

PEROLEHAN KEMBALI LOGAM PERAK DARI
LIMBAH CAIR PENCUCIAN FILM STUDIO
DIBANDING FILM X-RAY DENGAN
MENGUNAKAN METODE SN FLAKE

Hari Kuswati, Darmo Handoyo dan Indrajati Kohar
Fakultas Farmasi Universitas Surabaya

Abstract

As the development in the photographic field is going very fast, so is the problem in the liquid waste of the process. Usually the liquid waste is just thrown away in the environment without undergoing a waste treatment, while the maximum amount of silver allowed in clean water is 0.05 mg/L. In this study, the content of silver in the photographic waste is between 2944.53 mg/L to 6120.29 mg/L. To eliminate this high content of silver an experiment using a traditional method of silver recovery is conducted. The method is known as SN flake method using sodium sulphide to precipitate the silver in the waste as silver sulphide, then taking the Ag off the precipitate using zinc metal, borax and potassium aluminium sulphate, and heat it in a 'koi' using a blower furnace at 900°C. Around 60 gram of silver can be collected from every 20 L of waste, with the yield of 71.26% - 84.37% and the purity is 64.90%. The silver left in the filtrate after treatment is still high, ie. 1.59 mg/l – 22.90 mg/L. Using this method can cause a secondary waste problem because of waste material in the koi, and also a high risk for the workers due to the high heat and the gas produced in the process of heating. It is advisable to try another method such as electrochemistry to recover more silver with lesser risk of side contamination, and safer for the workers.

To analyse the silver concentration an Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer is used.

Keywords : silver, photographic waste, recovery

PENDAHULUAN

Sejalan dengan berkembang pesatnya dunia industri, maka dunia fotografi pun mengalami kemajuan yang sangat pesat akhir-akhir ini. Dengan semakin banyaknya didirikan atau dibuka foto-studio dan usaha pemrosesan film, baik itu untuk foto-foto biasa ataupun foto X-ray dari rumah sakit, dan belum tingginya kesadaran masyarakat akan kesehatan lingkungan, maka dapat diduga bahwa limbah yang dihasilkan oleh proses fotografi tersebut juga akan menimbulkan pencemaran lingkungan, dimana salah satu bahan pencemar dari industri/usaha fotografi adalah logam perak (Ag). Sedangkan menurut peraturan pemerintah batas kadar maksimum perak yang diperbolehkan adalah 0,05mg/L (Wardhana, 1995).

Senyawa perak yang biasa digunakan untuk fotografi adalah perak nitrat (AgNO_3) dan perak bromida (AgBr). Perak nitrat digunakan juga untuk pengobatan sebagai anti infeksi topikal. Keracunan yang mungkin ditimbulkan oleh senyawa perak antara lain: timbulnya warna biru-keabu-abuan pada mata, sekat rongga hidung, tenggorokan dan kulit, iritasi pada kulit, borok dan gangguan pencernaan, yang disebabkan oleh karena paparan yang berlebihan (*over exposure*) terhadap senyawa logam perak. Paparan yang berkepanjangan (*chronic exposure*) terhadap senyawa perak dapat menyebabkan timbulnya warna biru keabu-abuan pada kulit yang dikenal juga sebagai *argyria* atau *argyrosis*. Perak nitrat sendiri dapat menyebabkan iritasi dan rasa seperti terbakar pada kulit dan mukosa membran, rasa sakit di mulut, diare, muntah, koma dan kejang-kejang dan bahkan dapat menyebabkan *gastroenteritis* parah, yang dapat berakibat fatal.

Saat ini sebenarnya masyarakat telah banyak menggunakan metode sederhana untuk mengambil kembali logam perak dari limbah fotografi tersebut, karena peraknya masih mempunyai nilai ekonomis,

antara lain dapat digunakan sebagai bahan baku perhiasan, dan lain-lain. Metode yang digunakan adalah dengan cara reaksi kimia menggunakan *SN flake* (*Sodium sulfide*). Limbah fotografi seringkali dikenal dengan nama fixer. Fixer ini adalah cairan yang digunakan untuk mencuci film negatif pada tahap akhir proses pencucian film dan mengandung hypo ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), Na_2SO_3 , CH_3COOH , K_2SO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan air (Surayin, 1975). Fixer adalah cairan penetap yang melarutkan atau melepaskan AgBr yang belum disinari atau belum direduksi oleh *developer*: $2 \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{AgBr} \longrightarrow \text{Na}_3\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2 + \text{NaBr}$ (Akademi Penata Rontgen). *Sn flake* yang rumus kimianya adalah Na_2S adalah perekasi yang mengandung sulfur dan digunakan untuk mengendapkan perak yang ada dalam limbah sehingga membentuk endapan yang berwarna hitam yaitu Ag_2S . Reaksi yang terjadi adalah:

$2 \text{Ag}^+ + \text{Na}_2\text{S} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{S}$ (endapan hitam) + 2Na^+ , kemudian endapan yang diperoleh dibakar dan ditambahkan zinc (Zn), sehingga reaksinya menjadi: $\text{Ag}_2\text{S} + \text{Zn} \longrightarrow 2 \text{Ag} + \text{ZnS}$

Dengan adanya cara untuk mendapatkan kembali logam perak dari air bekas pencucian film tersebut, diharapkan pencemaran dapat diminimalisasi selain itu dapat membuka lapangan pekerjaan dalam pengolahan limbah foto, sehingga dapat terjadi penambahan lingkungan yang ekonomis.

Pada penelitian ini dilakukan analisa kadar perak yang terkandung dalam limbah foto studio dan limbah foto *x-ray* sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan *SN flake*. Untuk itu secara acak diambil 2 sampel dari limbah foto studio dan 2 sampel dari limbah foto *x-ray*, dan dianalisa kandungan peraknya menggunakan *Inductively Coupled Plasma Spectrometry* (ICPS) pada panjang gelombang 328,068 nm, untuk mengetahui seberapa besar sisa logam yang terdapat dalam limbah dan

apakah kandungan perak tersebut tidak melampaui batas kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,05 mg/L.

Limbah yang diperoleh kemudian diolah atau direaksikan dengan SN flake dan perak yang diperoleh diuji kemurniaan dan dihitung rendemennya. Filtrat dari limbah yang telah diambil peraknya dianalisa lagi untuk mengetahui berapa sisa perak yang tertinggal dalam filtrat. Dengan demikian akan dapat diketahui mana yang lebih besar kandungan peraknya, limbah foto studio ataupun limbah foto *x-ray*. Selain itu dapat diketahui juga seberapa jauh cara ini dapat mengeliminasi kandungan perak dari limbah fotografi dan seberapa banyak perak yang dapat dikumpulkan.

ICPS adalah alat yang digunakan untuk menganalisa logam berat baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Pengukuran menggunakan ICPS berdasarkan eksitasi atom dengan menggunakan plasma sebagai sumber energi eksitasi. Alat ini digunakan untuk menganalisa logam berat menggantikan Spektrometer Serapan Atom (*Atomic Adsorption Spectrometry*) (Christian, 1986, Robinson, 1995).

Metode Penelitian

1. Bahan dan alat yang dipergunakan:

- 1.1 Bahan penelitian (sampel): air bekas pencucian film hitam-putih dan berwarna dari foto studio “X” di kota Kediri dan air cucian film *x-ray* dari rumah sakit “Y” di kota Semarang.
- 1.2 Bahan kimia: Air suling, potongan seng, SN *flake* (sodium sulfida), minyak tanah, boraks T, tawas T, Kertas saring Whatman no. 41, AgNO₃ p.a. (Riedel de Haen), HNO₃ p.a. (Darmstadt, Germany).
- 1.3 Alat-alat: Koi (kuali tanah liat), ember kecil dan besar, neraca mikroanalitik, kompor blower model QD 201 Anchor (Shanghai, Cina), alat-alat gelas, ICPS 3410+ (Fisons).

2. Prosedur kerja:

2.1 Preparasi larutan baku : ditimbang 157,5 mg AgNO_3 kemudian dilarutkan dalam air suling sampai volume 100,0 ml, dikocok homogen. Dari larutan ini dibuat larutan baku kerja dengan konsentrasi 1, 3, 5, 10, 15, 10 dan 30 bpj. Kemudian dibuat kurva bakunya pada ICPS pada panjang gelombang 328,068 nm, diperoleh persamaan $y = 4,8959 x - 0,6313$, dengan $r = 0,9998$.

2.2 Preparasi sampel untuk uji kuantitatif :

Sampel yang belum diberi perlakuan dipipet 1,0 ml kemudian ditambahkan HNO_3 20% sebanyak 2 ml, lalu diencerkan dengan air suling sampai 250,0 ml dan dikocok homogen.

Larutan pada 2.2 dipipet sebanyak 5,0 ml kemudian diencerkan dengan air suling sampai 100,0 ml dan dikocok homogen. Larutan ini kemudian disaring dengan kertas Whatman no 41 dan dianalisa dengan menggunakan ICPS 3410+.

Sampel (filtrat) sesudah perlakuan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman no 41 dan dianalisa dengan menggunakan ICPS 3410+.

2.3 Recovery Ag dari limbah fotografi:

Diambil sampel (cairan fixer) sebanyak 20 L, dan dimasukkan ke dalam ember.

Ditimbang Na_2S seberat 500 mg dan dilarutkan dalam 500 ml air. Larutan Na_2S dituang pelan-pelan ke dalam cairan fixer tadi sambil diaduk dengan pengaduk kayu dan didiamkan selama 24 jam agar terbentuk endapan hitam lebih banyak lagi. Setelah terbentuk endapan, endapan disaring dengan kain, kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan atau dijemur. Endapan yang telah kering dimasukkan ke dalam koi, kemudian dibakar dengan kompor *blower*

dengan suhu 900°C sambil diaduk dengan kawat beton dan ditambahkan potongan seng. Setelah potongan seng tidak meleleh atau larut lagi, pemanasan dihentikan.

Akan terbentuk dua lapisan, lapisan yang di atas dibuang, dan cairan di bawahnya dibiarkan dalam koi, kemudian ditambahkan boraks dan tawas yang telah dilarutkan dalam air (100 g boraks dan 100 g tawas dilarutkan dalam air secukupnya) dan dibakar kembali dalam *blower* sampai didapat dua lapisan lagi. Setelah cairan benar-benar terpisah kemudian dituang ke dalam ember berisi air, dimana cairan tersebut akan memadat dan didapat logam perak. Logam perak yang padat dikeringkan dan ditimbang, lalu dilakukan uji kualitatif dan kuantitatif.

HASIL PENELITIAN

Tabel I. Kandungan Logam Perak Dalam Limbah Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Sampel	Kandungan Logam Perak	Kandungan Logam Perak
Foto studio	Sebelum diberi perlakuan (g/20 L)	Sesudah diberi perlakuan (g/20 L)
S1	79,4398	0,0165
S2	79,4398	0,0314
X-ray		
X1	122,4057	0,4579
X2	58,8906	0,0318

Dengan menggunakan larutan sampel limbah (fixer) sebanyak 20 L diperoleh logam perak sebanyak sebagaimana pada tabel II.

Tabel II. Hasil Recovery Logam Perak

No	Foto studio	X-ray
1	68,5 g	70,2 g
2	65,5 g	50,0 g
3	55,0 g	65,5 g
4	60,0 g	70,0 g
Rata-rata	62,25 g	63,92 g
SD	5,1781	8,2563
KV	8,32%	12,92%
Rendemen	84,37%	71,26%

Logam hasil *recovery* (isolasi) diuji dengan menggunakan pereaksi yang dapat menunjukkan adanya logam perak. Logam yang diperoleh terlebih dahulu dilarutkan dalam HNO_3 20%. Hasil uji dapat dilihat pada tabel III.

Tabel III. Hasil Uji Kualitatif Logam Yang Diperoleh

No	Reaksi	Keterangan	Hasil
1	Zat + HCl	Terbentuk endapan putih	+
2	Gutzeit As ₂ O ₃ + serbuk Zn, ditutup dengan kapas yang dibasahi dengan Pb(Ac) ₂ lalu ditutup dengan kertas saring yang telah dibasahi dengan larutan sampel, kemudian dipanaskan	Pada kertas saring terbentuk lapisan perak	+
3	Zat + NaOH	Terlihat keruh	+
4	Zat + NaI	Terbentuk endapan keuningan	+

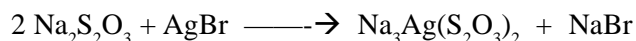
Dari uji kemurnian secara kuantitatif didapat hasil rata-rata kemurnian dari logam perak yang diperoleh adalah sebesar 64,90%.

PEMBAHASAN

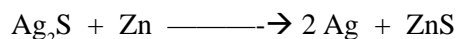
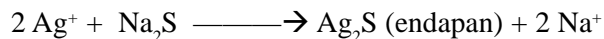
SN flake merupakan pereaksi yang berbentuk lempengan padat berwarna kuning agak putih yang mengandung sulfur untuk mengendapkan perak yang ada dalam limbah sehingga menjadi endapan hitam. Kemudian endapan hitam itulah yang dibakar sampai melarut dengan potongan seng dan kemudian dijernihkan dengan menggunakan tawas dan boraks.

Prinsip reaksi:

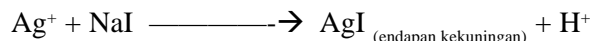
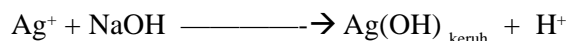
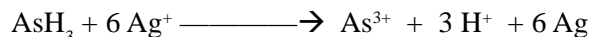
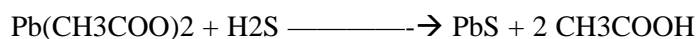
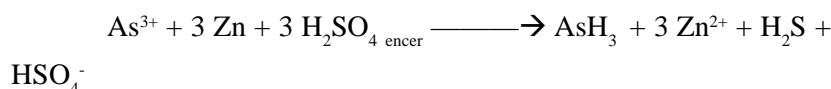
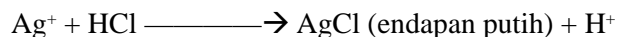
Reaksi dalam proses fotografi:



Reaksi SN flake:



Reaksi Uji Kualitatif:



Dilihat dari rendemen dan kemurnian logam perak yang diperoleh, hasilnya cukup baik dipandang dari sudut ekonomis, karena dari 20 L limbah bisa diperoleh sekitar 60 gram perak. Tetapi metode yang

digunakan adalah metode tradisional yang pada umumnya dilakukan oleh penghasil perak yaitu dengan menggunakan reaksi kimia *SN flake*. Metode ini menggunakan peralatan tradisional seperti koi yaitu penggorengan dari tanah liat dan pembakarannya menggunakan tungku dengan kompor *blower* QD 201. Cara ini cukup banyak risikonya seperti misalnya pencemaran udara karena gas yang dihasilkan dalam pembakaran tidak ditampung dengan baik, serta pembakaran yang menggunakan suhu tinggi bila tidak hati-hati akan membahayakan pekerjaannya. Maka untuk melakukan pekerjaan ini seyogyanya pekerja menggunakan alat pelindung seperti masker dan kacamata tahan panas.

Selain itu sisa logam dan kandungan lain yang terdapat dalam filtrat limbah cair yang telah diberi perlakuan biasanya oleh para penghasil perak dibiarkan atau dibuang ke halaman rumah mereka atau kadang-kadang dibuang ke sungai. Sisa endapan hitam Ag_2S yang tertinggal di koi juga dapat mencemari lingkungan karena koi bekas pembakaran dibuang atau ditimbun dalam tanah. Semua ini dapat menimbulkan pencemaran sekunder.

Dipandang dari kemampuan metode ini untuk mengeliminasi perak dari dalam limbah fotografi, hasilnya ternyata cukup baik, yaitu dari kandungan perak sebelum perlakuan berkisar sebesar 2944,53 mg/L – 6120,29 mg/L dalam limbah fotografi maupun *x-ray*, menjadi 1,59 mg/L – 22,90 mg/L. Tetapi dipandang dari sudut batas maksimum yang diperbolehkan dalam air bersih yaitu 0,05 mg/L, maka dapat disimpulkan bahwa sisa perak yang terdapat dalam filtrat hasil perlakuan masih cukup besar.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari 2 macam sampel yang diambil ternyata limbah fotografi maupun limbah *x-ray* masih mengandung cukup banyak perak, dan setelah dilakukan *recovery* dengan menggunakan metode tradisional dengan *SN flake*, maka perak yang dapat dikumpulkan juga cukup banyak, yaitu berkisar sekitar 60 g untuk setiap 20 L limbah.

Tetapi dengan menggunakan metode ini sisa perak yang masih ada dalam filtrat hasil *recovery* ternyata masih cukup tinggi yaitu berkisar antara 1,59 mg/l – 22,90 mg/L, selain itu dapat timbul limbah sekunder yaitu sisa-sisa pembakaran yang tertinggal dalam koi, juga adanya sisa Zn yang akan menimbulkan problem baru dalam pengolahan limbahnya.

Karena itu disarankan agar dilakukan penelitian untuk mendapatkan metode lain yang lebih efektif dan efisien dalam *recovery* logam perak dari limbah fotografi, yang tidak menimbulkan limbah sekunder, juga relatif lebih aman bagi pelakunya, misalnya dengan menggunakan metode elektrokimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. Buku Panduan Belajar Radiografi dan Fotografi. Akademi Penata Rontgen.
- Christian, G.D. 1986. *Analytical Chemistry*. Singapore : John Wiley and Sons.
- Metcalf, E. 1991. *Atomic Adsorption and Emission Spectroscopy*. Singapore : John Wiley and Sons.
- Robinson, J.W. 1995. *Undergraduate Instrumental Analysis*. New York, USA : Marcel Dekker, Inc.

- Surayin. 1975. *Photografi*. Surabaya : Karya Anda.
- Wardhana, W.A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Wardhana, W.A. 1996. *The Merck Index, an Encyclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals*, Susan Budavari (Ed.) 12th Edition. Whitehouse Station, N.J., U.S.A. : Merck and Co. Inc.
- Wardhana, W.A. 2002. *Martindale, The Complete Drug Reference*, Sean C Sweetman (Ed.) 33th Edition. London-Chicago : Pharmaceutical Press.