

## **Pengaruh Waktu *Leaching* Ekstraksi Emas (Au) Limbah Elektronik Prosesor Komputer Menggunakan Reagen Organik Tiourea<sup>1</sup>**

### ***Effect of Leaching Time Extraction of Gold (Au) Electronic Waste Computer Processor Using Organic Thiourea Reagent***

Riria Zendy Mirahati<sup>a,2</sup>, Dyah Probawati<sup>b</sup>, Ilham Pratomo<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Program Studi S1 Teknik Metalurgi, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral,  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Jl. SWK, Ring Road Utara No.104, Ngropoh,  
Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283

#### **ABSTRAK**

Perkembangan dunia teknologi telah mempengaruhi banyak aspek dalam kehidupan manusia, berbagai alat ataupun sistem telah dibuat untuk mempermudah kehidupan. Hal itu terlihat dari banyaknya barang elektronik yang diproduksi dan digunakan setiap harinya. Manusia sudah mempunyai ketergantungan yang tinggi terhadap barang-barang elektronik tersebut. Masa pakai dari barang elektronik tidak dapat bertahan lama dan munculnya produk dengan generasi baru membuat barang tersebut terlihat cepat usang dan tertinggal. Hal tersebut mendorong konsumen untuk mengganti barang elektroniknya dengan yang baru dalam kurun waktu yang lebih cepat. Akibatnya, terjadi penumpukan limbah elektronik (*e-waste*) yang tidak dapat dihindari lagi. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis dan mencari waktu dengan hasil *recovery* emas tertinggi pada *leaching* emas (Au) pada limbah prosesor komputer menggunakan larutan organik Tiourea. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *leaching* atau pelindihan. Sampel dilakukan preparasi dengan melarutkan Tiourea, sehingga akan terbentuk endapan yang nantinya akan dipisahkan dan selanjutnya dilakukan pengujian Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Variasi waktu *leaching* yang digunakan yaitu 1, 2, 3, 4 dan 5 jam. *Recovery* emas atau Au yang diperoleh sebesar 8,12% selama 1 jam *leaching*, 5,80% pada 2 jam *leaching*, 5,74% pada 3 jam *leaching*, 4,99% pada 4 jam *leaching* dan 4,36% pada 5 jam *leaching*. Dari parameter lamanya waktu pelarutan Tiourea terhadap *recovery* emas (Au) pada penelitian ini, menunjukkan pada 1 jam *leaching* menghasilkan nilai *recovery* yang paling tinggi sebesar 8,12% dengan kadar emas (Au) sebesar 1,0253 ppm.

Kata kunci: *leaching* emas (Au), *e-waste*, *recovery*, Tiourea

#### **ABSTRACT**

*The development of the world of technology has affected many aspects of human life, various tools or systems have been created to make life easier. This can be seen from the number of electronic devices that are produced and used every day. Humans already have a high dependence on these electronic devices. The life span of electronic devices is not long lasting and the emergence of new generation products makes them look obsolete and left behind. This encourages consumers to replace their electronic goods with new ones in a shorter period of time. As a result, there is an unavoidable accumulation of electronic waste (e-waste). The purpose of this study was to analyze and find the time with the highest gold recovery results in leaching gold (Au) in computer processor waste using an organic thiourea solution. The method used in this research is leaching. Samples were prepared by dissolving thiourea, so that a precipitate would form which would later be separated and then tested by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Variations in the leaching time used were 1, 2, 3, 4 and 5 hours. Recovery of gold or Au obtained was 8.12% for 1 hour of leaching, 5.80% for 2 hours of leaching, 5.74% for 3 hours of leaching, 4.99% for 4 hours of leaching and 4.36% for 5 hours leaching. From the parameter of the length of time for dissolving Thiourea to the recovery of gold (Au) in this study, it was*

<sup>1</sup> Info Artikel: Received: 18 April 2023, Revised: 9 Juni 2023, Accepted: 22 Juni 2023, Published: 28 Juni 2023

<sup>2</sup> Email: [ririazendymirahati@upnyk.ac.id](mailto:ririazendymirahati@upnyk.ac.id)

shown that 1 hour of leaching produced the highest recovery value of 8.12% with a gold content (Au) of 1.0253 ppm.

