membuat Na₂S dengan konsentrasi 2,5 M sebanyak 2,5 liter.

$$\text{Molaritas} = \frac{\text{mol larutan (mol)}}{\text{volume larutan (liter)}}$$

$$2,5M = \frac{\text{mol larutan (mol)}}{2,5 \text{ liter}}$$

$$\text{Mol} = 6,25 \text{ mol}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{massa unsur X (gr)} \times 1 \text{ mol atom X}}{\text{massa atom relatif}}$$

$$6,25 = \frac{\text{Na}_2\text{S}(\text{gr}) \times 1 \text{ mol atom Na}_2\text{S}}{78}$$

$$\text{Na}_2\text{S} = 487,5 \text{ gr}$$

Jadi untuk membuat larutan Na₂S 2,5 M, diperlukan 487,5 gr Na₂S yang dilarutkan dalam 2,5 liter aquadest. Jadi untuk membuat 5 M diperlukan dua kali lipat beratnya yaitu 975 gr.

- c. Melakukan pengendapan dengan cara menuangkan secara perlahan – lahan Na₂S 2,5 M sebanyak 2,5 liter kedalam fixer yang telah jenuh sebanyak 5 liter dalam toples plastik yang besar.
- d. Endapan perak yang terjadi kemudian dipisahkan secara perlahan-lahan dari larutannya.
- e. Endapan dikeringkan di bawah sinar matahari
- f. Setelah endapan kering dilakukan penimbangan endapan
- g. Sesudah penimbangan endapan dilakukan pemurnian dengan cara dibakar menggunakan las.
- h. Pemurnian dilakukan sampai tiga kali pembakaran untuk mendapatkan hasil perak dengan mutu tinggi.
- i. Masukkan ke dalam ember yang berisi air sehingga membentuk butir – butir perak.
- j. Lakukan penimbangan hasil perak yang didapatkan.
- k. Melakukan kegiatan tersebut diatas untuk molaritas 5
- l. Selanjutnya perak dibawa ke laboratorium kesehatan untuk dilakukan pengukuran kadar perak yang dihasilkan.



(a)



(b)

Gambar 8. Proses pencampuran bahan (a) dan proses pengendapan (b)

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini metode pengendapan dilakukan dengan mencampurkan bahan kimia atau reagen yang telah dilarutkan pada aquadest yang kemudian dicampurkan pada larutan *fixer* jenuh.

1. Metode Pengendapan Menggunakan NaOH dengan 2,5 M

Endapan yang dihasilkan dari metode pengendapan dengan menggunakan NaOH dengan 2,5M sebesar 15 gram dan perak yang dihasilkan sebesar 2,5 gram. Perak yang dihasilkan adalah perak yang berwarna putih mengkilap dan bebas dari kotoran.

Tahapan proses pengendapan yang dilakukan dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Metode Pengendapan Menggunakan NaOH dengan 2,5 M

Waktu	Larutan	Endapan	Warna	Bau
0	NaOH 2,5M, sebanyak 2,5 L	-	Putih (keruh)	Menyengat
1 menit	NaOH 2,5M sebanyak 2,5 L ditambahkan <i>Fixer</i> bekas 5 L	-	Kekuningan keruh	Menyengat
3 menit	NaOH 2,5M sebanyak 2,5 L ditambahkan <i>Fixer</i> bekas 5 L	-	kecoklatan keruh	Menyengat
1 jam	NaOH 2,5M sebanyak 2,5 L ditambahkan <i>Fixer</i> bekas 5 L	-	kecoklatan keruh	Menyengat
2 jam	NaOH 2,5M sebanyak 2,5 L ditambahkan <i>Fixer</i> bekas 5 L	-	kecoklatan keruh	Menyengat
5 jam	NaOH 2,5M sebanyak 2,5 L ditambahkan <i>Fixer</i> bekas 5 L	+	kecoklatan keruh	Menyengat
48 jam	NaOH 2,5M sebanyak 2,5 L ditambahkan <i>Fixer</i> bekas 5 L	+	kecoklatan keruh	Menyengat

2. Metode Pengendapan Menggunakan NaOH dengan 5 M

Endapan yang dihasilkan dari metode pengendapan dengan menggunakan NaOH dengan 5 M sebesar 49 gram dan perak yang dihasilkan sebesar 10 gram. Perak yang dihasilkan adalah perak yang berwarna putih mengkilap dan bebas dari kotoran.

