

Silver Generated Fixer of Saturated with Electrolytic Method and Deposition Of NaOH 5 M

Perak yang dihasilkan dari Fixer Jenuh Dengan Metode Elektrolisa dan Pengendapan NaOH 5 M

Sri Mulyati
Jeffri Ardiyanto
Akhdad Haris Sulistiyadi

*Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi
Poltekkes Kemenkes Semarang
Jl. Tirta Agung, Pedalangan, Banyumanik, Semarang
E-mail: cici.mulyadi@ymail.com*

Abstract

The purpose of this study was to determine the weight of the silver produced from silver recovery process using electrolysis and chemical deposition method with which NaOH 5 M. As well as to determine the method most widely produced silver from both methods. This research is an experimental study. Data collection was performed on material that has been saturated with fixer electrolysis method and precipitation with NaOH 5 M. Fixer solution that has been saturated by 20 liters divided by two. Furthermore, each volume by 10 liters silver recovery process performed by the method of electrolysis and precipitation with NaOH 5 M. The results showed that the silver recovery by electrolysis method produces silver as much as 29 grams, while silver recovery with NaOH 5 M resulted in the deposition of silver as much as 27 grams. Of both methods are the most widely produced silver is a method of electrolysis. Besides electrolysis method has the advantage of faster process, more practical, in generating pure silver is ready for sale. But it has the disadvantage expensive appliance. While the deposition method is cheaper, long process, longer chemical contamination and dangerous, impractical, drying takes a long time to do a new purification by combustion (burning with welding tools).

Key words: *saturated fixer solution, electrolysis, 5 M NaOH, silver*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berat perak yang dihasilkan dari proses *silver recovery* dengan menggunakan metode elektrolisa dan metode pengendapan dengan bahan kimia yaitu NaOH 5 M. Serta untuk mengetahui metode yang paling banyak menghasilkan perak dari kedua metode tersebut. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Pengambilan data dilakukan pada bahan fixer yang telah jenuh dengan metode elektrolisa dan pengendapan dengan NaOH 5 M. Larutan fixer yang telah jenuh sebanyak 20 liter dibagi dua. Selanjutnya masing-masing volume sebanyak 10 liter dilakukan proses silver recovery dengan metode elektrolisa dan pengendapan dengan NaOH 5 M. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses *silver recovery* dengan metode elektrolisa menghasilkan perak sebanyak 29 gram, sedangkan *silver recovery* dengan pengendapan NaOH 5 M menghasilkan perak sebanyak 27 gram. Dari kedua metode tersebut yang paling banyak menghasilkan perak adalah metode elektrolisa. Selain itu metode elektrolisa memiliki keuntungan lebih cepat prosesnya, lebih praktis, lebih aman (karena tidak kontak dengan

larutan fixer terlalu lama). Tetapi memiliki kelemahan alatnya harganya mahal. Sedangkan metode pengendapan lebih murah, proses lama, kontaminasi bahan kimia lebih lama dan berbahaya, tidak praktis, pengeringannya butuh waktu lama baru dapat dilakukan pemurnian dengan pembakaran (*burning* dengan alat las).

Kata kunci: larutan fixer jenuh, elektrolisa, NaOH 5 M, perak

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 (*rinshing*), penetapan (*fixing*), pembilasan (*washing*), dan pengeringan (*drying*) (Bushong, 2001).

Larutan *fixer* atau yang disebut dengan larutan penetap 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 (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. Selain itu, perak terlarut dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Senyawa perak terlarut lebih mudah diserap tubuh (Rosenman et al, 1979, 1987; HSE, 1998) dan

dengan demikian memiliki potensi untuk menghasilkan efek yang merugikan pada tubuh manusia (Weir, 1979). Gejala akut *over exposure* untuk perak nitrat antara lain penurunan tekanan darah, diare, iritasi lambung dan penurunan respirasi. Oleh karena itu, pembuangan limbah perak harus sesuai dengan 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 limbah 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 kodak (1988) bahan kimia yang dapat digunakan untuk metode pengendapan yaitu Na₂S.

kemandirian belajar peserta didik dalam belajar agama islam. Sedangkan, penelitian yang dilakukan oleh Hidayat (2009) menyatakan metode resitasi dalam pembelajaran Al Quran dan Hadits dapat dilakukan secara berkelompok maupun mandiri. Untuk mengatasi kesenjangan belajar siswa karena adanya ketidakmampuan siswa dalam menerjemahkan Al Quran per mufrodat, maka pendidik / guru dapat melakukan berbagai upaya yaitu melakukan bimbingan secara khusus / individual, memberikan trik atau strategi khusus untuk menerjemahkan dengan mudah serta memonitor buku catatan harian siswa.

