

Pengaruh CoO dan TiO₂ terhadap Warna Glasir Porselen ZnO

Vega Norma Rafika Putri ^{a*}, Nurul Latifah ^a, Yayuk Astuti ^a

^a Physical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275

* Corresponding author: veganormarafika@gmail.com

Article Info	Abstract
<p>Keywords: glaze, metal oxide, ZnO, CoO, TiO₂</p>	<p>A study of the effect of cobalt and titanium oxide addition on ZnO porcelain glaze to determine the effect of type and concentration of metal oxide on porcelain ceramic glazes with the principle of atomic substitution on the side of the crystal to produce color was conducted. The method used in this experiment was the combustion and spray. The samples tested were cobalt oxide glaze and titanium dioxide. Based on the experiment, it was known that different metal oxide produced different color glaze. The greater the metal oxide concentration added, the darker the color of the obtained glaze</p>
<p>Kata kunci: glasir, oksida logam, ZnO, CoO, TiO₂</p>	<p>Abstrak</p> <p>Telah dilakukan kajian pengaruh penambahan kobalt dan titanium oksida terhadap warna glasir porselen ZnO yang bertujuan untuk menentukan pengaruh jenis dan konsentrasi oksida logam terhadap warna glasir keramik porselen dengan prinsip pergantian atom pada sisi kristal sehingga menghasilkan warna. Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah pembakaran dan spray. Sampel yang diuji adalah glasir kobalt oksida dan titanium dioksida. Berdasarkan percobaan diketahui bahwa oksida logam yang berbeda akan menghasilkan warna glasir yang berbeda pula. Semakin besar konsentrasi oksida logam yang ditambahkan maka warna glasir yang diperoleh juga semakin gelap atau jelas.</p>

1. Pendahuluan

Keramik merupakan suatu materi atau zat yang dibuat dari senyawa-senyawa non metal anorganik dengan cara pemanasan dan pendinginan. Materi keramik memiliki materi yang berbentuk kristalin atau setidaknya sebagian berbentuk kristalin. Porselen adalah bahan isolasi kelompok keramik yang sangat penting dan luas penggunaannya. Istilah bahan-bahan keramik digunakan untuk semua bahan anorganik yang dibakar pada pembakaran dengan suhu tinggi dan bahan asli berubah substansinya. Porselen terbuat dari tanah liat china (China *clay*) yang terdapat di alam dalam bentuk aluminium silikat, bahan tersebut dicampur kaolin, feldspar, dan kuarsa [1]

Proses pembuatan keramik porselen terdiri dari beberapa tahap, yaitu pemilihan bahan baku, pencampuran, pembentukan, pengeringan, pembakaran, dan pengglasiran [2]. Salah satu tahap yang mempengaruhi

produk akhir keramik porselen adalah pengglasiran. Pengglasiran merupakan tahap yang dilakukan sebelum dilakukan pembakaran glasir. Fungsi glasir pada porselen adalah untuk menambah keindahan, supaya lebih kedap air, dan menambahkan efek-efek tertentu sesuai keinginan [3].

Glasir merupakan material yang terdiri dari beberapa bahan tanah atau batuan silikat di mana bahan-bahan tersebut selama proses pembakaran akan melebur dan membentuk lapisan tipis seperti gelas yang melekat menjadi satu pada permukaan badan keramik [4]. Salah satu elemen penting dalam glasir porselen adalah unsur transisi [5]. Karakteristik penyerapan panjang gelombang oleh unsur-unsur terlarut dalam glasir atau partikel inert yang ditambahkan dalam glasir akan menghasilkan warna [6, 7]. Beberapa elemen, seperti Pb dan Zn, apabila berdiri sendiri tidak berkontribusi warna apapun, tetapi memiliki pengaruh yang cukup besar pada warna yang dihasilkan oleh ion lain. Hal ini dikarenakan

Pb dan Zn dapat menyebabkan terjadinya pergantian atom pada kristal atau terjadi cacat kristal yang terdapat dalam glasir sehingga dapat memberikan warna [8]. Beberapa oksida logam dalam glasir yang dapat menghasilkan warna antara lain CuO, CoO, MnO₂, dan TiO₂ [9]. Penambahan oksida logam tersebut kemudian disesuaikan dengan jumlah zat (konsentrasi) yang ditambahkan dan pemanasan yang dapat menghasilkan perbedaan warna dan struktur pada glasir [1, 10].

Proses pengglasiran dalam pembuatan porselen merupakan tahap yang penting. Oleh karena itu, studi ini akan membahas mengenai pengaruh dari penambahan agen pewarna yang berupa oksida logam pada glasir porselen agar didapatkan produk yang berkualitas tinggi.

2. Metode Penelitian

Bahan: Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah bahan glasir. Bahan glasir yang digunakan adalah feldspar jelek, kuarsa, kalsit, kaolin, titanium dioksida (TiO₂), zinc oksida (ZnO), dan kobalt oksida (CoO).