Tahapan proses pengendapan yang dilakukan dapat dilihat dalam tabel 2

Tabel 2 Hasil Pengamatan Metode Pengendapan Menggunakan NaOH dengan 5 M

Waktu	Larutan	Endapan	Warna	Bau
0	NaOH 5M, sebanyak 2,5 L	-	Putih (keruh)	Menyengat
30 detik	NaOH 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	-	Kekuningan keruh	Menyengat
2 menit	NaOH 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	-	kecoklatan keruh	Menyengat
1 jam	NaOH 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	-	kecoklatan keruh	Menyengat
2 jam	NaOH 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	-	kecoklatan keruh	Menyengat
4 jam	NaOH 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	+	kecoklatan keruh	Menyengat
48 jam	NaOH 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	+	kecoklatan keruh	Menyengat

3. Metode Pengendapan Menggunakan Na₂S dengan 2,5 M

Endapan yang dihasilkan dari metode pengendapan dengan menggunakan Na₂S sebesar 37 gram dan perak yang dihasilkan sebesar 6,5 gram. Perak yang dihasilkan adalah perak yang berwarna putih mengkilap.

Tahapan proses pengendapan yang dilakukan dapat dilihat dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Metode Pengendapan Menggunakan Na₂S 2,5M

Waktu	Larutan	Endapan	Warna	Bau
0	Na ₂ S 2,5M, sebanyak 2,5 L	-	kekuningan (keruh)	Menyengat
1 menit	Na ₂ S 2,5M sebanyak 2,5 L	-	Hitam	Menyengat
40 menit	Na ₂ S 2,5M sebanyak 2,5 L	+	Hitam	Menyengat
1 jam	Na ₂ S 2,5M sebanyak 2,5 L	+	Hitam	Menyengat
3 jam	Na ₂ S 2,5M sebanyak 2,5 L	+	Hitam (keruh)	Menyengat
6 jam	Na ₂ S 2,5M sebanyak 2,5 L	+	Hitam (keruh)	Menyengat

4. Metode Pengendapan Menggunakan Na₂S dengan 5 M

Tahapan proses pengendapan yang dilakukan dapat dilihat dalam tabel 4.4

Tabel 4. Hasil Pengamatan Metode Pengendapan Menggunakan Na₂S dengan 5M

Waktu	Larutan	Endapan	Warna	Bau
0	Na ₂ S 5M, sebanyak 2,5 L	-	kekuningan (keruh)	Menyengat
30 detik	Na ₂ S 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	-	Hitam	Menyengat
25 menit	Na ₂ S 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	+	Hitam	Menyengat
1 jam	Na ₂ S 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	+	Hitam	Menyengat
3 jam	Na ₂ S 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	+	Hitam (keruh)	Menyengat
6 jam	Na ₂ S 5M sebanyak 2,5 L ditambahkan Fixer bekas 5 L	+	Hitam (keruh)	Menyengat

Endapan yang dihasilkan dari metode pengendapan dengan menggunakan Na_2S sebesar 38 gram dan perak yang dihasilkan sebesar 8 gram. Perak yang dihasilkan adalah perak yang berwarna putih mengkilap.

Hasil pemisahan perak dari larutan fixer yang telah jenuh setelah ditimbang menggunakan timbangan, didapatkan hasil seperti tabel di bawah ini:



Gambar 9. Hasil perak dan proses penimbangan berat

Hasil perak yang didapatkan dari kedua metode tersebut berupa butir-butir perak dengan warna putih mengkilap setelah dilakukan proses pemurnian dengan cara dilakukan pembakaran atau *burning*. Untuk mendapatkan perak yang benar-benar putih bersih dan mengkilap dapat dilakukan pembakaran sebanyak tiga sampai lima kali pemurnian.

