PENGARUH KONSENTRASI METIL BIRU DAN WAKTU KONTAK TERHADAP UJI KETAHANAN NODA PADA GLASIR KERAMIK SANITER

*The Effect Of Blue Methyl Concentration And Contact Time Toward
Stain Resistance Tests On Sanytaryware Glaze*

***Hendra Kustiawan dan *Muhammad Syaifun Nizar**

*kontributor utama

Balai Besar Keramik

Jl. Jend. Ahmad Yani 392 Bandung 40272,

Telp. (022) 7206221/Fax : (022) 7205322

Naskah masuk: 07 Oktober 2019, Revisi: 04 Nopember 2019, Diterima: 20 Nopember 2019

ABSTRAK

glasir keramik saniter pada aplikasinya terekspos dengan berbagai macam cairan zat kimia yang dapat meninggalkan noda. Salah satu contohnya adalah glasir pada keramik saniter dimana menurut persyaratan SNI 797:2018 harus lolos uji ketahanan noda agar memenuhi standard. Pada prosedur uji ketahanan noda SNI 797:2018 7.1.2 salah satu zat kimia yang digunakan adalah metil biru dengan konsentrasi 0.5% dan waktu kontak 1 jam. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama waktu perendaman terhadap hasil uji ketahanan noda. Uji ketahanan noda dilakukan dengan variasi konsentrasi metil biru 0,1%-5% dan waktu kontak 1-24 jam sebanyak 540 sampel dimana 461 sampel lolos uji noda atau zat warna tidak meninggalkan noda setelah diuji 85.37% , sedangkan 79 tidak lolos uji noda atau ada noda yang melekat 14.63% yang kemudian dilakukan pengolahan data secara statistik. Pada perhitungan statistik rentang konsentrasi zat warna 0,1%-1,5% dan waktu kontak 1-24 jam yang dihitung sebanyak 400 sampel. Variabel konsentrasi dan waktu secara statistik mempengaruhi secara positif dan signifikan terhadap hasil pengujian noda dengan koefisien regresi 0,12% untuk konsentrasi zat warna dan 0,92% untuk waktu kontak. Dari nilai koefisien tersebut dapat dinilai bahwa waktu pengaruhnya lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi zat warna terhadap hasil uji noda.

Kata Kunci: Ketahanan noda, metil biru, saniter, waktu kontak

The applications of sanitaryware glazed ceramics were exposed to a chemical substance that can leave a stain. One of the example are sanitaryware glaze which according to SNI 797:2018 must pass stain test to comply with the standard. On the SNI 797:2018 stain test procedure, one of the chemicals used are blue methyl with 0,5% concentration and 1 hour contact time. The purpose of this research is to investigate the effect of concentration and contact time duration on the stain resistance result test. Stain resistance test was carried out with methyl blue concentration 0,1-0,5% and contact time 1-24 hour on 540 samples and calculated with statistic which 461 (85.37%) samples pass stain test or unstained, and 79 (14.63%) samples failed stain test or stained. In the statistical calculation the concentration range of the dye is 0.1% -1.5% and the contact time of 1-24 hours is calculated as many as 400 samples. Concentration and contact time have a positive effect and significant on stain resistance test with a regression coefficient of 0,12% for stain color concentration and 0.92% for contact time. Based on the coefficient result, the effect of contact time is greater than the stain color concentration on the stain resistance test.

Keywords: stain resistance , blue methyl, sanitaryware, contact time

I. PENDAHULUAN

Sanitasi merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia, produk sanitasi dalam kehidupan sehari-hari sangatlah banyak diantaranya meja cuci keramik (wastafel), peturasan pria (urinoir), bidet, dan kloset duduk dan semua produk tersebut terbuat dari keramik berglasir[1].

