



Pengaruh Ligan NH_3 pada Pengambilan Logam Tembaga dari Serpihan Sisa Produksi Kuningan Kabupaten Pati Secara Elektrolisis

Santi Hermayanti^a, Didik Setiyo Widodo^a, Rum Hastuti^{a*}

^a Analytical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

* Corresponding author: rum.hastuti@live.undip.ac.id

Article Info	Abstract
<p>Keywords: Brass metal, copper metal, electrolysis, NH_3 ligand</p>	<p>A research on the effect of NH_3 ligand on the removal of copper metal from the remaining pieces of brass production of Pati Regency by electrolysis has been conducted. The remaining pieces of brass production contain major metals i.e. copper (Cu), zinc (Zn), and minor metals Lead (Pb) and Tin (Sn). The addition of certain ligands may increase the quantity and quality of the sediment. This study consisted of 3 steps, which were the destruction of residual brass chip, electrolysis and analysis with AAS. The electrolyte solution used was a solution of brass destruction diluted 1000 times. The variables of this research were the electrolysis times of 30, 60, 90, and 120 minutes on the sample with and without addition of NH_3. The results showed that the weight of 19.54 mg on deposit without NH_3 ligand and 20.58 mg with NH_3 ligand at electrolysis time of 120 min. The purity of the copper deposition at the electrolysis time of 30 min in the sample without the addition of NH_3 was 62.80% and with the addition of NH_3 was 72.46%.</p>
<p>Kata kunci: Kuningan, tembaga, elektrolisis, ligan NH_3</p>	<p>Abstrak</p> <p>Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh ligan NH_3 pada pengambilan logam tembaga dari serpihan sisa produksi kuningan Kabupaten Pati secara elektrolisis. Serpihan sisa produksi kuningan mengandung logam mayor yakni tembaga (Cu), seng (Zn), dan logam minor yakni Timbal (Pb), dan Timah (Sn). Penambahan ligan tertentu dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas endapan. Penelitian ini meliputi 3 langkah, yaitu destruksi serpihan sisa produksi kuningan, elektrolisis dan analisis dengan AAS. Larutan elektrolit yang digunakan adalah larutan hasil destruksi serpihan kuningan yang diencerkan 1000 kali. Variabel penelitian ini adalah waktu elektrolisis yaitu 30, 60, 90, dan 120 menit pada sampel tanpa dan dengan penambahan NH_3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat endapan 19,54 mg tanpa ligan NH_3 dan 20,58 mg dengan ligan NH_3 pada waktu elektrolisis 120 menit. Kemurnian endapan tembaga pada waktu elektrolisis 30 menit pada sampel tanpa penambahan NH_3 adalah 62,80% dan dengan penambahan NH_3 72,46%.</p>

1. Pendahuluan

Logam tembaga sering digunakan untuk melapisi logam lain karena memiliki sifat yang tahan terhadap karat, memiliki warna menyerupai emas, sebagai fungsi dekoratif dan mudah menghantarkan listrik. Proses pelapisan tembaga dengan menggunakan metode

elektrolisis sering diperoleh lapisan tembaga yang kurang kuat dan kurang murni.

Logam kuningan (*brass*) pada dasarnya merupakan paduan homogen logam-logam tembaga (Cu), seng (Zn), timah putih (Sn) dan timah hitam (Pb). Tembaga dan seng merupakan unsur terbesar penyusun kuningan

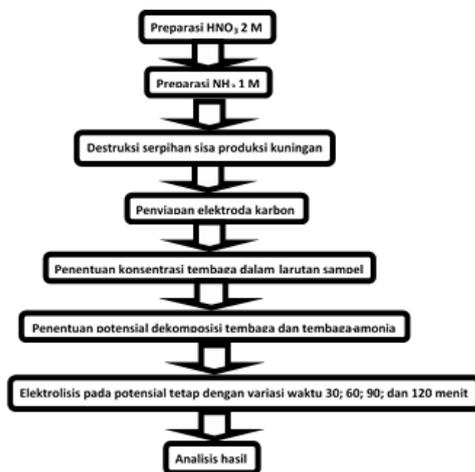
sedangkan timah putih dan timah hitam merupakan unsur terkecil. Variasi jenis dan kualitas kuningan terutama sangat ditentukan oleh variasi komposisi unsur mayor ini [1-3].

Untuk memperoleh logam tembaga dalam serpihan sisa produksi kuningan, perlu dilakukan pelarutan serpihan kuningan dalam larutan HNO₃, kemudian dilakukan pengendapan logam tembaga melalui metode elektrolisis, dengan penetapan potensial dekomposisi, karena tiap logam memiliki potensial dekomposisi masing-masing. Larutan HNO₃ efektif untuk melarutkan bahan yang sukar dioksidasi. Elektrolisis merupakan metode yang paling tepat untuk pengambilan logam tembaga dalam serpihan kuningan. Kelebihan elektrolisis adalah proses cepat, peralatan lebih sederhana dan kemurnian endapan yang diperoleh pada katoda cukup besar, dapat mencapai 99,9% [4].

Elektroda yang dipakai saat proses elektrolisis adalah karbon. karbon dipakai sebagai elektroda karena karbon memiliki sifat seperti elektroda platina, yaitu inert.

Penambahan ligan tertentu dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas endapan serta logam-logam tertentu mengendap dengan membentuk lapisan yang lebih kuat pada katoda dengan penambahan pengompleks. Pemilihan ligan amonia pada proses tersebut didasarkan sifat amonia yang dapat membentuk kompleks cukup stabil dengan logam yang akan diendapkan. Berdasar data konstanta ketidakstabilan kompleksnya yang cukup kecil, amonia merupakan ligan pengompleks yang cukup stabil dengan logam tembaga.

2. Metode Penelitian

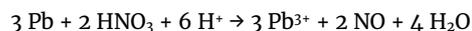
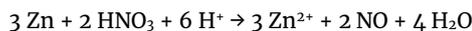
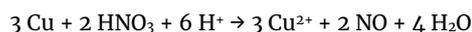


3. Hasil Dan Pembahasan

Destruksi Serpihan Kuningan

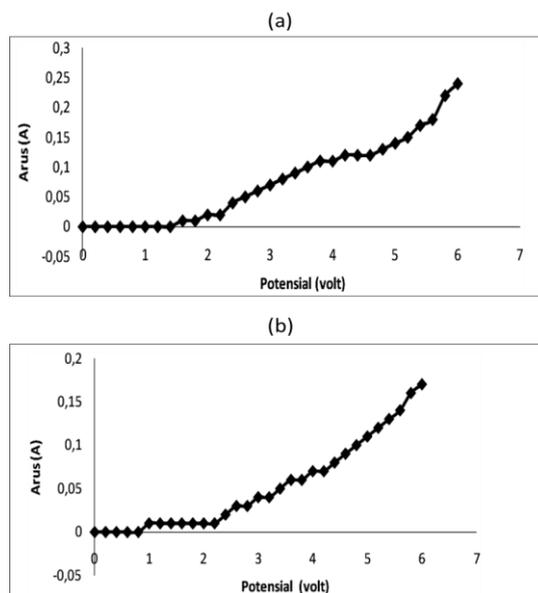
Destruksi merupakan tahap awal yang dilakukan untuk memutuskan ikatan tembaga dengan unsur-unsur lain serpihan sisa produksi kuningan. Destruksi dilakukan dengan menggunakan larutan asam nitrat pekat 65%. Asam nitrat pekat merupakan pengoksidasi yang cukup kuat dan mampu menaikkan kekuatan

oksidasi sehingga mampu melarutkan serpihan sisa kuningan dengan sempurna tanpa proses pemanasan.



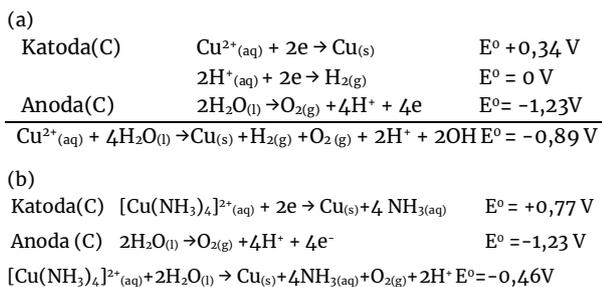
Penentuan Potensial Dekomposisi Tembaga dan Tembaga amonia

Dari gambar 1 (a) menunjukkan bahwa mulai 0,0 volt hingga 1,4 volt arus yang terjadi relatif tetap, sedangkan pada potensial 1,6 volt-2,2 volt terlihat bahwa arus mengalami kenaikan yang disebabkan oleh dominasi reaksi transfer muatan maka potensial 1,7 volt digunakan sebagai potensial dekomposisi tembaga (Cu), sedangkan potensial dekomposisi timbal (Pb) terdapat pada potensial 2,4 volt dan untuk potensial seng (Zn) terdapat pada potensial 3,9 volt hal ini disebabkan karena letak logam Zn dan Pb pada deret volta berada disebelah kiri Cu sehingga Cu akan lebih mudah tereduksi daripada Pb dan Zn yang lebih mudah teroksidasi. Pada gambar 1 (b) pada potensial 0,0 volt-0,8 volt arus mengalir sangat kecil. Arus mulai mengalami peningkatan ketika potensial mencapai 1,0 volt. Pada potensial 1,0-2,2 volt di dominasi reaksi transfer massa maka potensial dekomposisi [Cu(NH₃)₄]²⁺ digunakan 1,4 volt sedangkan potensial 2,3 volt kemungkinan potensial dekomposisi Pb, Pb akan tereduksi setelah Cu karena Cu lebih mudah tereduksi daripada Pb. Pb mempunyai afinitas elektron yang lebih rendah dari Cu sehingga pada katoda substansi yang paling mudah menerima elektron adalah substansi yang akan direduksi. Sedangkan pada anoda substansi yang paling mudah melepaskan elektron adalah substansi yang akan dioksidasi [5].



Gambar 1. Grafik hubungan arus vs potensial elektrolisis pada sampel tanpa penambahan NH₃(a). Grafik hubungan arus vs potensial elektrolisis pada sampel dengan penambahan NH₃ (b).

Elektrolisis pada Potensial Tetap



Gambar 2. (a) reaksi yang terjadi pada elektrolisis tembaga tanpa pengompleks NH₃. (b) Reaksi yang terjadi pada elektrolisis tembaga dengan pengompleks NH₃

Terbentuk gas H₂ dan O₂ yang akan menghambat proses pengendapan logam pada katoda karena arus dari sumber akan digunakan untuk mengendapkan logam pada katoda juga untuk membentuk gas H₂ dan O₂ sebagai hasil samping dari proses pengendapan logam sehingga proses elektrolisis berjalan lambat. Gas H₂ dan O₂ yang terbentuk mempengaruhi struktur dan kekuatan endapan tembaga. Gas H₂ dan O₂ merupakan hasil samping yang mengganggu proses elektrolisis karena untuk melangsungkan proses tersebut juga diperlukan sejumlah arus, sehingga arus yang mengalir dari sumber listrik tidak hanya digunakan untuk mengendapkan logam pada katoda tetapi juga untuk menghasilkan gelembung-gelembung gas H₂ dan O₂. Adanya gas H₂ di katoda menghalangi menempelnya logam pada katoda sehingga endapan yang terbentuk tidak rata dan rapuh.

Keberadaan senyawa pengompleks NH₃ dapat menekan (menurunkan) *overpotensial* selama proses *electroplating* berlangsung sehingga pembentukan gas H₂ dan O₂ pada katoda dan anoda dapat diperkecil sehingga lapisan yang terbentuk semakin bagus dan kuat. Hasil elektrolisis akan dibandingkan dengan hasil elektrolisis tanpa penambahan NH₃. Pengaruh ion pengompleks dalam proses pelapisan logam secara elektrolisis menurunkan potensial elektroda dan potensial dekomposisi. Akibat pengaruh ini diharapkan dengan potensial terpasang lebih kecil dan yang sama besar akan diperoleh endapan tembaga yang lebih optimal secara kualitatif maupun kuantitatif dibandingkan proses yang sama bila tanpa ligan pengompleks.

Analisis Hasil

Tabel 1. Kandungan logam tembaga hasil elektrolisis (a) tanpa penambahan 25 mL larutan NH₃ 1 M (b) dengan penambahan 25 mL larutan NH₃ 1 M

Waktu (menit)	Berat Endapan (mg)	Cu Terendapkan (%)	Kemurnian Cu (%)
30	5,35	1,91	62,80
60	10,56	3,67	61,17
90	14,18	4,65	54,97
120	19,54	5,48	49,28

Waktu (menit)	Berat Endapan (mg)	Cu Terendapkan (%)	Kemurnian Cu (%)
30	5,92	2,44	72,46
60	11,55	4,47	68,05
90	15,64	5,54	62,28
120	20,58	6,19	52,87

Dari tabel 1. Menunjukkan bahwa berat logam tembaga 19,54 mg pada 120 menit sedangkan persentase Cu yang terendapkan 5,48%. Berat endapan pada katoda mengalami kenaikan dengan bertambahnya waktu saat elektrolisis, hal ini sesuai dengan Hukum Faraday yang menyatakan bahwa massa zat yang terjadi akibat reaksi kimia pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah listrik yang melalui larutan selama elektrolisis [6](Sukardjo, 1992). Kandungan endapan logam tembaga yang dihasilkan semakin besar seiring dengan meningkatnya waktu. Hasil elektrolisis dengan penambahan NH₃ 1 M pada tabel 1 diperoleh bahwa dengan bertambahnya waktu maka berat endapan dan persentase Cu yang terendapkan meningkat, walaupun peningkatannya tidak terlalu besar tetapi dengan penambahan NH₃ 1 M menunjukkan hasil yang lebih besar. Kemurnian tembaga tanpa dan dengan penambahan larutan NH₃ terlihat semakin menurun, kemungkinan logam lain selain tembaga teroksidasi di anoda. Kandungan dalam serpihan sisa produksi kuningan terdapat logam-logam lain seperti seng dan timbal. Dilihat dari deret volta logam-logam tersebut berada disebelah kiri dari hidrogen, hal ini berarti bahwa logam-logam tersebut sukar mengalami reduksi tetapi mudah mengalami oksidasi. Logam-logam disebelah kiri merupakan logam yang mudah melepaskan elektron, sedangkan logam yang disebelah kanan merupakan logam yang sukar melepaskan elektron, untuk mengoksidasi logam seng dan timbal dibutuhkan arus yang seharusnya dipakai untuk mereduksi tembaga, sehingga pengendapan tembaga tidak optimal.

Randemen Faradik

Tabel 2. Rendemen faradik hasil elektrolisis (a) tanpa penambahan larutan NH₃ 1M (b) dengan penambahan larutan NH₃ 1M

Waktu (menit)	Cu Terendapkan (%)	Kemurnian Cu (%)	Qapp (C)	Qeff (C)	Rf (%)
30	1,91	62,80	18,00	8,12	45,11
60	3,67	61,17	36,00	16,04	44,55
90	4,65	54,97	54,00	22,61	41,87
120	5,48	49,28	72,00	29,67	41,21

Waktu (menit)	Cu Terendapkan (%)	Kemurnian Cu (%)	Qapp (C)	Qeff (C)	Rf (%)
30	2,44	72,46	18,00	8,99	49,94
60	4,47	68,05	36,00	17,54	48,72
90	5,54	62,28	54,00	23,75	43,98
120	6,19	52,87	72,00	31,25	43,40

Tabel 2 menunjukkan kecenderungan menurunnya harga R_f , disebabkan karena larutan pada sampel serpihan kuning sebagai larutan elektrolit yang mengandung selain tembaga dapat mengurangi migrasi selama proses elektrolisis yang berpengaruh pada kuantitas tembaga yang terendapkan. Dari data tersebut diperoleh harga rendemen faradik yang terbaik tanpa dan dengan penambahan larutan NH_3 yaitu untuk elektrolisis selama waktu 30 menit yang memiliki harga R_f 45,11% dan 49,94%.

4. Kesimpulan

Telah didapatkan logam tembaga dengan kemurnian endapan tembaga selama elektrolisis 30 menit tanpa NH_3 dan dengan penambahan larutan NH_3 yaitu 62,80% dan 72,46%. Berat endapan tembaga dengan penambahan NH_3 1M lebih banyak yaitu 2,44; 4,47; 5,54; dan 6,19% daripada tanpa penambahan NH_3 yaitu 1,91; 3,67; 4,65; dan 5,48%. Kekuatan lapisan endapan terbaik tanpa dan dengan penambahan NH_3 diperoleh selama elektrolisis 30 menit yaitu waktu pelarutan 99,25 menit dan 103,02 menit.

5. Daftar Pustaka

- [1] William Herbert Dennis, *Metallurgy of the Non-ferrous Metals*, Pitman, 1961.
- [2] RF Schmidt, DG Schmidt, Selection and application of copper alloy castings, *ASM International, Metals Handbook, Tenth Edition.*, 2, (1990) 346-355
- [3] Mervin T Rowley, *Casting copper-base alloys*, American Foundrymen's Society, 1984.
- [4] Alan Cottrell, *An introduction to metallurgy*, Universities Press, 1990.
- [5] Reuben Alexander Day, Arthur Louis Underwood, *Analisa Kimia Kuantitatif*, Erlangga, 1994.
- [6] Sukardjo, *Kimia koordinasi*, PT Bina Aksara, 1985.