Pembahasan

Proses pengambilan perak dengan menggunakan metode pengendapan dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia natrium hidroksida (NaOH) atau sodium sulfid (Na_2S) (Jenskin, 1988). NaOH memiliki sifat kimia sebagai berikut: mudah menguap, bersifat korosif, digunakan dalam pembuatan kertas, sabun detergen, dan merupakan senyawa basa (Mulyono, 2005). Sedangkan Na_2S berbentuk seperti kristal kuning yang sebenarnya tidak berwarna (Holleman, 2001). Kedua bahan tersebut mudah didapat di pasaran dengan harga yang relatif murah. Proses pencampuran kedua

bahan tersebut dengan media aquadest juga mudah. Meskipun demikian, keduanya menghasilkan warna yang berbeda saat pencampuran. NaOH setelah bercampur dengan aquadest akan berwarna putih keruh, sementara Na_2S menghasilkan warna kuning sesuai dengan warna Na_2S sebelum bercampur. Setelah masing-masing bahan kimia dengan konsentrasi yang sama dituangkan ke dalam larutan fixer yang telah jenuh, terjadi perubahan warna. Pada saat pengamatan, terlihat warna menjadi kekuningan keruh pada NaOH dan perubahan warna menjadi hitam pada Na_2S . Setelah bercampur dengan larutan fixer jenuh, proses pengendapan kedua bahan kimia tersebut terdapat perbedaan dalam waktu pengendapannya. NaOH memerlukan waktu yang lebih lama dibanding dengan Na_2S . Untuk menghasilkan endapan perak pada dasar larutan, tercatat NaOH memerlukan 8 kali lebih lama dibandingkan dengan Na_2S . Ini menunjukkan bahwa dari segi pengadaan bahan dan proses pencampuran kedua bahan sama mudahnya. Akan tetapi dari segi waktu, Na_2S lebih singkat waktunya sehingga lebih efisien. Pada proses pengendapan ini, keduanya menghasilkan bau yang menyengat sehingga diperlukan tindakan keselamatan kerja. Penggunaan sarung tangan dan masker diperlukan pada proses ini.

Setelah proses pengendapan selesai, endapan yang didapat kemudian dikeringkan dan ditimbang. Proses ini menghasilkan perak kotor. Hasil timbangan endapan diperoleh berat terendah 15gr pada NaOH 2,5M dan tertinggi 49gr pada NaOH 5M. Pada NaOH meningkatkan molaritas larutan 2 kali lipat menghasilkan berat endapan kurang lebih 3 kali lipat. Sementara pada Na_2S , meskipun molaritasnya dinaikkan 2 kali lipat, berat endapan yang dihasilkan tidak berubah (37gr dibandingkan dengan 38gr). Jika konsentrasi yang digunakan 2,5M maka endapan Na_2S 2,5 kali lebih banyak dari NaOH . Waktu pengendapan juga lebih singkat. Akan tetapi jika

molaritasnya diduakalikan NaOH menghasilkan endapan yang lebih berat (49 dibanding 38gr).

Proses selanjutnya setelah pengeringan endapan perak adalah pemurnian dengan cara pembakaran. Pada proses ini lelehan perak yang bersih dipisahkan kemudian dibiarkan mengendap dan setelah itu ditimbang. Setelah ditimbang NaOH 2,5M menghasilkan berat perak 2,5gr yang merupakan berat terendah. Sedangkan NaOH 5M menghasilkan berat 4 kalinya (10gr). Pada Na₂S dengan molaritas 2,5 dihasilkan perak 6,5gr, sedangkan molaritas 5 menghasilkan 8gr. Keseluruhan proses pemurnian menghasilkan berat perak yang sebanding dengan berat endapan. Semakin berat endapan, semakin berat pula perak yang dihasilkan. Pada endapan perak dari NaOH, berat perak yang dihasilkan relatif sebanding dengan berat endapannya (15 : 49gr endapan, 2,5 : 10 gr perak). Sedangkan pada Na₂S meskipun berat endapan hampir sama (37 : 38 gr) tetapi berat perak yang dihasilkan ada perbedaan tipis (6,5 : 8 gr).

