

APLIKASI HIDROKSIDA LOGAM KROMIUM HASIL ELEKTROKOAGULASI LIMBAH CAIR ELEKTROPLATING UNTUK PEWARNA GELASIR KERAMIK

APPLICATION OF CHROMIUM METAL HYDROXIDE AS RESULTS OF ELECTROCOAGULATION FROM ELECTROPLATING WASTEWATER FOR COLORING CERAMICS GLAZE

Oleh: Hema Laksita Hapsari Regina Tutik Padmaningrum, Siti Marwati, Sunarto, dan Sulistyani
Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
Email: regina_tutikp@uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pembakaran dan massa hidroksida logam kromium hasil elektrokoagulasi terhadap warna gelasir keramik. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu karakterisasi sifat fisika dan kimia limbah cair elektroplating dengan AAS, elektrokoagulasi limbah elektroplating, karakterisasi endapan dengan XRF dan pengglasiran keramik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar logam kromium dalam limbah cair elektroplating yaitu 0,5480 dan kandungan kadar logam kromium dalam endapan hidroksida hasil elektrokoagulasi kurang dari 0,01%. Suhu pembakaran dan massa hidroksida logam kromium hasil elektrokoagulasi mempengaruhi warna gelasir keramik yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu pembakaran dan semakin banyak massa hidroksida logam kromium yang digunakan mempunyai warna yang semakin gelap, warna hijau yang dihasilkan semakin tua, dan nilai ΔE^* yang dihasilkan semakin rendah.

Kata kunci: elektrokoagulasi, hidroksida logam, suhu pembakaran, massa, gelasir keramik.

Abstract

This research aims to determine the effect of firing temperature and mass of chromium metal hydroxide the result of electrocoagulation for coloring ceramic glaze. Steps being taken in this research first is characterization of physical and chemical properties of electroplating wastewater with AAS, electrocoagulation of electroplating waste water, sediment characterization by XRF and coloring ceramics glaze. Results of this study was demonstrated that levels of chromium metal in the electroplating liquid waste is 0,5480 and the content of chromium metal content in the sediment hydroxide electrocoagulation less than 0,01%. Combustion temperature and mass of chromium metal hydroxide electrocoagulation results affect the resulting color of ceramic glaze. The higher the temperature of combustion and the more the mass of chromium metal hydroxide used has a color darkening, the resulting green color is getting old, the values of ΔE^ is lower.*

Keywords: electrocoagulation, a metal hydroxide, the combustion temperature, mass, ceramic glazes.

PENDAHULUAN

Elektroplating atau lapis listrik merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan bantuan aliran listrik melalui suatu elektrolit [1]. Limbah cair elektroplating dari industri perak di Kotagede Yogyakarta, banyak mengandung logam berat seperti Ag^+ , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} , Bi^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , dan Zn^{2+} [2]. Logam

ini berbahaya karena cenderung akan berakumulasi dalam jaringan tubuh manusia dan menimbulkan bermacam-macam keracunan [3]. Elfrida [4] menjelaskan elektrokoagulasi merupakan proses pengolahan limbah yang sederhana dan mudah diterapkan dengan kemampuan yang baik dalam menggumpalkan berbagai pengotor dan polutan, baik bahan organik maupun anorganik. Menurut Siti Marwati, dkk [5] untuk mengurangi resiko kembalinya limbah ke lingkungan dengan memanfaatkan limbah cair elektroplating untuk pelapisan logam besi. Namun poses pemanfaatan limbah logam ini masih menunjukkan suatu kekurangan. Pengolahan limbah cair elektroplating masih harus dikembangkan agar dapat dimanfaatkan secara maksimal sehingga pada peneltian ini endapan hasil elektrokoagulasi limbah cair elektroplating dimanfaatkan sebagai bahan pewarna pada proses pengglasiran keramik.

Gelasir menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia [6] adalah lapisan keras yang mengkilap pada porselen atau keramik. Gelasir

merupakan material yang diformulasikan secara kimia agar melekat pada permukaan tanah liat, atau melebur ke dalam badan waktu dibakar [7].

Pada keramik dilakukan pengglasiran dengan tujuan agar tidak tembus air, awet, dan mudah dibersihkan. Gelasir dapat berwarna dan sangat efektif bila digunakan sebagai dekorasi. Warna gelasir dipengaruhi oleh berbagai macam hal antara lain suhu pembakaran dan massa hidroksida logam yang digunakan. Pada dasarnya semua jenis glasir aman digunakan sebagai barang fungsional bila telah dibakar mencapai suhu matangnya [8], sehingga perlu dilakukan adanya pengujian terhadap suhu pembakaran oksida logam.

Bahan pewarna glasir dapat diperoleh dari senyawa anorganik, seperti oksida logam atau campuran oksida-oksida sebanyak kurang lebih 2%. Pada prakteknya pengglasiran dengan memanfaatkan senyawa anorganik dilakukan dengan berbagai metode tergantung dari warna gelasir yang diinginkan dan oksida logam yang digunakan [9]. Oleh karena itu tujuan penelitian ini yaitu untuk memperoleh oksida logam kromium dari limbah elektroplating industri perak dengan metode pengolahan limbah elektrokoagulasi dan memanfaatkannya untuk warna dalam pengglasiran keramik.

METODE PENELITIAN

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah hidroksida logam kromium hasil elektrokoagulasi limbah cair elektroplating. Objek penelitian ini adalah aplikasi hidroksida logam kromium hasil

126 Aplikasi Hidroksida Logam... (Hema Laksita Hapsari)
elektrokoagulasi sebagai pewarna gelasir keramik.

Prosedur Penelitian

Tahap pertama, karakterisasi limbah cair elektroplating dilakukan sesuai dengan standar baku mutu limbah cair untuk industri pelapisan logam (elektroplating), yaitu Peraturan Gubernur Provinsi DIY Nomor 7 Tahun 2016. Limbah cair dihomogenkan dan selanjutnya dianalisis menggunakan AAS di Balai Laboratorium Kesehatan Yogyakarta.

Tahap kedua, sebanyak limbah cair elektroplating di elektrokoagulasi pada pH larutan 4 dengan waktu 1 jam, rapat arus $0,00875A/cm^2$ dan menggunakan elektroda Al (katoda) – Fe (anoda). Endapan hasil elektrokoagulasi dioven pada suhu $110\text{ }^\circ\text{C}$ selama ± 3 jam. Karakterisasi endapan hasil elektrokoagulasi yang telah dioven secara langsung dianalisis menggunakan XRF.

Tahap ketiga, endapan hasil elektrokoagulasi digunakan untuk bahan gelasir keramik pada variasi suhu pembakaran. Bahan formula gelasir (TSG) sebanyak 21,74 gram, oksida zirkonium 3,26 gram dan 2 gram hidroksida logam kromium diberi air sedikit demi sedikit sambil dihaluskan hingga terbentuk bubuk. Bahan yang sudah halus kemudian disaring. Biskuit diambil dan diberi kode kemudian dicelupkan ke dalam formula gelasir. Biskuit yang telah dicelupkan ke formula gelasir kemudian dibakar sesuai kode yang telah ditentukan dengan suhu 999, 1060 dan $1101\text{ }^\circ\text{C}$ selama 5 jam. Warna gelasir keramik yang dihasilkan dianalisis menggunakan Chromameter Minolta CR-400. Pada tahap variasi massa hidroksida logam kromium, massa hidroksida

logam yang digunakan yaitu 1, 3 dan 4 gram yang dibakar pada suhu $1101\text{ }^\circ\text{C}$.

Teknik Analisis Data

Hasil analisis warna dengan Chromameter Minolta CR-400 akan menghasilkan data L^* , a^* , dan b^* . Perbedaan warna antara kedua keramik ditentukan oleh nilai ΔE^* . Nilai ΔE^* dihitung dengan rumus :

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Ketereangan:

L^* = *lightness* (kecerahan) antara 0 sampai 100 adalah warna putih

a^* = warna merah antara 0 sampai 60 dan warna hijau antara 0 sampai -60

b^* = warna kuning antara 0 sampai 60 dan warna biru antara 0 sampai -60

$$\Delta L^* = L_2^* - L_1^*$$

$$\Delta a^* = a_2^* - a_1^*$$

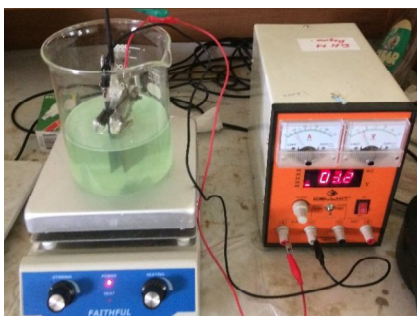
$$\Delta b^* = b_2^* - b_1^*$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Karakterisasi Limbah Cair Elektroplating

Menurut Peraturan Gubernur Provinsi DIY No: 7 Tahun 2016 bahwa standar baku mutu limbah cair untuk industri pelapisan logam (elektroplating) khususnya logam kromium kandungan maksimumnya yaitu sebesar 0,5 ppm. Kandungan untuk sampel limbah yang dianalisis adalah 0,5480 ppm sehingga limbah tersebut melebihi batas maksimum yang telah ditentukan oleh pemerintah. Oleh karena itu perlu adanya pengolahan limbah dari kandungan logam-logam berat yang melebihi batas maksimum khususnya logam kromium agar tidak membahayakan lingkungan sekitar

Elektrokoagulasi

Rangkaian alat elektrokoagulasi (Gambar 1) terdiri dari *magnetic stirrer*, *magnetic bar*, *power supply*, kabel capit buaya, statif dan gelas beker 1000 mL. Elektroda yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium sebagai katoda besi sebagai anoda. Proses elektrokoagulasi dilakukan selama 60 menit. Endapan yang sudah terbentuk dari proses elektrokoagulasi kemudian disaring dan dioven ± 3 jam pada suhu 110 °C. Tujuan dari pengovenan endapan yaitu untuk menghilangkan air agar didapatkan berat kering. Berat kering yang didapat mempunyai berat sekitar 0,5415 gram. Endapan yang kering kemudian dilakukan uji XRF. Hasil uji XRF menunjukkan kadar kromium dalam endapan kering kurang dari 0,01%.

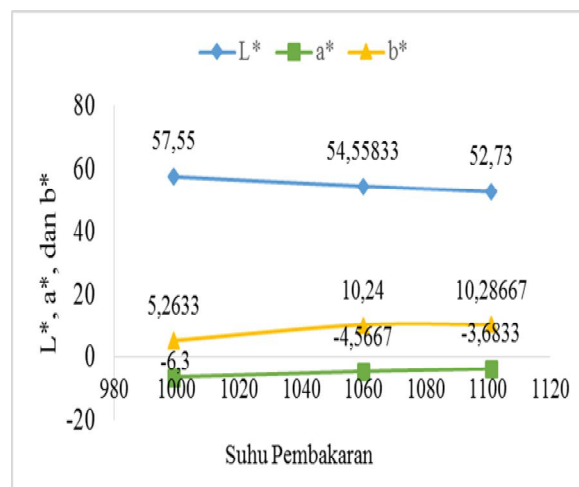


Gambar 1. Rangkaian Alat Proses Elektrokoagulasi

Penerapan Hidroksi Logam Kromium sebagai Pewarna Glasir Pada Variasi Suhu Pembakaran

Pada penelitian ini dilakukan secara triplo dan selanjutnya dilakukan analisis warna. Untuk analisis warna hanya diambil 2 sampel atau duplo dengan alat Chromameter Konica Minolta CR-400 diperoleh data L^* , a^* , dan b^* . L^* adalah lightness atau kecerahan sampel, sedangkan a^* dan b^* merupakan koordinat *chromacity* yang

menunjukkan arah warna. Nilai $+a^*$ adalah arah warna merah, $-a^*$ adalah hijau, $+b^*$ adalah kuning dan $-b^*$ adalah biru. Grafik hubungan antara nilai L^* , a^* , b^* pada gambar 2.

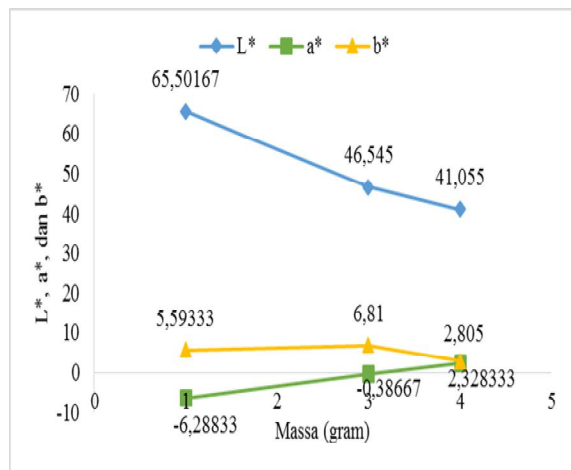


Gambar 2. Grafik Hubungan L^* , a^* dan b^* dengan Suhu Pembakaran

Nilai L^* gelasir berkisar antara 52,18 sampai dengan 57,83 nilai ini berada ditengah-tengah antara terang dan gelap sehingga mempunyai derajat terang (*lightness*) yang tidak tinggi namun juga tidak rendah. Ditilik dari nilai a^* yang dihasilkan nilai a^* mempunyai nilai yang negatif yaitu diantara -6,55 sampai -3,46 hal ini menunjukkan bahwa gelasir mempunyai spektrum berwarna hijau. Secara visual gelasir yang dihasilkan berwarna hijau. Hubungan antara a^* dan suhu pembakaran adalah semakin tinggi suhu pembakaran maka gelasir yang dihasilkan mempunyai nilai a^* semakin tinggi atau dapat dikatakan berbanding lurus. Jika dilihat dari nilai b^* yang positif, gelasir ini mempunyai spektrum warna kuning namun secara visual tidak tampak. Semakin tinggi suhu pembakaran maka nilai b^* yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai b^* berkisar antara 5,18 sampai 10,87.