Hal yang membedakan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah metode belajar tutorial dan resitasi sebagai variabel bebas, subyek penelitian yaitu mahasiswa keperawatan semester III, diaplikasikan pada mata kuliah yang mempunyai nilai penugasan dengan melakukan penyuluhan promosi kesehatan di keluarga dan masyarakat.

Prodi Keperawatan Purwokerto, Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang, telah mengimplementasikan metode belajar ceramah, diskusi, study kasus, role play, seminar dan tanya jawab pada mata kuliah promosi kesehatan. Mata kuliah ini diberikan pada mahasiswa keperawatan TK II Semester III dengan tujuan mahasiswa mampu melakukan kegiatan promosi kesehatan baik pada tingkat keluarga maupun di lingkungan masyarakat. Maka, tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi metode belajar tutorial dan resitasi terhadap peningkatan pengetahuan, sikap dan ketrampilan mahasiswa dalam melakukan promosi kesehatan.

2. Metode

Jenis penelitian yang dilakukan menggunakan eksperimental dengan pendekatan *two group pre-post test design*. Rancangan penelitian ini mengukur perbedaan antara sebelum dan sesudah

dilakukan intervensi dengan menggunakan kelompok kontrol. Adapun kelompok intervensi yang diberikan adalah metode belajar tutorial dan kelompok kontrol diberikan metode belajar resitasi dalam perkuliahan mata kuliah promosi kesehatan.. Selanjutnya, perbedaan antara sebelum dan sesudah intervensi diasumsikan merupakan efek dari perlakuan.

Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa keperawatan pada Program Studi Keperawatan Purwokerto dengan jumlah 333 mahasiswa. Sampel penelitian ini dengan menggunakan *Cluster sampling method*. Sampel dipilih dengan kriteria inklusi yaitu mahasiswa keperawatan tingkat II, sedang mengikuti pembelajaran mata kuliah promosi kesehatan sebagai mata kuliah wajib, dengan tingkat kehadiran 100 %, mengikuti pembelajaran tutorial dengan 8 kali tatap muka. Jumlah sampel sebanyak 80 mahasiswa yang terbagi dalam dua kelompok yaitu kelompok intervensi 40 mahasiswa dan kelompok kontrol 40 mahasiswa.

Untuk mengeliminasi bias penelitian, peneliti melatih relawan (pembantu) penelitian yang berasal dari tim teaching Prodi Keperawatan Purwokerto. Tenaga pembantu peneliti mengumpulkan data penelitian hasil belajar mahasiswa dalam mata kuliah promosi kesehatan sebelum dan sesudah mengikuti metode belajar tutorial dan resitasi, serta diberikan *inform consent* dan tanpa unsur paksa (*voluntary*)

3. Hasil dan Pembahasan

A. Profil dan Karakteristik Responden

Jumlah responden dalam penelitian ini sebanyak 80 mahasiswa , yang terbagi menjadi dua kelompok dan tiap kelompok terdiri dari 40 orang. Satu kelompok mendapat perlakuan penerapan metode tutorial dalam mata kuliah Promosi Kesehatan dan kelompok kedua mendapat perlakuan penerapan metode belajar resitasi.