Dari hasil tersebut diatas, untuk menghasilkan perak yang lebih banyak, NaOH dengan molaritas 5 dapat dipilih sebagai bahan yang digunakan untuk proses pengendapan. Dengan 5M dapat dihasilkan berat 10gr pada larutan fixer jenuh sebanyak 5 liter. Jika keseluruhan fixer tersebut sebanyak 20 liter diproses maka akan dihasilkan total berat perak 40gr. Dengan asumsi harga perak per gram Rp. 10.500,- (<http://kaltengmining.com/Harga%20Perak.htm>) maka dari larutan fixer dapat diperoleh Rp 420.000,-. Salah satu kekurangan dari penggunaan NaOH ini adalah waktu yang diperlukan untuk proses pengendapan. Diperlukan waktu yang lebih lama pada proses ini. Menurut Jenkin (1988), salah satu keuntungan dari silver recovery adalah kemampuan untuk mengembalikan biaya yang diperlukan untuk pengadaan film. Harga film per box (100lb) rata-rata Rp. 700.000,-

(<http://tiyowisanggenibisnisinternetcom.blogspot.com/2012/05/jual-x-ray-film-rontgen-merk-agfa.html>). Jika 700 lembar yang diproses maka biaya pengadaan film sebesar Rp. 4.900.000,-. Proses pengendapan perak dari larutan fixer yang telah jenuh dengan NaOH 5M mampu mengembalikan biaya pengadaan film sebesar 8,2%.

4. Simpulan

Berat perak yang dihasilkan dari proses pengendapan larutan fixer yang telah jenuh sebanyak 5 liter dengan menggunakan bahan kimia NaOH dengan molaritas 2,5 sebanyak 2,5gr sedangkan NaOH dengan molaritas 5 dihasilkan perak seberat 10gr dari larutan fixer sejumlah 5 liter pula.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan atas kesempatan yang diberikan untuk mendapatkan Dana Risbinakes DIPA Poltekkes Kemenkes Mataram, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

6. Daftar Pustaka

- Akhadi, M. 2000. *Dasar-dasar Proteksi Radiasi (Cetakan Pertama)*. Rineka Cipta : Jakarta.
- Ballinger, Philip W. and Eugene D. Frank. 1999. *Radiographic Positions & Radiologic Procedures, Volume Two, Ninth Edition*. Missouri : Mosby
- Bontrager, Kenneth L. 2001. *Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. Missouri : Mosby
- Bradshaw KD. 1998. *Modern diagnostic evaluation and treatment algorithms for the infertile (eds): Textbook of Reproductive Medicine*. 2nd edition. pp 533, 547 Norwalk, CT, Appleton-Lange.

- Bryan, G. J. 1979. *Diagnostic Radiography, Eight Edition*. Uffor limited. William Heinemann Medical Boch LTD. London
- Mark C.O keji, B.E. Udoh, N.O Chiaghanan. 2011. Evaluation of Absorbed dose during Hysterosalpingography in a Nigerian Hospital. *European Journal of Scientific Research*, Vol.67, pp 137-139
- Masrochah, Siti. 2008. Analisis Entrance Skin Dose pada Pemeriksaan radiografi Thorax di BKPM Semarang
- Progestian, Prima. 2010. *Periksa Kesehatan Saluran Telur dengan HSG*. <http://www.ayahbunda.co.id/> Diakses tanggal 17 februari 2011 jam 17.45 WIB
- Rasad, Sjahriar. 2006. *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: FKUI.
- R Kramer, H J Khoury, C Lopes and J.W Vieira. 2006. Equivalent dose to organs and tissues in hysterosalpingography calculated with the FAX (Female Adult voXel) Phantom. *The British Journal of Radiology*, Vol.79, pp 893-898
- Travis, EL. *Primer of Medical Radiobiology Year Book Medical Publisher, Chicago, USA, 1984.*
- Statkewicz, Mary, A. dkk. 2002. *Radiation Protection In Medical Radiography*. Mosby. Inc : Canada.
- Swenson, Rand. 2009. *Basic Human Anatomy*. <http://www.learnerhelp.com/> Diakses tanggal 27 februari 2011 jam 09.00 WIB
- Sudiyono. 2010. Analisis Dosis Radiasi yang diterima pasien pada pemeriksaan radiografi panoramic.
- Verralls, Sylvia. 1997. *Anatomi dan Fisiologi Terapan dalam Ilmu Kebidanan*. Buku Kedokteran EGC : Jakarta.
- Yoder, I.C. 1988. *Hysterosalpingography and Pelvis ultrasound imaging in Fertility and Gynecology*. Little Brown and Company. Boston-Toronto.