Bodi keramik pada umumnya memiliki pori-pori yang ukurannya kecil maupun besar, dengan adanya pori pada bodi keramik membuat keramik dapat menyerap air[2] menurut standar SNI ISO 13006:2010 klasifikasi ubin

berdasarkan penyerapan air sebagai berikut: kategori B Ia penyerapan air $E \leq 0,5\%$; B Ib $0,5\% \leq E \leq 3\%$; B IIa $3\% \leq E \leq 6\%$; B IIb $6\% \leq E \leq 10\%$; dan B III $E \geq 10\%$ [3] sedangkan mengacu pada standar Australia, Group I $E \leq 0,5\%$; porselen baik yang berglasir maupun tanpa glasir mempunyai karakteristik penyerapan air $\leq 0,5\%$, *vitrified* dan *semi-vitrified* baik berglasir maupun tidak berglasir mempunyai penyerapan air 0,5%-3% sedangkan *semi-vitrified* penyerapan air 3%-6%, *glazed porous body* yang diglasir penyerapan airnya 10%-20%, *glazed vitrified*, porselen

vitrified dan *semi-vitrified* memiliki sifat teknis yang mirip ketika diglasir[4]. Untuk aplikasi tertentu seperti keramik pada *tableware*, ubin, dan *sanitaryware* diperlukan keramik yang memiliki penyerapan air yang sangat kecil atau tidak dapat menyerap air, maka dari itu pada bodi keramik berpori dilapisi dengan glasir dengan tujuan agar keramik tersebut tidak menyerap air[5].

Karena penggunaan keramik berglasir pada aplikasi *sanitaryware* contohnya pada kloset duduk selalu terekspos dengan berbagai macam cairan zat kimia maka pelapisan glasir bertujuan untuk menahan penyerapan air dan menahan agar noda tidak menempel[6]. Salah satu persyaratan *sanitaryware* yang memenuhi standar adalah yang tahan terhadap noda, akan tetapi tidak semua glasir memiliki ketahanan noda yang sama.

Berbagai macam faktor mempengaruhi ketahanan glasir terhadap noda, untuk faktor internal misalnya jenis glasir yang dipakai, temperatur pembakaran, permukaan bodi keramik yang akan dilapisi, teknik aplikasi glasir[7], [8]. Sedangkan faktor eksternal yang mempengaruhi adalah jenis zat kimia yang kontak, konsentrasi zat kimia, waktu kontak, temperatur zat kimia.

Berdasarkan SNI 03 0797:2006[9] yang sudah direvisi menjadi SNI 797:2018[10] kloset duduk yang memenuhi standar adalah yang telah lulus melalui 12 parameter pengujian baik non destruktif yaitu uji visual, dimensi, kedataran permukaan, kelancaran saluran lubang buang, pembilasan, ketidkebocoran dan pembebanan, dan uji destruktif yaitu penyerapan air, ketahanan kejut suhu, ketahanan retak, ketahanan komo, ketahanan noda. Salah satu kriterianya lolos uji ketahanan noda. Menurut prosedur uji SNI 797:2018 7.1.2 sampel keramik berglasir diuji dengan zat kimia metil biru 0,5% dengan waktu kontak selama 1 jam, apabila tidak ada noda tertinggal pada sampel maka sampel tersebut lolos uji ketahanan noda.

Pada pemakaian kondisi nyata aplikasi saniter dikenai kontak zat cair 24x7 jam contohnya pada kloset duduk, metil biru digunakan untuk uji noda karena memiliki warna kontras visual yang jelas dan dapat dibedakan pada permukaan benda uji namun waktu kontak dan konsentrasi metil biru yang saat ini dilakukan, berbeda jauh dari uji yang dilakukan pada penelitian uji noda oleh Piispanen, M. (2011) yang melakukan pengujian noda pada glasir dengan waktu perendaman hingga 7

hari pada cairan alkali[11]. Permasalahan dari uji ketahanan noda berdasarkan SNI 797:2018 adalah perlu adanya kajian mengenai jenis-jenis parameter pengujian, pengaruh tingkat konsentrasi zat warna terhadap tingkat kelulusan dan kualitas dari kloset duduk dan juga perlu ada kajian untuk revisi SNI 797:2018 yang sudah terbit.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi zat warna dan waktu kontak terhadap ketahanan noda. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi pertimbangan masukan informasi tambahan untuk perbaikan standard SNI yang diterapkan sehingga metode pengujian lebih baik dan juga untuk mengetahui pengaruh statistik variabel waktu kontak dan konsentrasi zat warna pada uji ketahanan noda. Penelitian ini tidak meneliti tentang konsentrasi optimum dan waktu optimum zat noda sebagai zat uji noda, akan tetapi menyelidiki pengaruh secara statistik variabel konsentrasi dan waktu kontak zat noda.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Observasi dilakukan pada sampel keramik berglasir diambil dari kloset duduk dengan ukuran sekitar 10 cm x

10 cm sebanyak 540 sampel yang kemudian ditetesi dengan zat warna dengan diameter kurang dari 10mm seperti pada gambar 1.

Gambar 1. Foto sampel yang diambil dari potongan kloset duduk.

Zat warna yang dipakai merupakan larutan yang terdiri dari metil biru 0,5 %, natrium hipoklorit 10%, hidrogen peroksida 3%, amil asetat , karbon tetraklorida, dan 13 gram iodium dalam 1 liter alkohol.

Gambar 2. Foto sampel yang sudah ditetesi zat warna

Konsentrasi larutan metil biru divariasikan mulai dari 0.1%; 0,3%; 0,5%; 0,7%; 0,9%; 1,1%; 1,3%; 1,5%, 2%; 3%; 4% sampai dengan 5%. Waktu kontak sampel dengan metil biru divariasikan mulai dari 1, 3, 5, 16, 20 hingga 24 jam seperti pada gambar 2 lalu setelah itu dibersihkan. Data hasil

pengujian dilihat dari ada atau tidaknya noda yang tertinggal setelah diuji dengan metil biru, untuk mengetahui pengaruh konsentrasi metil biru maka percobaan dibuat dengan variasi konsentrasi larutan metil biru dengan waktu kontak yang sama, sedangkan untuk mengetahui pengaruh waktu kontak percobaan dilakukan dengan cara menggunakan konsentrasi larutan metil biru yang sama tapi dengan waktu kontak yang bervariasi. Data hasil dari pengujian tersebut kemudian diolah dengan statistik uji regresi logistik untuk melihat apakah pengaruh konsentrasi dan waktu kontak signifikan terhadap hasil uji penodaan .

Regresi Logistik (*Logit*) merupakan analisis statistika yang menjelaskan hubungan antara (*dependent variable*) yang bersifat kualitatif memiliki dua kategori atau lebih dengan satu atau lebih (*independent variable*) berskala kategori atau interval[12]. Perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan statistik adalah spss versi 23 dan minitab versi 17.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian noda menunjukkan bahwa ada beberapa sampel yang tidak ada bekas noda setelah ditetesi

zat warna, namun ada juga beberapa sampel yang memiliki bekas noda setelah dibersihkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Adsorpsi zat warna metilen biru terhadap *clay* sangat bergantung terhadap konsentrasi dan pH[13]. Pada permukaan glasir yang sudah berubah struktur fisik dibandingkan dengan clay terjadi penurunan kemampuan adsorpsi zat warna.

Distribusi kehalusan permukaan glasir pada permukaan bodi keramik tidak merata, ada 3 fasa yang mungkin hadir di permukaan glasir yaitu : (1) a *homogeneous glassy phase* merupakan fasa dimana glasir berstruktur amorf yang homogen di seluruh bagian; (2) a *liquid-liquid phase separated state* merupakan bagian dari glasir yang berstruktur amorf akan tetapi terjadi restrukturisasi sehingga densitas dan indeks bias berubah; dan (3) a *crystallized phase structure* adalah bagian dari fasa glasir yang mempunyai struktur teratur seperti kristal[14][15][16].

Dari pengujian 540 sampel dengan penodaan variasi konsentrasi zat warna dan waktu kontak hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 3. Foto sampel hasil uji noda, 2 diatas (tidak ada bekas noda) , 2 dibawah (ada bekas noda)

Gambar 4. Grafik jumlah frekuensi hasil uji noda sampel tanpa noda dan sampel ada noda

Pada gambar 4 Sebanyak 461 sampel lolos uji noda atau zat warna tidak meninggalkan noda setelah diuji 85.37% , sedangkan 79 tidak lolos uji noda atau ada noda yang melekat 14.63% .

Pada gambar 5 jumlah sampel yang ada noda pada waktu kontak yang lebih lama mengalami trend peningkatan di rentang waktu 1-24 jam.

Gambar 5. Grafik jumlah frekuensi hasil uji noda sampel tanpa noda dan sampel ada noda terhadap waktu kontak.

Gambar 6. Grafik jumlah frekuensi hasil uji noda sampel tanpa noda dan sampel ada noda terhadap konsentrasi zat warna.