Penelitian tentang *silver recovery* dengan metode pengendapan telah dilakukan oleh Sudiyono (2004). Bahan yang digunakan adalah NaOH dengan konsentrasi 5 dan 10 M. NaOH mampu menghasilkan perak dengan kedua konsentrasi tersebut. Ardiyanto, dkk (2012) telah membandingkan metode pengendapan dengan bahan NaOH dan Na_2S . Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan NaOH dengan konsentrasi 5 M menghasilkan jumlah perak yang paling banyak. Sementara metode elektrolisa menurut Jenkins (1988) merupakan metode yang efisien dan mampu menghasilkan perak yang lebih baik.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin membandingkan berat perak yang didapatkan dengan metode elektrolisa dan pengendapan menggunakan NaOH 5 M dari *fixer* yang telah jenuh. Dengan demikian nantinya peneliti dapat mengetahui metode manakah yang menghasilkan lebih banyak perak, untuk itulah peneliti tertarik mengambil judul yaitu "Analisa Perbandingan Perak Yang Dihasilkan Dari Fixer Jenuh Dengan Metode Elektrolisa Dan Pengendapan NaOH 5M".

2. Metode

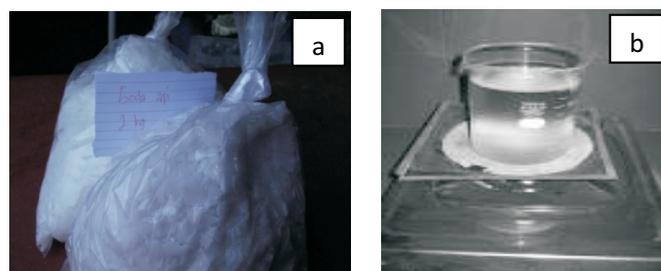
Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan observasional. Pengambilan data dilakukan di Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kesehatan Semarang pada bulan Agustus/d Oktober 2013.

Eksperimen dilakukan terhadap 20 liter larutan *fixer* yang telah jenuh untuk diambil kandungan peraknya. Larutan dibagi menjadi 2 bagian masing-masing 10 liter dilakukan *silver recovery* dengan menggunakan metode elektrolisa dan pengendapan. Elektrolisa dilakukan dengan alat elektrolisa selama 24 jam. Metode pengendapan dilakukan dengan mencampurkan NaOH 5 M yang diperoleh dengan melarutkan 2 kg NaOH dalam 10 liter aquadest. Hasil perak dari kedua metode dimurnikan dengan proses

pembakaran, kemudian ditimbang dan diukur kadar kemurniannya.



Gambar 1. Alat Elektrolisa



Gambar 2. Bahan penelitian (a) NaOH (b) Aquadest



Gambar 3. Pembakaran untuk memurnikan perak

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil

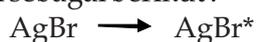
Efek penyinaran dengan sinar-X terhadap emulsi film adalah sebagai berikut : Emulsi film adalah merupakan suspensi dari garam perak halida (Br, I, Cl) yang peka cahaya yang diikat dengan bahan gelatin. Kristal perak bromida (AgBr) dari emulsi film terdiri dari ion positif perak dan ion negatif bromida yang tersusun dalam bentuk geometrik yang

dikenal dengan kisi-kisi kristal (*crystal lattice*).

Selanjutnya, emulsi film yang telah disinari dengan sinar-X akan bereaksi dengan larutan pada *automatic processing film* yang meliputi proses *developing, rinsing, fixing, washing* dan *drying*. Tahapan tersebut terjadi secara berurutan.

Dalam penelitian ini menggunakan fikser jenuh yang dihasilkan dari *automatic processing*. Jumlah volume yang diproses adalah 20 liter fikser jenuh dengan konsentrasi sama. Selanjutnya larutan fikser jenuh tersebut dibagi dua untuk dilakukan proses *silver recovery* dengan metode elektrolisa dan pengendapan NaOH 5

Film rontgen mengandung partikel-partikel perak bromida (AgBr), AgBr yang tersebar pada lapisan tipis film. Apabila film terkena cahaya, maka akan terjadi reaksi sebagai berikut:



Tanda * menyatakan AgBr tereksitasi oleh cahaya. Apabila film yang telah digunakan dan terkena cahaya tersebut dicuci dalam larutan pengembang (*developer*), akan terjadi reaksi:



Cairan pengembang $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2$ dalam bahasa kerennya disebut hidrokuinon, dalam hal ini bertindak sebagai zat pereduksi. Jadi dalam reaksi itu terjadi proses reaksi redoks (reduksi-oksidasi).