Penerapan Hidroksi Logam Kromium sebagai Pewarna Glasir Pada Variasi Massa Hidroksida

Penerapan hidroksida logam kromium sebagai pewarna glasir dilakukan dengan mengkombinasikan variasi massa hidroksida logam kromium yang digunakan yaitu 1, 3 dan 4 gram. Grafik hubungan antara massa hidroksida logam kromium terhadap nilai L^* , a^* dan b^* dari hasil analisis warna dengan Chromameter Minolta CR-400 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Hubungan L^* , a^* dan b^* dengan Massa yang Digunakan

Pengglasiran dengan variasi massa menghasilkan nilai L^* yang semakin turun dan secara visual tampak jelas bahwa semakin banyak endapan yang digunakan keramik yang dihasilkan semakin gelap. Nilai L^* pada massa 1 gram jika dirata-rata didapatkan hasil 65,50167. Nilai L^* yang tinggi ini disebabkan karena bahan pewarna yang digunakan relatif kecil sehingga warna yang dihasilkan berwarna muda. Besarnya nilai L^* pada massa 3 dan 4 gram diangka 38,11 sampai 49,09 yang artinya mendekati gelap. Dilihat dari nilai a , semakin besar massa endapan yang digunakan maka nilai a^* semakin tinggi. Pada massa 1 dan 3 gram nilai a^* bernilai negatif sehingga menghasilkan spektrum warna hijau

namun pada 4 gram nilai a^* berwarna positif yang artinya mempunyai spektrum warna merah. Nilai b^* pada penelitian ini menghasilkan nilai yang positif, hal ini menunjukkan bahwa glasir yang dihasilkan mempunyai spektrum warna kuning dan warna kuning optimum pada massa 3 gram.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Pengaruh suhu pembakaran terhadap warna gelasir keramik adalah semakin tinggi suhu yang digunakan warna yang dihasilkan semakin gelap dan warna hijau yang dihasilkan semakin tua.
2. Pengaruh massa hidroksida logam kromium hasil elektrokoagulasi terhadap warna gelasir keramik adalah semakin banyak massa hidroksida logam kromium yang digunakan warna yang dihasilkan semakin gelap dan warna hijau yang dihasilkan semakin tua

SARAN

1. Perlu dilakukan pengembangan metode ini dengan skala yang lebih besar lagi.
2. Perlu dilakukan aplikasi untuk tanah liat selain tanah liat dari Sukabumi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada:

1. Ibu Regina Tutik Padmaningrum, M.Si selaku ketua tim penelitian.
2. FMIPA UNY yang telah mendanai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Purwanto dan Syamsul Huda. (2005). *Teknologi Industri Elektroplating*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [2] Marwati, S. Padmaningrum, R.T. & Marfuatun. (2008). Karakterisasi Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Industri Elektroplating. *Prosiding Seminar*

- Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA*. Yogyakarta: FMIPA UNY.
- [3] Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [4] Siringo-Ringo, E., Kusrijadi, A., & Sunarya, Y. (2013). Penggunaan Metode Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Aluminium sebagai Sacrificial Electrode. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*, 4, 96-107.
- [5] Marwati, S., Padmaningrum, R.T., & Marfuatun. 2009. Pemanfaatan Ion Logam Berat Tembaga(II), kromium(III), Timbal(II), dan Seng(II) dalam Limbah Cair Industri Elektroplating untuk Pelapisan Logam Besi. *Jurnal Penelitian Sainstek*, 14, 17-40
- [6] Kamus Besar Bahasa Indonesia. [Online]. Diakses pada 28 Oktober 2017 dari <https://kbbi.web.id/gelasir>.
- [7] Astuti, Ambar. (1997). *Pengetahuan Keramik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [8] Yustana, Prima. 2010. Studi Eksperimen Lima Macam Warna Gelasir Pada Lima Karakter Tanah Liat. *Jurnal Penelitian Seni Budaya*, 2, 173-186.
- [9] Darmono. (2009). Tinjauan Kualitas Genteng Bergelasir Produk Unit Uji di Universitas Negeri Yogyakarta Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium Bahan Bangunan. *Jurnal Inotek*, 13, 135-149