Alat: Alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah *mold* (cetakan gibs), *kiln* pembakaran (*furnace*), *sprayer*, *ball mill*, neraca digital, dan kompresor.

Preparasi Formula Glasir

Preparasi diawali dengan penimbangan komponen dasar formula glasir yang meliputi feldspar jelek sebanyak 39.4 gram; kuarsa 13.8 gram; kalsit 15.8 gram; kaolin 4.9 gram; titanium dioksida 3.8 gram; dan zinc oksida 21.3 gram. Kemudian komponen dasar formula glasir ditambahkan oksida logam dengan beberapa variasi konsentrasi, yaitu kobalt oksida masing-masing sebanyak 0.2 gram; 0.5 gram; dan 1 gram, serta titanium dioksida masing-masing sebanyak 3 gram; 6 gram; dan 9 gram. Setelah itu formula glasir ditambahkan 120 mL air dan digiling selama 5 menit dalam *ball mill*.

Pengaruh CoO dan TiO₂ terhadap Warna Glasir Porselen

Sampel porselen di *spray* dengan formula glasir (kobalt oksida dan titanium dioksida) secara merata dengan menggunakan alat *spray*. Sampel porselen kemudian dibakar dalam *kiln* selama satu hari pada suhu 1180°C. Keluarkan sampel porselen dari dalam *kiln* dan amati perubahan warna yang terjadi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh CoO dan TiO₂ terhadap Warna Glasir Porselen

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan oksida-oksida logam terhadap warna glasir porselen ZnO. Prinsip dari percobaan ini adalah pergantian atom pada sisi kristal sehingga menghasilkan warna. Metode yang digunakan dalam percobaan ini adalah metode *spray* dan pembakaran. Oksida logam yang digunakan adalah kobalt oksida (CoO) dan titanium dioksida (TiO₂).

Percobaan ini diawali dengan melakukan penimbangan formula glasir. Formula glasir yang digunakan adalah feldspar jelek, kaolin, kalsit, kuarsa,

titanium dioksida, zinc oksida, dan oksida logam. Komposisi dasar formula glasir yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula Dasar Glasir

No.	Bahan Baku	Massa (gram)
1.	Feldspar jelek	39.4
2.	Kuarsa/sand	13.8
3.	Kalsit	15.8
4.	Kaolin	4.9
5.	Titanium dioksida	3.8
6.	Zinc oksida	21.3

Pada percobaan ini dilakukan variasi oksida logam dan variasi konsentrasi oksida logam yang ditambahkan. Variasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh oksida logam beserta konsentrasinya terhadap warna glasir porselen. Berikut variasi konsentrasi oksida logam yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

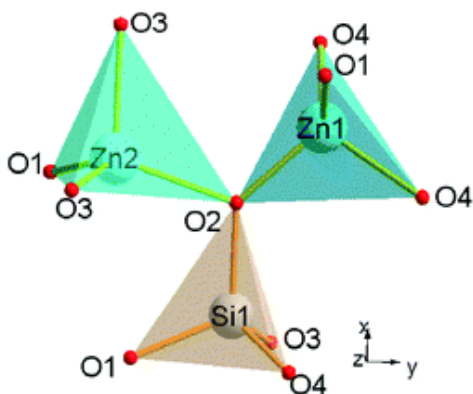
Tabel 2. Konsentrasi Oksida Logam

No.	Oksida Logam	I (gram)	II (gram)	III (gram)
1.	CoO	0.2	0.5	1
2.	TiO ₂	3	6	9

Masing-masing formula di atas digiling dalam *ball mill* dan disemprotkan (*spray*) pada sampel keramik porselen yang telah dibuat. Kemudian dibakar dalam *kiln* pada suhu 1180°C selama 24 jam.

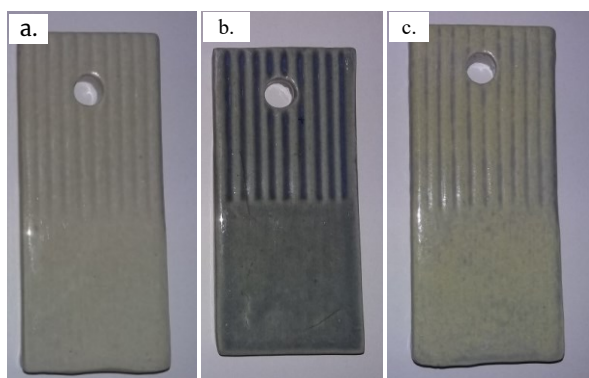
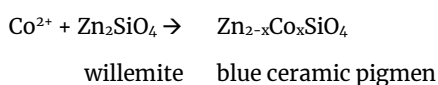
Oksida logam yang ditambahkan dalam formula di atas berfungsi sebagai bahan pewarna glasir. Ada empat faktor utama yang dapat mempengaruhi warna glasir ini, yaitu tanah liat, suasana *kiln*, suhu pembakaran, komposisi glasir, dan bahan pewarna.

Hasil yang diperoleh adalah glasir porselen yang ditambahkan dengan CoO berwarna biru dengan intensitas warna yang berbeda untuk setiap konsentrasi CoO yang ditambahkan. Warna biru yang dihasilkan pada glasir porselen dengan penambahan CoO disebabkan oleh adanya pergantian atom pada sisi kristal *willemite* (Zn₂SiO₄). Pada percobaan ini digunakan formula dasar glasir ZnO di mana pada formula glasir ZnO ini terdapat kristal *willemite* (Zn₂SiO₄) (Gambar 1). Ketika oksida logam CoO ditambahkan pada formula glasir ZnO, salah satu ion Zn²⁺ pada struktur kristal *willemite* akan digantikan oleh ion Co²⁺ [6]. Pergantian atom pada struktur kristal *willemite* ini merupakan salah satu cacat kristal jenis cacat titik (*point defect*), yaitu *impurity* (ketidakh murnian) di mana adanya atom “asing” yang menggantikan tempat yang seharusnya diisi oleh atom. Impuritas adalah atom asing yang hadir pada material. Pada pergantian atom ini terjadi transisi elektron pada panjang gelombang 460-700 nm di mana panjang gelombang tersebut merupakan daerah panjang gelombang munculnya warna biru [8].



Gambar 1 Struktur molekul willemite (Zn_2SiO_4)

Reaksi yang terjadi pada glasir porselen ZnO dengan penambahan CoO sebagai berikut [8]:

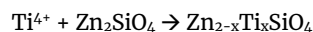


Gambar 2 Glasir porselen CoO: a. CoO 0.2 gram; b. CoO 0.5 gram; c. CoO 1 gram

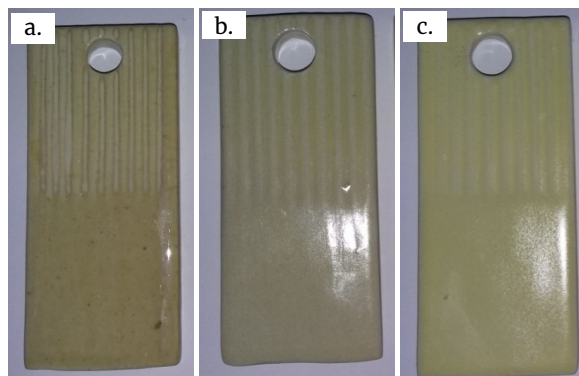
Gambar 2 menunjukkan bahwa pada penambahan CoO 0.2 gram intensitas warna biru yang dihasilkan sangat kecil, warna biru yang dihasilkan hampir tidak tampak (Gambar 2 a), pada penambahan CoO 0.5 gram warna biru pada glasir mulai terlihat tapi masih kurang jelas (Gambar 2 b), sedangkan pada penambahan CoO 1 gram intensitas warna biru yang dihasilkan relatif tinggi, warna biru terlihat lebih jelas dibandingkan dengan yang lain (Gambar 2 c). Jadi, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi kobalt yang ditambahkan, maka warna glasir porselen yang diperoleh semakin tua atau jelas.

Glasir porselen yang ditambahkan TiO_2 memberikan warna kuning dengan intensitas yang berbeda untuk setiap konsentrasi TiO_2 yang ditambahkan. Warna kuning yang dihasilkan pada glasir porselen ZnO dengan penambahan TiO_2 juga disebabkan oleh adanya pergantian atom pada sisi kristal willemite (Zn_2SiO_4). Pada percobaan ini digunakan formula dasar glasir ZnO di mana pada glasir ZnO ini terdapat kristal willemite (Zn_2SiO_4). Ketika oksida logam TiO_2 ditambahkan pada formula glasir ZnO, salah satu ion Zn^{2+} pada struktur kristal willemite akan digantikan oleh ion Ti^{4+} [11]. Pergantian atom pada struktur kristal willemite ini

menyebabkan glasir ZnO yang ditambahkan TiO_2 menjadi berwarna kuning [1]. Pada pergantian atom ini terjadi transisi elektron pada panjang gelombang 420-500 nm di mana panjang gelombang tersebut merupakan daerah panjang gelombang munculnya warna kuning [12]. Reaksi yang terjadi pada glasir porselen ZnO dengan penambahan TiO_2 sebagai berikut [1]:



willemite yellow ceramic pigmen



Gambar 3. Glasir Porselen TiO_2 : a. TiO_2 3 gram; b. TiO_2 6 gram; c. TiO_2 9 gram

Gambar 3 menunjukkan bahwa pada penambahan TiO_2 3 gram menghasilkan warna kuning kecoklatan (Gambar 3 a), hal ini mungkin disebabkan oleh adanya pengotor sehingga terdapat warna coklat, pada penambahan TiO_2 6 gram warna kuning pada glasir terlihat jelas, tapi tipis (Gambar 3 b). Hal ini mungkin disebabkan ketika pengglasiran glasir yang disemprotkan kurang rata, sedangkan pada penambahan TiO_2 9 gram intensitas warna kuning yang dihasilkan relatif tinggi, warna kuning terlihat lebih jelas dibandingkan dengan yang lain (Gambar 3 c). Jadi, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi titanium yang ditambahkan, maka warna glasir porselen yang diperoleh semakin tua atau jelas.

Oksida logam CoO dan TiO_2 memberikan warna yang berbeda terhadap warna glasir porselen ZnO sehingga dapat disimpulkan bahwa oksida logam yang berbeda akan menghasilkan warna glasir porselen yang berbeda pula. Selain itu konsentrasi oksida logam yang berbeda juga menghasilkan warna yang berbeda di mana semakin besar konsentrasi oksida logam yang digunakan maka semakin tua atau jelas warna glasir yang dihasilkan.

4. Kesimpulan

Oksida logam yang berbeda akan menghasilkan warna glasir yang berbeda pula dan semakin besar konsentrasi logam oksida yang ditambahkan maka warna glasir yang diperoleh juga semakin tua atau jelas.

5. Daftar Pustaka

[1] Bekir Karasu, Servet Turan, Effects of cobalt, copper, manganese and titanium oxide additions on the microstructures of zinc containing soft porcelain glazes, *Journal of the European Ceramic Society*, 22,

- 9, (2002) 1447-1455 [https://doi.org/10.1016/S0955-2219\(01\)00456-3](https://doi.org/10.1016/S0955-2219(01)00456-3)
- [2] European Commission, Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry, August 2007, 2007.
- [3] R. Casasola, J. Ma Rincón, M. Romero, Glass-ceramic glazes for ceramic tiles: a review, *Journal of Materials Science*, 47, 2, (2012) 553-582 <http://dx.doi.org/10.1007/s10853-011-5981-y>
- [4] Kavanová Mária, Kloužková Alexandra, Kloužek Jaroslav, Characterization of The Interaction Between Glazes and Ceramic Bodies, *Ceramics-Silikáty*, 61, 3, (2017) 267-275 <http://dx.doi.org/10.13168/cs.2017.0025>
- [5] T. S. Sneesh, Effect of some transition metal oxide additives on the fired properties of tri- axial ceramics, Department of Ceramic Engineering, National Institute of Technology, Rourkela
- [6] Emel Ozel, Hilmi Yurdakul, Servet Turan, Matteo Ardit, Giuseppe Cruciani, Michele Dondi, Co-doped willemite ceramic pigments: Technological behaviour, crystal structure and optical properties, *Journal of the European Ceramic Society*, 30, 16, (2010) 3319-3329 <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2010.08.013>
- [7] Hilmi Yurdakul, Servet Turan, Emel Ozel, The mechanism for the colour change of iron chromium black pigments in glazes through transmission electron microscopy techniques, *Dyes and Pigments*, 91, 2, (2011) 126-133 <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2011.03.014>
- [8] G. T. Chandrappa, S. Ghosh, K. C. Patil, Synthesis and Properties of Willemite, Zn_2SiO_4 , and $M_{2+}:Zn_2SiO_4$ (M = Co and Ni), *Journal of Materials Synthesis and Processing*, 7, 5, (1999) 273-279 <http://dx.doi.org/10.1023/A:1021816803246>
- [9] Araceli E. Lavat, Griselda X. Gayo, In situ formation of coloured M(II)-doped Zn_2SiO_4 -willemite in ceramic glazes (M=Mn, Co, Ni, Cu), *Ceramics International*, 40, 8, Part A, (2014) 11947-11955 <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.04.031>
- [10] F. P. Hall, The Influence of Chemical Composition on The Physical Properties Of Glazes*, *Journal of the American Ceramic Society*, 13, 3, (1930) 182-199 <http://dx.doi.org/10.1111/j.1151-2916.1930.tb16561.x>
- [11] P. Tabrizian, B. Eftekhari Yekta, M. Kord, Crystallization Behaviour of Willemite Crystalline Glazes in Presence of NiO, TiO₂ and Fe₂O₃, *Transactions of the Indian Ceramic Society*, 73, 1, (2014) 43-47 <http://dx.doi.org/10.1080/0371750X.2013.868324>
- [12] Ralph J. Fessenden, Joan S. Fessenden, Kimia Organik A.H. Pudjaatmaka, Erlangga, Jakarta, 1994.