Oksidasi:



Reduksi:



Selanjutnya film dimasukkan ke air untuk proses pembilasan (*rinsing*) dan berikutnya diproses pada larutan fixer. Fixer merupakan larutan penetap untuk memfiksasi gambar. Pada fikser ini lama kelamaan akan melemah disebabkan kuantitas film yang diproses dan luasan film yang digunakan serta *carry over rate* dari air dari proses *rinsing*.

Selanjutnya limbah fixer yang sudah lemah dilakukan proses *silver recovery* yaitu sebagai berikut:

a Perak yang dihasilkan dari metode Elektrolisa

Proses elektrolisa dari larutan fixer jenuh dengan volume 10 liter dilakukan dengan cara menempatkan larutan fixer pada wadah/ember yang telah disiapkan kemudian menyiapkan alatnya yang terdiri dari katoda dan anoda dan diberi arus sebesar 3 A dan diproses selama 12 jam.

Selanjutnya akan diperoleh logam perak yang menempel disisi katoda yang terbuat dari logam *stainless steel*. Selanjutnya perak yang menempel pada sisi katoda tersebut dipanaskan terlebih dahulu, kemudian dikerok dengan menggunakan *cutter*. Berikutnya perak yang sudah dikerok tadi dilakukan pemurnian dengan menggunakan alat las (*burning*) sebanyak tiga kali pemrosesan. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan perak dengan kualitas yang baik.

Penimbangan hasil perak dilakukan setelah dilakukan pemurnian tiga kali. Pada metode elektrolisa menghasilkan perak dengan berat 28,570 gr \approx 29 gram dari 10 liter larutan fixer jenuh. Kadar kemurnian perak dapat dilakukan dengan metode XRF (*X-Ray fluorescence*). Uji kemurnian perak ini dapat dilakukan di Laboratorium Terpadu FMIPA Universitas Sebelas Maret. Karena sampel tidak memenuhi syarat, sehingga uji kemurnian perak tidak dapat dilakukan. Syarat sample yang dapat diuji dengan XRF (*X-Ray Fluorescence*). Pada sample yang dihasilkan pada penelitian ini berbentuk padat, yaitu berupa logam perak baik dari hasil pengendapan maupun elektrolisa. Pada metode uji kadar kemurnian perak dengan metode ini ada beberapa hal yang harus dipersiapkan yaitu:

- 1) Logam perak yang akan diuji harus dalam bentuk serbuk/lempengan tipis dengan ketebalan sekitar 2-3 mm

- 2) Sampel uji harus sudah diberi perlakuan dengan suhu $> 400^{\circ}\text{C}$
- 3) Banyaknya sampel uji dalam bentuk serbuk sekitar 1 sdm dengan ketebalan sekitar 2 mm
- 4) Sedangkan sampel Uji logam yang ditipiskan dengan diameter kurang lebih 5 cm, dan ketebalan 3 mm

Jika syarat tersebut tidak dapat dipenuhi, maka uji kadar kemurnian perak tidak dapat dilakukan. Karena sampel tidak berdasar berat atau massa sampel, tapi terdistribusinya sampel pada tempat/wadah sampel yang memiliki diameter sekitar 5 cm dan dengan ketebalan 2-3 mm dan merata pada wadah *sampling*.



Gambar 4. Hasil perak yang sudah dilakukan pemurnian dengan metode elektrolisa seberat 29 gram

a *Perak yang dihasilkan dari Metode*

Pengendapan dengan bahan NaOH 5 M

Pemisahan perak (*silver recovery*) pada metode pengendapan ini dilakukan dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 5 M dengan cara melarutkan NaOH sebanyak 2 kg dilarutkan dalam aquadest 10 liter. Setelah itu NaOH tersebut direaksikan dengan limbah fixer yang telah jenuh sebanyak 10 liter. Pada saat direaksikan cairan langsung berubah menjadi kekuningan serta keruh.

Endapan yang telah dipisahkan dari larutan yang kemudian dijemur dan ditimbang, sesudah ditimbang dilakukan pemurnian dengan cara dilakukan pemanasan atau *burning*. Pada proses pemurnian dilakukan *burning* sebanyak tiga kali, sehingga akan didapatkan hasil perak yang benar-benar bersih.

Pada menit pertama saat NaOH 5 M sebanyak 10 liter direaksikan dengan limbah fixer jenuh sebanyak 10 liter langsung membuat larutan menjadi berubah kekuningan keruh tetapi belum terdapat endapan. Pada 4 jam pertama saat diinspeksi sudah terdapat endapan berwarna hitam kecoklatan yang terdapat pada dasar stoples plastik, tetapi jumlahnya masih sedikit. Supaya didapatkan endapan yang memisah sempurna dari fixer jenuh tersebut maka Penulis memberikan waktu hingga 48 jam, sebelum dilakukan penyaringan dan pengambilan endapan.

Setelah didiamkan selama 48 jam campuran larutan tersebut dituangkan secara perlahan-lahan supaya endapan tersebut tidak ikut larut atau terbuang. Endapan tersebut adalah endapan yang banyak mengandung perak sebelum dilakukan pemurnian.

Setelah endapan dipisahkan dari larutannya, tahapan berikutnya adalah dilakukan pengeringan diatas sinar matahari. Setelah kandungan air dalam endapan dirasa sudah sedikit, maka dapat segera dilakukan proses pemurnian yaitu dengan cara dilakukan pembakaran atau *burning*. Pembakaran pada hasil endapan ini dapat dilakukan sebanyak tiga kali agar mendapatkan hasil yang berkualitas, pada pembakaran pertama dihasilkan serbuk hitam seperti pasir selama pembakaran pertama disediakan kaleng biskuit yang telah diisi air berguna untuk menjatuhkan hasil pembakaran, pada pembakaran kedua dihasilkan butir-butir perak yang masih kotor berwarna abu-abu dan pada pembakaran ketiga perak yang belum terpisah dengan kotorannya dicampur dengan perak murni untuk mempermudah atau menjadi pancangan pada saat pembakaran pembakaran sesudah pembakaran ketiga dihasilkan butir-butir perak yang bersih. Pada proses pembakaran ini kotoran yang terdapat pada endapan cukup banyak, maka ditambahkan pijer pada saat proses pembakaran yang sedang berlangsung untuk memudahkan pemisahan perak dengan kotorannya.

Endapan yang dihasilkan dari metode pengendapan dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 5 M sebesar 98 gram dan perak yang dihasilkan sebesar 27 gram. Perak yang dihasilkan adalah perak yang berwarna putih mengkilap dan bebas dari kotoran.

Tahapan proses pengendapan NaOH 5 M yang dilakukan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Pengamatan Metode Pengendapan NaOH 5 M

Waktu	Larutan	Endapan	Warna	Bau
0 detik	NaOH 5 M sebanyak 2,5 Liter	-	Putih (keruh)	Menyengat
30 detik	NaOH 5 M sebanyak 2,5 Liter ditambahkan fixer jenuh 10 liter	-	Kekuningan keruh	Menyengat
2 menit	NaOH 5 M sebanyak 2,5 Liter ditambahkan fixer jenuh 10 liter	-	Kecoklatan keruh	Menyengat
1 jam	NaOH 5 M sebanyak 2,5 Liter ditambahkan fixer jenuh 10 liter	-	Kecoklatan keruh	Menyengat
2 jam	NaOH 5 M sebanyak 2,5 Liter ditambahkan fixer jenuh 10 liter	-	Kecoklatan keruh	Menyengat
4 jam	NaOH 5 M sebanyak 2,5 Liter ditambahkan fixer jenuh 10 liter	+	Kecoklatan keruh	Menyengat
48 jam	NaOH 5 M sebanyak 2,5 Liter ditambahkan fixer jenuh 10 liter	+++	Kecoklatan keruh	Menyengat



Gambar 5. Endapan perak setelah dilakukan pemurnian satu kali dengan berat bersih 27 gram

Penimbangan hasil perak dilakukan setelah dilakukan pemurnian. Metode pengendapan dengan bahan NaOH 5 M dari 10 liter larutan fixer jenuh menghasilkan perak dengan berat 27, 200 gr \approx 27 gr.

Setelah ditimbang, dan diketahui hasilnya seperti di atas. Berikutnya, dilakukan pengujian kadar kemurnian perak dengan melalui tahapan sebagai berikut : logam perak yang didapat dari metode elektrolisa maupun pengendapan sudah melalui proses burning (las) dengan suhu lebih dari 400 °C, selanjutnya logam perak dikikir terlebih dahulu agar mendapatkan serbuk perak. Ketika proses perubahan dari padat menjadi serbuk ini ada perbedaan karakteristik butiran perak yang dihasilkan dari kedua metode. Serbuk perak yang dihasilkan dengan metode pengendapan memiliki karakteristik keras, sehingga sukar untuk dikikir, butiran (grain) cenderung berat dan mengumpul jadi lebih ringkas tidak menyebar jadi serbuk perak terlihat lebih sedikit. Sedangkan pada serbuk perak yang dikikir dari metode elektrolisa, lebih mudah dikikir daripada saat pengikiran perak

dengan metode pengendapan, serbuk menyebar, lebih ringan, lebih berkilau, dan mengembang jadi terlihat lebih banyak. Selanjutnya, serbuk yang dihasilkan tadi ditempatkan pada cawan sample XRF ternyata setelah ditempatkan pada cawan serbuk perak tidak memenuhi syarat sample yang ketiga yaitu terdistribusi merata pada cawan sample dengan ketebalan kurang lebih 5 mm. Sehingga, uji kadar kemurnian perak dari perak yang dihasilkan dengan metode elektrolisa maupun pengendapan tidak dapat dilanjutkan karena tidak memenuhi syarat.

c. *Metode yang Menghasilkan Jumlah Perak Lebih Banyak*

Dari hasil penimbangan, diketahui bahwa metode elektrolisa menghasilkan jumlah perak lebih banyak. Perak yang dihasilkan metode ini seberat 28,570 gr atau dibulatkan menjadi 29 gram, sedangkan perak yang dihasilkan dari metode metode pengendapan bahan NaOH 5 M sebesar 27,200 gr atau dibulatkan menjadi 27 gram. Akan tetapi selisih jumlah perak yang dihasilkan dari kedua metode tersebut tidak terlalu besar, yaitu 2 gram. Tingkat kemurnian dari kedua metode tidak dapat diketahui, karena sampel tidak memenuhi syarat. Akan tetapi diperkirakan hampir sama dilihat dari visibilitas fisik hasil yang diperoleh. Tetapi perak dari hasil pengendapan NaOH 5 M lebih keras dibandingkan dengan metode elektrolisa pada saat dikikir. Sedangkan pola distribusi hasil sampling yang dijadikan serbuk metode pengendapan lebih sedikit dikarenakan lebih padat karena logamnya lebih keras dan distribusi kurang merata. Sedangkan untuk metode elektrolisa saat dipersiapkan sampling lebih ringan partikelnya dan lebih terdistribusi merata. Tetapi serbuk metode elektrolisa terlihat lebih bersih dan lebih berkilau dibandingkan dengan metode pengendapan.

Pembahasan

a. *Perak yang dihasilkan dari metode*

Elektrolisa

Metode elektrolisa dapat memisahkan perak dari larutan fixer jenuh. Hal ini menunjukkan sesuai dengan teori Ball and Price (1990), yang menyatakan bahwa apabila dua elektroda berupa carbon (anoda) dan stainless steel (katoda) dimasukkan dalam cairan *fixer* dan diberi tegangan, maka logam perak akan mengendap dan melapisi batang karbon (Ball and Price, 1990).

Sesuai dengan (Ball and Price, 1990), proses tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Logam perak dapat diperoleh karena ion negatif *mono argento dithiosulfat* berasal dari disosiasi $\text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2$ yang terdapat dalam cairan *fixer*.
- 2) Ion tersebut merupakan ion negatif dan cenderung untuk bergerak menuju anoda (karbon).
- 3) Hanya sebagian kecil yang berdisosiasi menjadi ion perak (+) dan ion *thiosulfat* (-).
- 4) Ion -ion perak inilah yang akan bergerak dan menempel di anoda (karbon).

Perak yang dihasilkan dengan metode elektrolisa dari 10 liter larutan *fixer* jenuh adalah 29 gram. Hal ini menunjukkan bahwa massa logam yang dibebaskan pada elektroda-elektroda dari suatu sel berbanding lurus dengan kuantitas listrik yang mengalir melalui larutannya dan banyak zat berlainan yang diendapkan atau dibebaskan oleh kuantitas listrik yang sama, adalah sebanding dengan ekivalen kimia zat-zat tersebut. Kesamaan hasil tersebut dapat tercapai karena ketabilan arus listrik dijaga selama proses elektrolisa dengan menggunakan stabiliser.

Kadar kemurnian perak yang diperoleh dengan metode elektrolisa tidak dapat diketahui karena sampel tidak memenuhi syarat sample.

b *Perak yang dihasilkan dari Metode*

Pengendapan dengan bahan NaOH 5 M

Pemberian bahan NaOH (soda api) dapat memisahkan perak pada fixer yang telah jenuh. Hal tersebut sesuai dengan Zumdah (1986) yang menyatakan bahwa campuran yang mengandung unsur logam dapat dipisahkan dengan menambahkan *reagent* (bahan pereaksi) yang anionnya membentuk endapan hanya dengan atau dengan beberapa ion logam di campuran tersebut.

Perak yang dihasilkan dari 10 liter larutan fixer jenuh dengan metode pengendapan dengan bahan NaOH 5 M menghasilkan perak dengan berat 27 gr. Hasil tersebut merupakan hasil paling optimum karena pada penelitian ini digunakan NaOH 5 M. Nilai ini merujuk pada penelitian Sudiyono (2004) yang menunjukkan bahwa NaOH dapat menghasilkan perak pada konsentrasi 5 dan 10 M dan penelitian Ardiyanto dkk (2012) yang menunjukkan bahwa bahan NaOH dengan konsentrasi 5 M menghasilkan jumlah perak yang paling banyak.

c *.Metode yang Menghasilkan Jumlah Perak Lebih Banyak*

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa metode elektrolisa menghasilkan jumlah perak lebih banyak dibanding metode pengendapan NaOH 5 M. Perak yang dihasilkan metode elektrolisa seberat 29 gr, sedangkan perak yang dihasilkan dari metode pengendapan bahan NaOH 5 M sebesar 27 gr. Akan tetapi selisih jumlah perak yang dihasilkan dari kedua metode tersebut tidak terlalu besar, yaitu 2 gram.

Diperlukan berbagai pertimbangan untuk menentukan metode yang paling optimal dalam memisahkan perak dari larutan fixer jenuh. Metode elektrolisa menghasilkan jumlah perak yang lebih banyak. Akan tetapi metode ini memerlukan investasi yang lebih besar guna pengadaan alat elektrolisa. Dan memiliki keuntungan lain waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan perak lebih cepat, yaitu 1 hari. Metode

pengendapan dengan NaOH 5 M memerlukan biaya yang lebih sedikit. Akan tetapi metode ini menghasilkan jumlah perak yang lebih sedikit.

Selain itu, metode pencampuran NaOH 5 M beresiko terhadap kesehatan karena terjadi kontak yang lama dengan larutan sehingga bahaya inhalasi larutan pada saat dan pada tahapan pemisahan perak dari endapan, selain itu juga membutuhkan pengontrolan pH untuk menghindari pembentukan gas H_2S (*hydrogen sulfide*) yang bersifat toxic (racun) atau dikenal dengan proses sulfidasi. Selain itu juga pada metode ini masih membutuhkan proses pengeringan yang cukup lama sekitar 3-4 hari baru dapat dilakukan pemurnian dengan *burning*. Jadi elektrolisa lebih praktis, dibanding dengan pengendapan NaOH 5 M.

Penulis lebih menyarankan metode elektrolisa dibanding dengan metode pengendapan NaOH 5 M. Metode elektrolisa menghasilkan perak yang lebih banyak, lebih bersih, dan lebih aman bagi kesehatan. Biaya pengadaan alat masih dapat dipertimbangkan karena alat elektrolisa dapat digunakan berulang kali, jadi investasi besar di awal saja. Sedangkan, metode pengendapan membutuhkan proses yang lebih lama, membutuhkan pengontrolan pH, menimbulkan bau yang berbahaya bagi kesehatan jika dihirup (toxic), jadi tidak boleh kontak terlalu lama dengan campuran dapat membahayakan kesehatan. Karena larutan fixer lebih mudah terhirup dan terserap oleh organ. Antara lain : diare, argyria, dan lain-lain. Sementara metode elektrolisa menurut Jenkins (1988) merupakan metode yang efisien dan mampu menghasilkan perak yang lebih baik.