Pada gambar 6 jumlah sampel yang ada noda pada rentang konsentrasi zat warna 0.1-1.5% menunjukkan trend kenaikan. Data konsentrasi rentang 2-5% selanjutnya tidak digunakan pada perhitungan statistik dikarenakan jumlah sampel yang kurang dan terdapat interval pengukuran waktu yang kosong.

Dari hasil gambar 4, 5, dan 6, belum bisa menunjukkan pengaruh variabel secara signifikan pada

statistik, maka dari itu dilakukan pengolahan data regresi logistik dengan hasil sebagai berikut untuk pengujian dengan rentang konsentrasi 0,1-1,5% dan waktu kontak 1-24 jam sebanyak 400 sampel menggunakan software spss versi 23 dan minitab versi 17.

. Tabel Ringkasan Model

-2 Log			
Tabel			
Cox & Snell Nagelkerke			
Tahap	1 likelihood	R ²	R ²
1	282,268 ^a	0,082	0,151

a. Estimasi dihentikan pada iterasi number 6 karena parameter estimasi berubah < 0,001

Dalam model regresi linier, koefisien determinasi, R², merangkum proporsi varians dalam variabel dependen yang terkait dengan variabel prediktor (independen), dengan nilai R² yang lebih besar menunjukkan bahwa lebih banyak variasi dijelaskan oleh model, dengan nilai maksimal adalah 1[17]. Nilai R² pada tabel 1. sebesar 0,151 menunjukkan bahwa model ini hanya 15,1% menunjukkan kemampuan variabel independen (konsentrasi dan waktu) dalam menjelaskan variabel dependen (hasil uji noda) masih ada (100%- Nagelkerke R² = 100%-15,1%) = 84,9% variabel lain terutama faktor eksternal yang mempengaruhi dari hasil uji ketahanan noda.

Tabel 2. Tabel Uji Hosmer and Lemeshow

Step	Chi-square	df	Sig.
1	17.901	8	.022

Keterangan :

Chi-Square - adalah salah satu jenis uji komparatif non parametris yang dilakukan pada dua variabel, di mana skala data kedua variabel adalah nominal.

df - Ini adalah derajat kebebasan untuk tes chi-square Wald. Hanya ada satu derajat kebebasan karena hanya ada satu prediktor dalam model, yaitu konstan.

Skor dan Sig. - Ini adalah tes Skor yang digunakan untuk memprediksi apakah variabel independen akan signifikan dalam model.

Pada tabel 2 untuk *Goodness of fit test* (GoF), Pada umumnya dalam penelitian nilai taraf signifikansi yang digunakan adalah 1%, 5% atau 10%. Jika semakin kecil nilainya, maka semakin besar tingkat kepercayaan, menunjukkan nilai signifikansi 0,022 < 0,05 dapat dikatakan model ini fit dan layak digunakan. Sedangkan untuk tabel 3. menunjukkan bahwa ketepatan model penelitian ini sebesar 86,5%.

Tabel 4 menjelaskan nilai signifikansi (Sig.) variabel Konsentrasi 0,001 < a = 0,05 dan juga nilai signifikansi waktu sebesar 0 < a = 0,05 yang artinya variabel tersebut signifikan memberikan pengaruh terhadap hasil pengujian noda. Odds Ratio (OR) atau Exp(B) konsentrasi zat warna mempengaruhi 1,012 kali lebih besar terhadap hasil uji noda, dan waktu kontak mempengaruhi 1,097 kali lebih besar terhadap hasil uji noda.

Tabel 3. Tabel Klasifikasi^a

	Diamati		Diprediksi		
			noda		Persentase benar
			tidak ada noda	ada noda	
Tahap 1	noda	tidak ada noda	346	0	100
		ada noda	54	0	0
	Persentasi Total		100%-(54/346)		86,5

a. Nilai potong 0,500

Tabel 4. Tabel Variabel Pada Persamaan Regresi Logistik

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. for EXP(B)	
							Lower	Upper
Tahap 1 ^a Konsentrasi	.012	.004	11.895	1	.001	1.012	1.005	1.019
Waktu	.092	.022	18.089	1	.000	1.097	1.051	1.144
Constant	-4.382	.551	63.321	1	.000	.013		

Keterangan :

B - Ini adalah koefisien untuk konstanta (juga disebut "intersep") dalam model nol.

S.E. - Ini adalah kesalahan standar di sekitar koefisien untuk konstanta.

Wald dan Sig. - Ini adalah uji chi-square Wald yang menguji hipotesis nol bahwa konstanta sama dengan 0

df - Ini adalah derajat kebebasan untuk tes chi-square Wald. Hanya ada satu derajat kebebasan karena hanya ada satu prediktor dalam model, yaitu konstan.

Exp (B) - Ini adalah eksponensial dari koefisien B, yang merupakan rasio odds. Nilai ini diberikan secara default karena rasio odds dapat lebih mudah diinterpretasikan daripada koefisien.

Skor dan Sig. - Ini adalah tes Skor yang digunakan untuk memprediksi apakah variabel independen akan signifikan dalam model.

Dari tabel 4. didapat persamaan dari model hasil perhitungan regresi logistik[18] yaitu persamaan:

$$Y = \frac{e^{-(4,382 + 0,012(K) + 0,092(W))}}{1 + e^{-(4,382 + 0,012(K) + 0,092(W))}} \quad (1)$$

Y adalah Hasil Uji

K adalah Konsentrasi zat warna (%)

W adalah Waktu kontak (jam)

Pada model (1) apabila hasil $Y > 0,05$ maka hasil uji noda dinyatakan gagal atau ada noda tertinggal. Pada hasil perhitungan model (1) dihasilkan pada nilai konsentrasi zat warna mulai dari 0,1% sudah menghasilkan hasil uji noda gagal akan tetapi pengaruh statistiknya kecil, sedangkan waktu kontak menunjukan baru pada jam ke 16 menunjukan hasil uji noda gagal. Model ini mempunyai kelemahan yaitu

hubungan yang didapat belum mempertimbangkan pengaruh variabel lainnya sehingga perlu dilakukan analisis beberapa variabel agar lebih akurat. Variabel lain yang mempengaruhi hasil uji adalah jenis zat kimia, temperatur zat kimia[19].

Ketahanan noda mempunyai hubungan linear dengan kekasaran permukaan bahan. Bahan yang kasar cenderung lebih mudah menyerap noda dibandingkan dengan bahan yang permukaannya lebih halus[20]. Hal ini menjelaskan bagaimana konsentrasi zat warna yang tinggi lebih banyak tertinggal di permukaan bahan yang kasar[21].

Waktu kontak zat warna juga mempengaruhi hasil dari uji noda. Pada penelitian ini waktu kontak hanya

di uji sampai 24 jam sehingga pengaruh waktu pada hasil kurang begitu terlihat jelas, sedangkan pada penelitian Lai tahun 2003[22] uji ketahanan noda dilakukan hingga 180 hari untuk melihat hasil yang terlihat jelas. Pada penelitian ini hasil dari perhitungan model nilai konsentrasi zat warna dan waktu kontak didapat mulai muncul noda pada konsentrasi zat warna 0,1% dan waktu kontrak pada jam ke 16. Perlu penelitian yang lebih lanjut untuk melihat pengaruh waktu kontak optimum zat warna terhadap ketahanan noda.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik biner pada 400 sampel dengan rentang konsentrasi zat warna 0,1-1,5% dengan waktu kontak 1-24 jam maka diperoleh model regresi logistik biner sebagai berikut :

$$Y = \frac{e^{-(4,382 + 0,012(K) + 0,092(W))}}{1 + e^{-(4,382 + 0,012(K) + 0,092(W))}}$$

Y adalah Hasil Uji

K adalah Konsentrasi zat warna (%)

W adalah Waktu kontak (jam)

Dari persamaan regresi yang didapat menunjukan variabel konsentrasi dan waktu mempengaruhi secara positif dan signifikan terhadap hasil pengujian noda dengan koefisien regresi 0,12% untuk konsentrasi zat

warna dan 0,92% untuk waktu kontak. Dari nilai koefisien tersebut dapat dinilai bahwa waktu pengaruhnya lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi zat warna terhadap hasil uji noda. Setelah dimasukan nilai zat warna kedalam model, dihasilkan nilai konsentrasi mulai dari 0,1% sudah menghasilkan nilai positif uji noda akan tetapi pengaruh statistik kecil, sedangkan waktu kontak menunjukan baru pada jam ke 16 menunjukan positif hasil uji noda gagal. Disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai waktu kontak optimum dan konsentrasi optimum zat noda untuk dipakai pada standar pengujian SNI 797:2018