Keywords: gold (Au), leaching, e-waste, Tiourea

---

## PENDAHULUAN

Limbah elektronik merupakan semua jenis barang elektronik yang sudah tidak digunakan atau difungsikan lagi. Pada tahun 2019 dunia menghasilkan 53,6 juta ton limbah elektronik. Di mana Asia menghasilkan 24,9 juta ton, Amerika menghasilkan 13,1 juta ton, Eropa menghasilkan 12 juta ton dan Afrika menghasilkan 2,9 juta limbah elektronik, dan hanya 17,4% yang dikumpulkan serta dilakukan daur ulang. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan untuk mendaur ulang tidak sebanding dengan limbah elektronik yang dihasilkan (Global *E-waste* Monitor, 2020). Sedangkan di Indonesia mencapai 1,3 juta ton limbah elektronik pada tahun 2019. Limbah elektronik dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Konsep pengolahan limbah elektronik dengan cara memisahkan logam ataupun komponen berharga telah dikenal dengan istilah *urban mining*. Konsep *urban mining* seperti ini memiliki potensi yang sesuai untuk dilakukan di Indonesia. Hal ini mengingat produksi limbah elektronik yang cukup besar. Emas (Au) merupakan salah satu logam yang digunakan dalam peralatan elektronik, karena mempunyai daya hantar yang sangat baik, tahan korosi dan memiliki stabilitas yang tinggi. Bagian komputer yang mengandung emas, seperti pada PCB (*Printed Circuit Board*), prosesor, RAM (*Random Acces Memory*), motherboard/ main-board, *hard disk*, soket-soket pada IC (*Integrated Circuit*), chip memori komputer dan masih banyak komponen lainnya (Huang, dkk, 2009).

Pada umumnya untuk memisahkan emas menggunakan metode *leaching* atau *leaching* menggunakan larutan merkuri atau sianida. Larutan tersebut berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Dapat memberikan efek yang membahayakan kesehatan tubuh, seperti dapat timbulnya gangguan tremor, motorik, syaraf, penyakit ginjal, paru-paru dan iritasi pada kulit. Sebagai solusi untuk menghindari penggunaan larutan berbahaya di atas, maka alternatif yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan larutan Tiourea (Aisyah, 2019). Pelarutan menggunakan Tiourea lebih ramah lingkungan dan tidak korosif, karena merupakan larutan organik. Pada proses *leaching* atau pelindian emas (Au) ada beberapa faktor yang berpengaruh dalam prosesnya, salah satunya adalah waktu pelarutan Tiourea. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pelarutan dengan hasil *recovery* emas tertinggi pada *leaching* atau pelindian Au dari limbah prosesor komputer menggunakan larutan Tiourea.

## METODE PENELITIAN

### *Leaching atau Pelindian Logam Emas (Au) dengan Tiourea*

Penggunaan Tiourea, sebagai reagen pelindi logam berharga telah menunjukkan perkembangannya dalam industri metalurgi. Uji laboratorium menunjukkan, ekstraksi emas dan perak dengan Tiourea mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan cara sianidasi konvensional. Tiourea mempunyai dampak yang rendah terhadap lingkungan (Ubal dini, 1997). Emas dapat larut dalam larutan sianida, aqua regia, dan larutan Tiourea

(Yimi Diantoro, 2010). Tiourea memiliki rumus molekul  $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$  (G. Pass dan H. Sutcliffe, 2013).

Logam mulia, salah satunya adalah emas (Au) telah dikenal cukup luas aplikasinya di bidang elektronik dan telekomunikasi. Logam mulia memiliki kemampuan yang lebih sebagai penghantar listrik yang baik serta memiliki stabilitas kimia yang tinggi. Hal ini mengakibatkan emas banyak dipergunakan. Emas (Au) digunakan di peralatan komputer seperti processor, harddisk, RAM, motherboard atau mainboard, PCB handphone, PCB komputer, Integrated Circuit (IC), kartu chip handphone, dan sebagainya (Esti Rahmat, 2016).

### ***Prosesor Komputer***

Prosesor merupakan suatu bagian pada perangkat keras yang merupakan *core* atau inti dari sebuah komputer. Bagian ini terletak pada soket yang berada pada motherboard. Prosesor memiliki fungsi untuk mengendalikan serta mengatur proses yang terjadi pada operasi komputer. Fungsi prosesor untuk menentukan kecepatan suatu proses operasi suatu komputer pada saat mengolah data atau informasi (Ahmad, 2011). Prosesor Pentium IV merupakan produk Intel yang memiliki kecepatan prosesnya mampu menembus kecepatan hingga 3.06 GHz.

### ***Logam Emas (Au)***

Emas merupakan unsur kimia dalam Tabel Periodik dengan simbol Au atau Aurum dengan nomor atom 79. Emas termasuk dalam kategori logam transisi (*trivalen* dan *univalen*) dengan sifatnya lunak serta mudah ditempa, mengkilap, kuning, *malleable* dan *ductile*. Emas memiliki kekerasannya berkisar antara 2,5 sampai 3 pada Skala Mohs. Berat jenis emas bergantung pada jenis dan kandungan logam lain yang membentuk paduan (Maharani, 2017).

### ***Preparasi Sampel***

Sampel berupa kepingan prosesor Intel® Pentium® 4, yang sudah terpisah dari motherboardnya. Emas terdapat pada bagian soket atau kaki prosesor, sehingga perlu dilakukan pemisahan. Salah satu tujuan pemisahan soket atau kaki prosesor dengan badan prosesor, yaitu memperbesar sudut kontak pelarut dengan sampel.