4. Simpulan dan Saran

Simpulan

Metode elektrolisa dapat menghasilkan perak sejumlah 29 gram dari 10 liter larutan fixer jenuh. Metode pencampuran NaOH 5 M dapat

menghasilkan perak sejumlah 27 gram dari 10 liter larutan fixer jenuh. Metode elektrolisa dapat menghasilkan perak dengan jumlah lebih banyak dibanding Metode pengendapan NaOH 5 M.

Saran

Sebaiknya metode elektrolisa digunakan dalam silver recovery karena menghasilkan perak yang lebih banyak, lebih bersih, dan lebih aman bagi kesehatan.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada Direktur Poltekkes Kemenkes Semarang yang telah membiayai penelitian ini melalui DIPA Poltekkes Kemenkes Semarang tahun 2013.

6. Daftar Pustaka

- A n o n y m , <http://www.logammulia.com/asaying-service-id>, diakses tanggal 10 Oktober 2013.
- Alumni Fisika Medis UNHAS, 2010, *Silver Recovery I I* , <http://alumnifisimedunhas.blogspot.com>
- Ardiyanto, J., Abimanyu, B., Prastanti, D.P. 2012. Analisa perbandingan perak kembali dari fixer yang telah jenuh pada metode pengendapan dengan menggunakan NaOH dan Na₂S
- Ball and Price. 1990. Chesney's Radiographic Imaging, Blackwell Science, Oxford
- Bushong, S.C. 2001. *Radiologic Science for Technologist physic, Biology and Protection*, seventh edition, The C. V. Mosby Company, Washington. D.C.
- Carlton and Addler. 2001. Principles of Radiographic Imaging: An Art and a Science, Delmar Publishing,
- Carrol, Q.B. 1985. *Fuchs Principles of Radiographic Exposure Processing and Quality Control*, third edition, Thomas Publisher, Springfield Illionis, U.S.A.
- Chesney, D.N., Chesney, M.O. 1981. *Radiographic Imaging*, third edition, Blackwell Publications, Oxford, London, Edinburgh, Bortone, Melbourne.
- Fung dan Bowen. 1996. *Disinfection, Sterilization and Preservation*, 5 th ed, Lippincott William and Wilkins, Philadelphia
- Gulbranson. 1986. Argyria following the use of dietary supplements containing colloidal silver protein
- Holleman, AF; Wiberg, E. 2001. "Kimia Anorganik" Academic Press: San Diego , <http://www.Natrium sulfida.com>
- HSE. 1998. Industrial application of X-Ray Diffractions, Maddison avenue, New York
- Ismaya. 2010. *Jenis Film Sinar X*, <http://www.sapiens.itgo.com>. Diakses 3 April 2013
- Jenkins. 1988. *Radiographic Photography and Imaging Processes*, Springer, Netherland
- Kodak. 1998. *Processing Kodak Motion Picture Films Module 5 Chemical Recovery Procedures*, on live available : <http://www.kodak.com>
- N. N. Greenwood. 1997. A. Earnshaw, *Chemistry of the Elements*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford <http://www.Natrium hidroksida.com>
- Nordberg dan Gerhardson. 1988. *Handbook on Toxicology of Metals*, 3rd ed, Elsevier
- Papp, Jeffrey. 2006. *Quality Management in the Imaging Sciences*. Mosby Elsevier. USA.
- Permenkes RI No. 173/Menkes/Per/VII/77 tentang pengolahan air limbah.
- Rosenman, et.al. 1979. 1987, *Industrial Chemical Exposure: Guidelines for Biological*

- Sudiyono. 2004. Teknik silver recovery dengan metode pengendapan, Politeknik Kesehatan Kemenkes semarang
- Varsa. 2009. X-Ray Silver Recovery Unit Manufacturer, <http://product-image.tradeindia.com>
- Venogopal and Luckey. 1978. cit Judith t Z, Thomas, PT, 1998, Immunotoxicology of Environmental and Occupational Metals, Taylor and Francis Ltd
- Weir. 1979. Hamilton and Hardy's Industrial Toxicology.