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Bengisu, *Engineering Ceramics*, 1st ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.
- [2] Y. H. Cuff, *Ceramic Technology for Potters and Sculptors*. University of Pennsylvania Press, 1996.
- [3] Standar Nasional Indonesia ISO 13006:2010, "Ubin keramik - Definisi , klasifikasi , karakteristik dan penandaan ,," Jakarta:Badan Standardisasi Nasional 2010.
- [4] Australian Standard ISO 10545-3, "Australian Standard TM

- Ceramic tiles — Definitions , classification , characteristics,” 2013.
- [5] M. Burleson, *The Ceramic Glaze Handbook: Materials, Techniques, Formulas*. Lark Books, 2003.
- [6] M. Piispanen, J. Määttä, S. Areva, A. M. Sjöberg, M. Hupa, and L. Hupa, “Chemical resistance and cleaning properties of coated glazed surfaces,” *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 29, no. 10, pp. 1855–1860, 2009.
- [7] L. Hupa *et al.*, “Chemical resistance and cleanability of glazed surfaces,” *Surf. Sci.*, vol. 584, no. 1, pp. 113–118, 2005.
- [8] M. Burleson, *The Ceramic Glaze Handbook: Materials, Techniques, Formulas*. Lark Books, 2003.
- [9] Standar Nasional Indonesia-03-0797-2006, “Kloset Duduk,” Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2006.
- [10] Standar Nasional Indonesia 797:2018, “Kloset Duduk,” Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2018.
- [11] M. Piispanen, T. Kronberg, S. Areva, and L. Hupa, “Effect of mechanical and chemical wear on soil attachment and cleanability of sanitary ware with additional coatings,” *J. Am. Ceram. Soc.*, vol. 94, no. 3, pp. 951–958, 2011.
- [12] D. W. Hosmer, S. Lemeshow, and R. X. Sturdivant, *Applied Logistic Regression*. Wiley, 2013.
- [13] S. Bentahar, A. Dbik, M. E. Khomri, N. E. Messaoudi, and A. Lacherai, *Adsorption of Methylene Blue, Crystal Violet and Congo Red from Binary and Ternary Systems with Natural Clay: Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic*. Elsevier Limited, 2017.
- [14] M. L. Yang, A. M. Winkler, J. K. Barton, and P. B. Vandiver, “Using optical coherence tomography to examine the subsurface morphology of Chinese glazes,” *Archaeometry*, vol. 51, no. 5, pp. 808–821, 2009.
- [15] R. Casasola, J. M. Rincón, and M. Romero, *Glass-ceramic glazes for ceramic tiles – a review*, vol. 47. 2012.
- [16] S. Sorlí, M. A. Tena, A. Mestre, M. Llusar, and G. Monrós, “Effect

- of the major devitrifying phase on ceramic glaze microstructure and mechanical properties," *Castellón Qualicer*, 2004.
- [17] N. J. D. Nagelkerke, "A note on a general definition of the coefficient of determination," *Biometrika*, vol. 78, no. 3, pp. 691–692, 1991.
- [18] P. Allen, K. Bennett, and B. Heritage, *SPSS Statistics: A Practical Guide with Student Resource Access 12 Months*. Cengage Learning Australia, 2018.
- [19] J. P. Stevens, *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences*. Routledge, 2009.
- [20] H. Lu, L. B. Roeder, L. Lei, and J. M. Powers, "Effect of surface roughness on stain resistance of dental resin composites," *J. Esthet. Restor. Dent.*, vol. 17, no. 2, pp. 102–108, 2005.
- [21] E. Suvaci and N. Tamsu, "The role of viscosity on microstructure development and stain resistance in porcelain stoneware tiles," *J. Eur. Ceram. Soc.*, vol. 30, no. 15, pp. 3071–3077, 2010.
- [22] Y. L. Lai, H. F. Lui, and S. Y. Lee, "In vitro color stability, stain resistance, and water sorption of four removable gingival flange materials," *J. Prosthet. Dent.*, vol. 90, no. 3, pp. 293–300, 2003.