### ***Preparasi Pelarut***

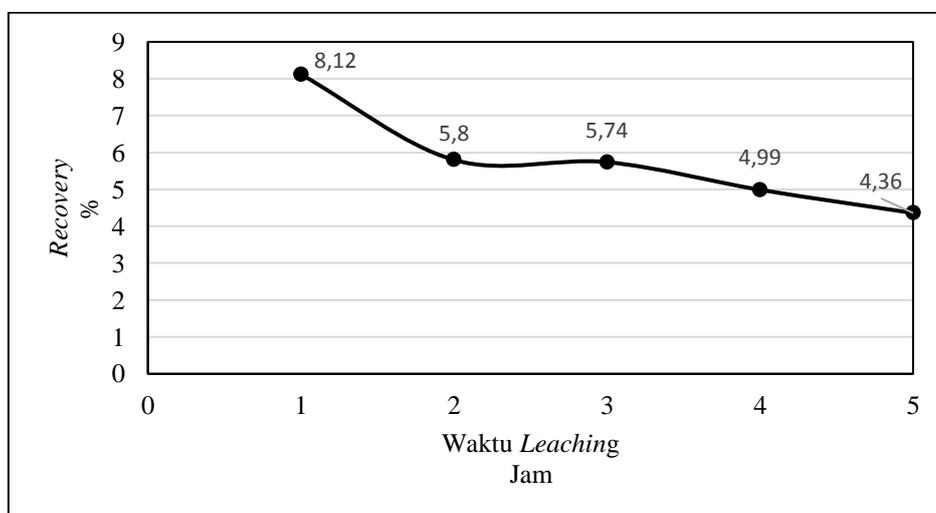
Pelarut yang digunakan pada *leaching* atau *leaching* emas, yaitu larutan Tiourea sebanyak 20, 24, 28, 32 g/L. Selain Tiourea digunakan larutan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  5g/L. Larutan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  g/L berfungsi sebagai penyedia ion  $\text{Fe}^{3+}$ . Dimana larutan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  g/L merupakan oksidator Tiourea.

### ***Pengujian Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)***

*Pengujian Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) merupakan salah satu instrumen yang banyak digunakan dalam penelitian yang berhubungan dengan unsur pada logam. Spektrometri serapan atom, yaitu suatu alat yang digunakan untuk menganalisis sampel berupa unsur yang mendasarkan pada proses absorpsi energi serta cahaya. Energi dan cahaya tersebut berasal dari radiasi atom atau unsur yang mengalami eksitasi elektron. Unsur-unsur yang akan dianalisis untuk selanjutnya menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang tersebut sesuai dengan sifat unsur yang dilakukan analisis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan untuk menganalisis waktu pelindian, digunakan variasi waktu pelindian selama 1, 2, 3, 4, dan 5 jam. Reagen pelindih menggunakan Tiourea 24 g/L dengan penambahan katalis Besi (III) Sulfat sebesar 5 g/L. Percobaan ini berlangsung pada kondisi pH 1 – 1,5 dan pada temperatur kamar. Hasil dari percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 1.

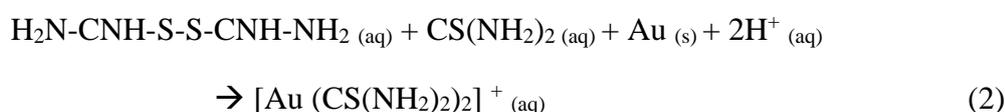


**Gambar 1.** Recovery emas hasil *leaching* terhadap waktu

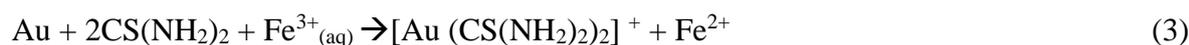
Besi (III) sulfat digunakan untuk mengoksidasi Tiourea menjadi formamidin disulfida/ FDS ( $\text{H}_2\text{N-CNHS-S-CNHNH}_2$ ) dengan reaksi:



Formamidin disulfida/ FDS berfungsi sebagai oksidator sekaligus ligan dalam proses pembentukan  $[\text{Au}(\text{CS}(\text{NH}_2)_2)_2]^+$ , adapun reaksinya:



Keseluruhan dari reaksi yang terjadi pada *leaching* emas menggunakan Tiourea sebagai berikut:



Tiourea hanya dapat bereaksi dalam keadaan asam, karena pada keadaan basa Tiourea tidak stabil dan mudah terdekomposisi. Oleh karena itu, untuk membuat kondisi asam perlu ditambahkan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , hingga pH menjadi 1 – 1,5 (Li Jing-Ying, dkk. 2012). Gambar 1 menunjukkan pengaruh waktu terhadap *recovery* emas (Au) hasil *leaching*. Pada 1 jam pertama *recovery* emas mencapai titik tertinggi dengan hasil sebesar 8,12%. Pada 2, 3, 4, dan 5 jam mengalami penurunan secara terus menerus, dimana masing-masing *recovery* emas sebesar 5,80 %, 5,74%, 4,99%, dan 4,36%. Hal ini bisa terjadi, karena terjadi dekomposisi Tiourea seiring berjalannya waktu. Tiourea akan terdekomposisi menjadi sulfur

dan menyebabkan kompleks emas yang terbentuk menjadi sedikit. Selain itu akan terjadi pasivasi pada permukaan emas (lapisan film) yang menyebabkan *recovery* emas (Au) hasil *leaching* semakin lama semakin sedikit serta konsumsi Thiourea juga akan meningkat (Li Jing-Ying dkk. 2012).

## KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan *recovery* emas tertinggi menggunakan Thiourea terjadi pada *leaching* selama 1 jam. Besarnya *recovery* emas pada 1 jam *leaching* adalah 8,12%. Adapun kadar emas menurut hasil pengujian *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) sebesar 1,0253 ppm. Ekstraksi emas (Au) dari limbah elektronik prosesor komputer menggunakan reagen organik Thiourea ini diharapkan dapat memberikan alternatif pengurangan limbah *e-waste* yang ada di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen Xia. (2008). *Associated Sulfide Minerals In Thiosulfate Leaching Of Gold: Problems And Solutions*. Thesis. Canada: Queen's University.
- Day, R.A., dan Underwood, A.L. (2002). *Analisis Kimia Kuantitatif Edisi Keenam*. (Alih bahasa: Iis Sopyan). Jakarta: Erlangga.
- Delfini, Massimo, Manuro Ferrini, Andrea Manni, Paolo Massacci, Luigi Piga and Antinio Scoppettuolo. (2011). "Optimization of Precious Metal Recovery from Waste Electrical and Electronic Equipment Boards". *Journal of Environmental Protection*.
- Forti, Venesa. Cornelius Peter Balde. (2020). *The Global E-Waste Monitor 2020*. United Nation Institute.
- Gönen, N., & Ölçer, T. (2009). *Investigation of the Effects of Application and Conditions of Roasting on the Gold Leaching by Thiourea Solution from a Refractory Gold Ore*. Turki: Eskisehir Osmangazi University Research Fund.
- Gramatyka, P., R. Nowosielki, R. Sakiewicz.(2007). "Recycling of Waste Electrical and Electronic Equipment". *Journal of Achievements of Materials and Manufacturing Engineering*, Vol.20.
- Hamida. (2017). *Optimasi Kondisi Pelarutan Logam Emas (Au) Dalam Limbah Prosesor Komputer dengan Larutan Thiourea*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Hanafi, Jessica., Eric Jobiliong, Agustina Christiani, Dhamma C. Soenarta, Juwan Kurniawan and Januar Irawan. (2011). "The Prospects of Managing WEEE in Indonesian". *18th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering, Braunschweig*. 331-338.
- Huang, K., Guo, J., And Xu, Z., (2009). "Recycling Of Waste Printed Circuit Boards: A Review of Current Technologies and Treatment Status in China." *Journal of Hazardous Materials* 164.
- Jennifer Namias. (2013). *The Future Of Electronic Waste Recycling In The United states: Obstacles and Domestic Solutions*. Columbia University.
- Khopkar, S. M. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kumar Gupta, C. (2003). *Chemical Metallurgy: Principles and Practices*. Weinheim: WILEY-VCH.
- Li, Jing, Ying. Xu Xiu Li. (2012). *Thiourea Leaching Gold And Silver From The Printed Circuit Board Waste Mobile Phone*. Qingdao University Of Science & Technology.

- Pecsok, Robert L., dan Shields, L. Donald. (1976). *Modern Methods of Chemical Analysis*, edisi kedua. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Ping Jiang, Megan Harney, Yuxin Song, Ben Chen, Queenie Chen, Tianniu Chen, Gillian Lazarus, Lawrence H. Dubois, Michael B. Korzensk. (2012). "Improving The End-Of-Life For Electronic Materials Via Sustainable Recycling Methods." *Procedia Environmental Sciences*. 4. Hlm. 485- 490.
- Sri wahyono. (2012). *Kebijakan Pengelolaan Limbah Elektronik dalam Lingkup Global dan Lokal. Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*. Hlm. 17-24.
- Watling K. M. (2007). *Spectroelectrochemical Studies of Surface Species in the Gold/Thiosulfate System.*, Thesis., Griffith Science Environment Engineering and Technology., Griffith University, Australia.
- Yimi Diantoro. (2010). *Pengolahan Emas Skala Home Industri*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama