

OPTIMASI PARAMETER KETAHANAN LUNTUR BATIK TERHADAP KERINGAT DENGAN DESAIN EKSPERIMEN *TAGUCHI*

*Optimization of Color Resistance Parameters in Perspiration for Batik Using Taguchi
Experimental Design*

Debrina Puspita Andriani, Unggul Setiaji, dan Mahendra Habriantama

Universitas Brawijaya, Jl. MT. Haryono No.167, Malang, Indonesia

Korespondensi Penulis

Email : debrina@ub.ac.id

Naskah Masuk : 27 Februari 2019

Revisi : 14 Juni 2019

Disetujui : 26 Juni 2019

Kata kunci: ANOVA, batik, ketahanan luntur, desain eksperimen, optimasi.

Keywords: ANOVA, batik, color resistance, experimental design, optimization.

ABSTRAK

Batik merupakan salah satu produk kearifan lokal yang sangat digemari oleh masyarakat. Akan tetapi, dari beberapa penelitian sebelumnya diketahui bahwa meskipun menjadi produk favorit, masih banyak konsumen yang mengeluhkan terjadinya kelunturan pada batik milik mereka. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelunturan tersebut, salah satunya berdasarkan parameter keringat. Pada hasil uji ketahanan luntur warna yang telah dilakukan terhadap sampel batik, diperoleh nilai 2 untuk keringat asam dan basa yang menunjukkan bahwa hasil tersebut belum sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI. Oleh karena itu, dilakukan penelitian menggunakan desain eksperimen dengan ANOVA untuk mengidentifikasi faktor-faktor kendali dan menentukan nilai *setting level optimal*. Pada penelitian ini didapatkan *setting level optimal* dengan jenis kain rayon, jenis zat pewarna indigosol, jenis bahan pengunci *waterglass* dan kostik, rasio bahan pengunci $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$, jumlah pencelupan 3 kali, waktu pencucian 3 jam, jenis air: air pH 7,5, dan NH₃ 0,08mg/L. Hasil eksperimen konfirmasi juga telah menunjukkan hasil uji ketahanan luntur warna telah memenuhi standar SNI.

ABSTRACT

Batik, one of the local wisdom products, is very popular in the community. However, from a number of preliminary studies it was known that despite being a favorite product, there were still many consumers who complained about the occurrence of wear off in their batik. There are several factors that can affect it, one of which is based on perspiration parameters. On the results of the color resistance test that has been carried out on batik samples, obtained a value of 2 for acid and alkaline of perspiration parameters which indicates that the results were not in accordance with the standards set by SNI. Therefore, this study was conducted using experimental design with ANOVA to identify the control factors and determine the value of optimal setting level. Based on the results, the optimal level setting was obtained with the type of rayon cloth, the type of indigosol coloring agent, the type of water glass and boarding material, the locking material ratio $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$, the number of immersion 3 times, washing time 3 hours, type of water: pH water 7.5, and NH₃ 0.08mg / L. The results of the confirmation experiment had also shown that the color resistance test results have met the SNI standards.

PENDAHULUAN

Batik merupakan salah satu jenis kerajinan yang telah berkembang pesat di Jawa sejak beberapa ratus tahun yang lalu (Dedi, 2009). Batik dapat diartikan sebagai menulis di atas kain dengan menggunakan alat canting dan memakai bahan lilin yang disebut rengrengan dan apabila telah selesai dibatik diberi warna (Lisbijanto, 2013). Dengan demikian, batik adalah gambaran di atas kain dengan menggunakan lilin sebagai bahan pencegah meresapnya warna yang tidak dikehendaki ke dalam kain. Alat yang digunakan adalah canting atau cap, kemudian dicelup ke dalam larutan yang telah diberi warna (Atikasari, 2005).

Batik merupakan salah satu produk yang digemari oleh masyarakat. Selain memiliki motif yang lebih beragam, harga yang cukup terjangkau juga menjadi pertimbangan masyarakat dalam memilih kain bermotif batik ini. Meningkatnya permintaan pasar akan batik menyebabkan penjualan batik mempunyai tren meningkat (Yudak, dkk., 2011).

Akan tetapi, meski banyak diminati oleh masyarakat, terkadang masyarakat masih mengeluhkan kualitas batik. Salah satu hal yang dikeluhkan oleh masyarakat adalah kelunturan warnanya, padahal ketahanan luntur warna merupakan salah satu parameter kualitas batik (Mandegani, dkk., 2018). Banyak faktor yang dapat menyebabkan terjadinya kelunturan warna, salah satunya adalah karena terkena keringat. Batik sering digunakan untuk acara formal baik di dalam maupun di luar ruangan, sehingga besar kemungkinan pengguna batik tersebut berkeringat dan

menyebabkan terjadinya kelunturan warna pada batik.

Manusia mengeluarkan keringat untuk mengatur suhu tubuh. Pada cuaca panas atau ketika otot memanas karena bekerja keras, keringat dihasilkan (Godek, dkk., 2010). Interaksi antara keringat yang bersifat asam maupun basa dengan kain menimbulkan reaksi kimia yang dapat mempengaruhi zat pengunci dalam kain batik, sehingga menyebabkan terjadinya kelunturan (Pujilestari, 2014; Amalia & Akhtamimi, 2016; Sofyan & Failisnur, 2016; Luftinor, 2017). Zat pengunci atau fiksator merupakan bahan yang digunakan dalam proses fiksasi untuk mengunci zat warna yang masuk ke dalam serat kain agar warna yang dihasilkan tidak mudah pudar atau luntur, sehingga kualitas kain batik dapat tercapai (Herlina, 2007; Sancaya, 2011; Paryanto, dkk., 2018).

Keringat yang dihasilkan oleh manusia memiliki dua sifat karena adanya perbedaan pH, yaitu keringat asam dan basa. Keringat dikatakan asam dan basa apabila masing-masing memiliki nilai pH 5,5 dan 8 (Cui & Schlessinger, 2015). Jenis keringat yang dikeluarkan bergantung pada jenis makanan yang dikonsumsi. Makanan yang bersifat pahit seperti sayuran menghasilkan keringat basa, sedangkan makanan yang bersifat asam dan berlemak seperti santan dan susu menghasilkan keringat asam.

Pada penelitian ini sampel batik diambil dari salah satu industri kecil menengah (IKM) yang telah cukup lama memproduksi batik. Selama ini, IKM tersebut belum pernah melakukan pengecekan mengenai standar mutu tertentu dalam produksinya dan lebih kepada penilaian berdasarkan persepsi yang dimiliki oleh IKM itu sendiri.

Untuk mengukur kualitas ketahanan batik terhadap kelunturan, dilakukan uji kelunturan berdasarkan SNI ISO105-E04: 2010 yaitu uji tahan luntur warna terhadap keringat baik asam ataupun basa dan dilaksanakan di laboratorium tekstil kimia (BSN, 2010). Pada pengujian ini dilakukan uji menggunakan keringat asam dan basa buatan. Hasil dari uji tersebut akan disesuaikan dengan skala *grayscale*. Pada *grayscale*, penilaian tahan luntur warna dan perubahan warna yang sesuai dilakukan dengan membandingkan perbedaan pada contoh yang telah diuji dengan contoh asli terhadap perbedaan standar perubahan warna yang digambarkan oleh *grayscale*. Tabel penilaian uji ini menggunakan *grayscale* dengan skala 1-5, dimana semakin besar angkanya, maka semakin baik ketahanan luntur kain tersebut.

Pada proses produksi terdapat beberapa faktor yang menyebabkan luntur pada batik. Faktor-faktor tersebut dapat berasal dari proses pembuatan maupun bahan bakunya. Terdapat beberapa faktor yang bisa dikendalikan (faktor kendali) seperti jenis kain, jenis pewarna, jenis zat pengunci, dan jenis air (Rizma dan Andriani, 2018). Selain itu terdapat faktor yang tidak bisa dikendalikan (faktor *noise*) seperti cuaca, suhu, dan intensitas matahari (Islami dan Andriani, 2018). Hasil percobaan digunakan untuk mengetahui kombinasi faktor yang menghasilkan kualitas batik optimal.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kualitas produk adalah desain eksperimen (Mulligan, dkk., 2016). Dengan penggunaan desain eksperimen yang tepat, diharapkan penelitian ini dapat digunakan untuk

menentukan bagaimana produk menjadi kokoh (*robust*) terhadap adanya faktor-faktor pengganggu (*noise*) melalui penentuan *setting* level optimal (Apparao dan Birru, 2017; Tulasi, dkk., 2018; Villegas-Torres, dkk., 2018). Penggunaan desain eksperimen dengan analisis variansi (ANOVA) diharapkan dapat menemukan kombinasi terbaik dari faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas batik, sehingga produk yang dihasilkan nantinya memiliki kualitas yang lebih baik dan bisa meningkatkan penjualan batik itu sendiri (Dehghannasiri, dkk., 2017; Mäkelä, 2017; Liu, dkk., 2019).

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimental, yaitu penelitian dengan pemberian perlakuan atau *treatment* pada suatu objek yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang dikendalikan (Sugiyono, 2012). Desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan pendekatan *taguchi*.

Pendekatan *taguchi* diketahui sebagai salah satu pendekatan *offline quality control* yang bertujuan untuk meminimalkan penyimpangan produk dari karakteristik kualitas yang telah ditetapkan dengan cara terlibat langsung dalam proses produksi dan melakukan eksperimen secara efisien untuk mendapatkan kombinasi terbaik, sehingga produk yang sampai pada konsumen telah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan (Kackar, 1985). Menurut Ariani (2004), penggunaan *taguchi off-line* efektif untuk mengadakan perbaikan kualitas dan pengurangan biaya, perbaikan

dalam pembuatan produk, serta pengurangan biaya pengembangan produk. Sasaran pendekatan *taguchi* adalah menjadikan produk kokoh (*robust*) terhadap adanya faktor-faktor pengganggu (*noise*), sehingga sering disebut sebagai *Robust Design* (Soejanto, 2009; Liu, dkk., 2019). Dengan digunakannya desain eksperimen dengan pendekatan *taguchi*, diharapkan bisa menemukan kombinasi terbaik dari faktor-faktor yang mempengaruhi dari kualitas batik. Berikut merupakan uraian tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.

Tahap Perencanaan Eksperimen

Tahap ini diawali dengan identifikasi masalah hingga penentuan tujuan penelitian berdasarkan hasil penelitian lapangan dan studi kepustakaan untuk batik. Desain penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh, menentukan jumlah faktor dan level faktornya, menghitung derajat kebebasan, dan menentukan jumlah eksperimen (Andriani, dkk. 2017).

Penetapan karakteristik kualitas yang digunakan adalah berdasarkan pada syarat mutu batik SNI ISO 105-E04:2010 dimana semakin tinggi nilainya, maka kualitas ketahanan luntur warnanya semakin bagus (BSN, 2010). Selanjutnya, faktor-faktor yang berpengaruh ditetapkan berdasarkan hasil studi literatur dari penelitian-penelitian terdahulu, wawancara, dan diskusi dengan pakar. Tabel 1 merupakan penetapan faktor-faktor yang berpengaruh dalam penelitian ini. Pada Tabel 1, faktor kendali terdiri dari jenis kain, jenis zat pewarna, jenis bahan pengunci, rasio bahan pengunci (Suhartini & Haryanto, 2001; Luthfianto,

2014; Kartikasari, 2016; Hong, 2017; Rizky, dkk., 2018), jumlah pencelupan (Luthfianto, 2014; Jannah & Widowati, 2018), waktu pencucian (Zulfah, dkk., 2013), dan jenis air (Subardjo & Sulistyani, 1992; Anggraini, 2012; Wijana, dkk. 2015).

Tabel 1. Penetapan faktor kendali, *noise*, *signal*, dan skala

No	Jenis Faktor	Nama Faktor
1	Faktor kendali	Jenis kain
2	Faktor kendali	Jenis zat pewarna
3	Faktor kendali	Jenis bahan pengunci
4	Faktor kendali	Rasio bahan pengunci
5	Faktor kendali	Jumlah pencelupan
6	Faktor kendali	Waktu pencucian
7	Faktor kendali	Jenis air
8	Faktor <i>noise</i>	Kelembabapan udara
9	Faktor <i>noise</i>	Intensitas sinar matahari
10	Faktor <i>noise</i>	Kecepatan pengadukan
11	Faktor <i>signal</i>	Jenis warna
12	Faktor <i>signal</i>	Motif batik
13	Faktor skala	Rasio bahan pengunci
14	Faktor skala	Jumlah pencelupan
15	Faktor skala	Waktu pencucian

Untuk selanjutnya, setelah ditentukan jenis faktor, dilakukan penentuan level faktor dari masing-masing faktor tersebut. Jenis kain yang digunakan dalam penelitian ini adalah katun dan rayon. Jenis zat pewarna yang digunakan adalah indigosol

dan reaktif. Jenis bahan pengunci yang digunakan adalah *waterglass* + kostik dan HCl + Nitrit. Ratio bahan pengunci yang digunakan adalah 1:1 dan $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$. Jumlah pencelupan dilakukan sebanyak 2 dan 3 kali. Waktu pencucian yang digunakan adalah 2 dan 3 jam. Jenis air sebagai faktor terakhir yang digunakan adalah air dengan pH 7,5 dan NH₃ 0,08 mg/L, serta air dengan pH 7 dan NH₃ 0,05 mg/L.

Perhitungan *degree of freedom* adalah tahapan berikutnya yang dilakukan untuk menentukan *orthogonal array* yang digunakan dalam penelitian (Naik dan Reddy, 2018). Perhitungan *degree of freedom* untuk faktor terkontrol dalam eksperimen ini ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. *Degree of freedom* untuk faktor yang terkontrol dalam penelitian

Kode Faktor	Nama Faktor	Df
A	Jenis kain	(2-1)
B	Jenis zat pewarna	(2-1)
C	Jenis bahan pengunci	(2-1)
D	Rasio bahan pengunci	(2-1)
E	Jumlah pencelupan	(2-1)
F	Waktu pencucian	(2-1)
G	Jenis air	(2-1)
	Total	7

Nilai derajat bebas menunjukkan jumlah minimal eksperimen yang harus dilakukan (Naik dan Reddy, 2018). Pada penelitian ini eksperimen yang harus dilakukan yaitu minimal 7 percobaan.

Dikarenakan matriks L₇ (2⁷) tidak tersedia pada desain eksperimen *taguchi*, maka *orthogonal array* yang dipilih adalah L₈ (2⁷). Dalam penelitian ini dilakukan 8 eksperimen dengan 7 faktor dan 2 level faktor didalamnya serta menggunakan 3 kali replikasi (Montgomery, 2017). Adapun huruf A-G yang tertera pada Tabel 3 merujuk pada faktor yang telah disebutkan pada Tabel 2.

Tabel 3. *Orthogonal array* L₈ (2⁷)

Eksperimen	Faktor						
	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Tahap Pelaksanaan dan Analisis Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen dilakukan dengan pembuatan batik berdasarkan pada faktor dan level faktor yang ditentukan. Data yang akan dianalisis diperoleh dari hasil eksperimen yang telah diuji ketahanan luntur warna batik terhadap keringat di laboratorium evaluasi tekstil dan kimia. Hasil ujinya akan menunjukkan nilai 1-5 dimana semakin besar nilainya berarti ketahanan lunturnya semakin baik (BSN, 2010). Tabel 4 merupakan hasil uji ketahanan luntur warna batik terhadap

Tabel 4. Hasil uji ketahanan luntur warna batik terhadap keringat asam dan basa

Eks p.	Keringat Asam			Keringat basa		
	Rep 1	Rep 2	Re p3	Re p1	Rep 2	Rep 3
1	4	4	4	4	4,5	4
2	5	5	5	5	5	5
3	2,5	3	3	3	3	3
4	2	2	2	2	2,5	2
5	4	4	4	4	4	4,5
6	4,5	4	4	4,5	4	4
7	4,5	4	4,5	4,5	4	4,5
8	3	3,5	3	3	3,5	3,5

keringat asam dan basa yang selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut untuk menjawab tujuan penelitian ini.

Pada tahap pengolahan data, perhitungan prediksi rata-rata hasil uji kelunturan warna terhadap keringat meliputi perhitungan tabel respon prediksi rata-rata, perhitungan ANOVA, dan perhitungan selang kepercayaan. Selanjutnya ditentukan *setting* level optimal dari masing-masing faktor dan perhitungan untuk eksperimen konfirmasi. Tahap penarikan kesimpulan diambil sesuai dengan tujuan penelitian di awal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada penelitian ini diperoleh dari perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata dan nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR), penentuan *setting* level optimal, perkiraan kondisi optimal, dan interval atau selang kepercayaan. Selanjutnya akan dibahas hasil perhitungan tiap tahapan untuk eksperimen dengan keringat asam sebagai contoh,

sedangkan keringat basa akan ditampilkan pada hasil akhir dari seluruh tahapan yang juga telah sama dilakukan seperti pada keringat asam.

Perhitungan ANOVA merupakan tahapan pertama dalam pengolahan data. Tabel 5 menunjukkan hasil perhitungan ANOVA rata-rata untuk keringat asam. Dari hasil perhitungan ANOVA diketahui bahwa faktor A, B, C, D, E, dan F memiliki nilai $F-Ratio \geq (F_{0,05;1;16}) = 4,49$. Hal tersebut mengindikasikan bahwa faktor A, B, C, D, E, dan F memiliki pengaruh signifikan akan ketahanan luntur warna batik terhadap keringat asam. Hanya faktor G (jenis air) yang memiliki nilai $F-Ratio \leq F-Tabel (F_{0,05;1;16}) = 4,49$, sehingga faktor G diindikasikan tidak memiliki pengaruh signifikan akan ketahanan luntur warna batik terhadap keringat asam.

Untuk nilai *%ratio* atau persen kontribusi diperoleh hasil bahwa yang memiliki persen kontribusi terbesar adalah faktor B, yaitu jenis zat pewarna dengan persen kontribusi sebesar 43,79%. Sebaliknya, faktor yang memiliki persen kontribusi terkecil adalah faktor G, faktor jenis air, yang hanya memiliki persen kontribusi sebesar 0,26%.

Selanjutnya dilakukan tahap *pooling up* untuk menghindari kesalahan berlebih saat melakukan eksperimen. Dalam melakukan *pooling up* hanya disarankan menggunakan separuh dari jumlah derajat kebebasan pada *orthogonal array* yang digunakan dalam eksperimen agar menjadi desain yang kokoh (Belavendram, 1995). *Pooling up* pada penelitian ini menggunakan *pooling 4* atau 3 faktor dengan *F-ratio* terkecil ke dalam *error*. Faktor yang dilakukan *pooling* yaitu faktor A (6,12%), D (1,09%), E (2,35%)

Tabel 5. *Analysis of variance* (ANOVA) nilai rata-rata keringat asam

Sumber	SS	DF	MS	F _{ratio}	SS'	%Ratio
A	1,26	1	1,26	30,25	1,218	6,12%
B	8,76	1	8,76	210,25	8,72	43,79%
C	4,59	1	4,59	110,25	4,55	22,86%
D	0,26	1	0,26	6,25	0,22	1,098%
E	0,51	1	0,51	12,25	0,47	2,35%
F	3,76	1	3,76	90,25	3,72	18,68%
G	0,093	1	0,093	2,25	0,052	0,26%
Error	0,67	16	0,0417		0,958	4,81%
SST	19,906	23			19,90	100%
SS Mean	326,34	1				
SS Total	346,25	24				

Tabel 6. Rekap ANOVA nilai rata-rata setelah *pooling* pada keringat asam

Sumber	SS	DF	MS	F _{ratio}	SS'	%Ratio
B	8,76	1	8,76	82,45	8,65	43,79%
C	4,59	1	4,59	43,23	4,48	22,86%
F	3,76	1	3,76	35,39	3,65	18,68%
Pooled	2,125	20	0,106	1	3,11	15,62%
Total	19,906	23	0,865		19,90	100%
SS Mean	326,34	1				
SS Total	346,25	24				

dan G (0,26%).

Pada Tabel 6 diperoleh hasil bahwa tidak terdapat faktor-faktor signifikan yang hilang dari eksperimen karena nilai persen kontribusi *error* pada hasil perhitungan

pooling yaitu sebesar 15,62%. Persentase kontribusi paling besar dalam ketahanan luntur warna batik terhadap keringat adalah faktor B (jenis zat pewarna) sebesar 43,79%, faktor C (jenis bahan pengunci)

Tabel 7. Hasil perhitungan SNR keringat asam

A	B	Faktor					Replikasi			μ	SNR (LTB) η
		C	D	E	F	G	R1	R2	R3		
1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	0,062	12,041
1	1	1	2	2	2	2	5	5	5	0,043	13,979
1	2	2	1	1	2	2	2,5	3	3	0,127	8,948
1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0,250	6,021
2	1	2	1	2	1	2	4	4	4	0,062	12,04
2	1	2	2	1	2	1	4,5	4	4	0,058	12,356
2	2	1	1	2	2	1	4,5	4	4,5	0,054	12,696
2	2	1	2	1	1	2	3	3,5	3	0,101	9,945

sebesar 22,86%, dan faktor F (waktu pencucian) sebesar 15,62%. Selain melakukan perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata, perhitungan ANOVA juga dilakukan untuk nilai SNR. SNR digunakan untuk eksperimen yang melibatkan banyak faktor dengan membandingkan antara *mean (signal)* dengan standar deviasi (*noise*). SNR diformulasikan agar nilai level faktor terbesar dapat dipilah sehingga

diperoleh karakteristik kualitas dari eksperimen yang optimal (Roy, 2001). Tabel 7 merupakan hasil perhitungan SNR pada keringat asam.

Dari hasil perhitungan SNR, selanjutnya dilakukan perhitungan ANOVA untuk nilai SNR pada keringat asam. Tabel 8 menunjukkan nilai rata-rata setelah *pooling* pada keringat asam. Nilai persen kontribusi *pooled error* apabila < 50% menunjukkan

Tabel 8. Rekap perhitungan ANOVA nilai rata-rata setelah *pooling* pada keringat asam

Sumber	SS	DF	MS	Fratio	SS'	%Ratio
B	20,5	1	20,5	12,23	18,83	41,05
C	10,8	1	10,8	6,44	9,12	19,88
F	7,87	1	7,86	4,7	6,18	13,48
<i>Pooled</i>	6,7	4	1,67		11,73	25,58
Total	45,88	7	6,55		45,87	100
SS Mean	968,59	1				
SS Total	1014,47	8				

hasil desain eksperimen *taguchi* telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai yang mempertimbangkan variasi optimumnya karena faktor-faktor penting dalam eksperimen dilibatkan dalam perancangan *robust design* (Farid, dkk., 2014).

Tabel 9 dan Tabel 10 menunjukkan perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam desain eksperimen *taguchi* ketahanan luntur warna pada keringat asam dan basa terhadap karakteristik kualitas yang diamati berdasarkan pada nilai rata-rata dan SNR. *Setting* level optimal yang diperoleh dari eksperimen ini adalah faktor A level 2 (jenis kain rayon), faktor B level 1 (jenis zat pewarna indigosol), faktor C level 1 (jenis bahan pengunci *waterglass* + kostik), faktor D level 2 (rasio bahan pengunci $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$), faktor E level 2 (jumlah pencelupan 3 kali), faktor F (waktu pencucian selama 3 jam), dan faktor G (jenis air PH 7 dan NH_3 0,05 mg/L).

Tabel 9. Perbandingan pengaruh faktor pada eksperimen keringat asam

Faktor	Peringkat		Pengaruh	Setting Level
	Rata-Rata	SN R		
A	(4)	(4)	Kecil	A2
B	(1)	(1)	Besar	B1
C	(2)	(2)	Besar	C1
D	(6)	(5)	Kecil	D2
E	(5)	(7)	Kecil	E2
F	(3)	(3)	Besar	F2
G	(7)	(6)	Tidak	G2

Tabel 10. Perbandingan pengaruh faktor pada eksperimen keringat basa

Faktor	Peringkat		Pengaruh	Setting Level
	Rata-Rata	SN R		
A	(4)	(4)	Kecil	A2
B	(1)	(1)	Besar	B1
C	(2)	(2)	Besar	C1
D	(6)	(5)	Kecil	D2
E	(5)	(7)	Tidak	E2
F	(3)	(3)	Besar	F2
G	(7)	(6)	Tidak	G2

Tabel 11. Faktor terkendali *setting* level optimal

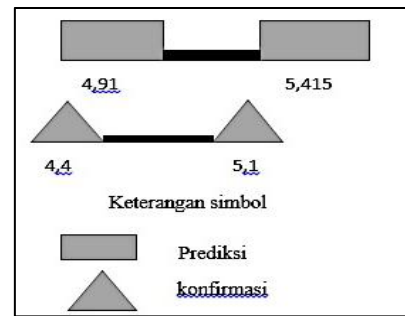
Faktor Terkendali	Faktor
Jenis kain	Rayon
Jenis zat pewarna	Indigosol
Jenis pengunci	<i>Waterglass</i> + kostik
Rasio bahan pengunci	$\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$
Jumlah pencelupan	3 kali
Waktu pencucian	3 jam
Jenis air	pH 7 dan NH_3 0,05 mg/L

Tabel 11 merupakan faktor kendali untuk *setting* level optimal. Setelah diperoleh nilai pada *setting* level optimal maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai prediksi hasil penelitian berdasarkan nilai rata-rata dan SNR yang kemudian dibandingkan dengan hasil eksperimen konfirmasi.

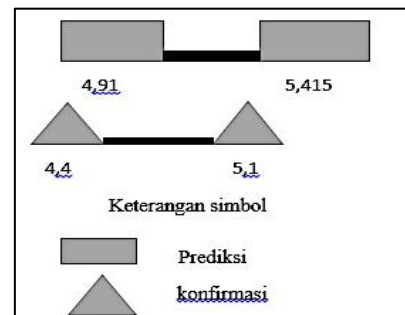
Eksperimen konfirmasi dilakukan melalui tahap pengujian validasi hasil dari *setting* dan level yang telah diperoleh dari hasil perhitungan. Dalam eksperimen konfirmasi dilakukan penentuan *setting* level optimal dari faktor-faktor yang signifikan, dimana faktor yang memiliki kontribusi kecil akan tetap dimasukkan dalam eksperimen konfirmasi dengan menggunakan level yang terbaik (Soejanto, 2009). Hasil uji ketahanan luntur warna terhadap keringat, baik keringat asam maupun basa pada eksperimen konfirmasi yang terdiri dari 10 sampel dihitung nilai rata-rata dan variansinya. Perbandingan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi seperti ditampilkan pada Gambar 1 dan 2.

Setelah selang kepercayaan rata-rata, berikutnya dilakukan perhitungan untuk selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon dengan nilai SNR baik pada keringat asam maupun basa. Gambar 3 dan 4 merupakan perbandingan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi nilai SNR keringat asam dan basa.

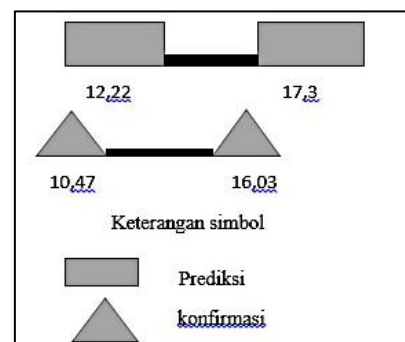
Tabel 12 merupakan rekap hasil perhitungan ketahanan luntur warna batik terhadap keringat. Berdasarkan perbandingan interval kepercayaan prediksi dan eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata dan SNR dapat disimpulkan bahwa eksperimen valid dan diterima, artinya hasil dari desain eksperimen *taguchi* dapat digunakan. Hal ini disebabkan adanya irisan antara selang kepercayaan rata-rata dan SNR kondisi optimal dan eksperimen konfirmasi



Gambar 1. Perbandingan interval kepercayaan nilai rata-rata keringat asam



Gambar 2. Perbandingan interval kepercayaan nilai rata-rata keringat basa.



Gambar 3. Perbandingan interval kepercayaan nilai SNR keringat asam



Gambar 4. Perbandingan interval kepercayaan nilai SNR keringat basa

Tabel 12. Interpretasi hasil perhitungan ketahanan luntur warna terhadap parameter keringat

Respon (Tingkat Ketahanan Luntur Warna terhadap Keringat)			Prediksi	Optimasi
Keringat Asam	Eksperimen <i>Taguchi</i>	Rata-Rata	5,125	4,85 ± 5,4
		Variabilitas	14,76	12,22 ± 17,3
	Eksperimen Konfirmasi	Rata-Rata	4,65	4,3 ± 5
		Variabilitas	13,25	10,47 ± 16,03
Keringat Basa	Eksperimen <i>Taguchi</i>	Rata-Rata	5,167	4,91 ± 5,415
		Variabilitas	14,35	12,02 ± 16,68
	Eksperimen Konfirmasi	Rata-rata	4,75	4,4 ± 5,1
		Variabilitas	13,46	10,68 ± 16,84

Pada eksperimen ini sudah dicapai tingkat ketahanan luntur warna dimana nilai rata-rata ketahanan luntur warna pada keringat asam yaitu 4,65 dan keringat basa sebesar 4,75. Dengan nilai tersebut, maka standar SNI-ISO105-E04:2010 telah tercapai. Setelah mengetahui hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian ini dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas ketahanan luntur warna batik terhadap parameter keringat. Perajin batik juga diharapkan dapat meningkatkan ketahanan luntur warna batik dengan menggunakan bahan dan komposisi sesuai dengan hasil dari penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan faktor kendali yang berpengaruh terhadap kualitas ketahanan luntur warna batik sebanyak 7 faktor, terdiri dari faktor A (jenis kain), faktor B (jenis zat

pewarna), faktor C (jenis bahan pengunci), faktor D (rasio bahan pengunci), faktor E (jumlah pencelupan), faktor F (waktu pencucian), dan faktor G (jenis air). Dari hasil proses pembuatan batik menggunakan faktor-faktor tersebut selanjutnya dilakukan pengujian uji ketahanan luntur terhadap keringat sesuai SNI ISO105-E04:2010 di laboratorium evaluasi tekstil dan kimia.

Setelah dilakukan pengujian, hasil tersebut dianalisis menggunakan desain eksperimen dengan perhitungan ANOVA sesuai tahapan pada pendekatan *taguchi*. Hasil perhitungan ANOVA menunjukkan nilai rata-rata uji ketahanan luntur warna batik terhadap keringat asam memberikan hasil bahwa semua faktor berpengaruh kecuali faktor jenis air, sedangkan untuk keringat basa memberikan hasil bahwa semua faktor berpengaruh kecuali faktor jenis air dan jumlah pencelupan.

Setting level optimal yang terpilih adalah faktor A level 2 (jenis kain rayon),

faktor B level 1 (jenis zat pewarna indigosol), faktor C level 1 (jenis bahan pengunci *waterglass* + kostik), faktor D level 2 (rasio bahan pengunci $\frac{1}{4} : \frac{3}{4}$), faktor E level 2 (jumlah pencelupan 3 kali), faktor F level 2 (waktu pencucian 3 jam), dan faktor G level 1 (pH 7 dan NH₃ 0,05 mg/L). *Setting* level optimal yang didapat dari kedua uji tersebut digunakan untuk menjalankan eksperimen konfirmasi.

Hasil eksperimen konfirmasi menunjukkan *setting* level optimal yang terpilih dapat diterima. Jika dibandingkan dengan standar mutu SNI ISO105-E04:2010 dimana sebaiknya ketahanan luntur warna pada keringat asam maupun basa minimal skala 4, pada eksperimen ini sudah dicapai tingkat ketahanan luntur warna yang lebih tinggi, yaitu 4,65 dan 4,75 untuk keringat asam dan basa.

Dengan hasil penelitian ini, perajin batik dapat menggunakan kombinasi level dan faktor optimal untuk meningkatkan kualitas batik dari segi ketahanan luntur warna terhadap keringat, sehingga tingkat keluhan pelanggan dapat diminimumkan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya yang sejenis.

KONTRIBUSI PENULIS

Karya tulis Optimalisasi Parameter Ketahanan Luntur Batik Terhadap Keringat Dengan Desain Eksperimen *Taguchi* ini penulis pertama Debrina Puspita Andriani dan penulis kedua Unggul Setiaji berkontribusi sebagai kontributor utama, sedangkan penulis ketiga Mahendra Habriantama berkontribusi sebagai kontributor anggota.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Statistik dan Rekayasa Kualitas, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya dan Laboratorium Evaluasi Kimia dan Tekstil, Politeknik STT Tekstil, Bandung atas segala bentuk dukungan yang diberikan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R., dan Akhtamimi, I. (2016). Studi Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Zat Fiksasi Terhadap Kualitas Warna Kain Batik dengan Pewarna Alam Limbah Kulit Buah Rambutan (*Nephelium lappaceum*). *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 33 (2), 85-92.
- Andriani, D.P., dkk. (2017). *Desain dan Analisis Eksperimen untuk Rekayasa Kualitas*. Malang: UB Press.
- Anggraini, R. (2012). *Kandungan Logam Air Sumur dan Air PDAM dengan Sistem Pendeteksi Kelayakan Air Minum (Elektrolizer Air) di Kecamatan Sumpasari*. Ilmu Kesehatan Gigi dan Masyarakat.
- Apparao, K. Ch., dan Birru, A.K. (2017). Optimization of Die casting process based on Taguchi approach. In 5th International Conference of Materials Processing and Characterization (ICMPC 2016), *Materials Today: Proceedings* 4 (pp. 1852-1859).
- Ariani, D.W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Atikasari, A. (2005). *Kualitas Tahan Luntur Warna Batik Cap di Griya Batik Larissa Pekalongan*. Skripsi. Fakultas Teknik. UNNES.
- Belavendram, N. (1995). *Quality by Design: Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. London: Prentice Hall.
- BSN. (2010). SNI ISO 105-E04:2010. Retrieved January 2, 2018, from <http://sispk.bsn.go.id/SNI/DetailSNI/7961>
- Cui, C.Y., & Schlessinger, D. (2015). Eccrine sweat gland development and sweat secretion. *Experimental Dermatology*, 24(9). DOI: 10.1111/exd.12773

- Dedi, D. (2009). *Sejarah Batik Indonesia*. Bandung: PT. Sarana Panca Karya Nusa.
- Dehghannasiri, R., dkk. (2017). Optimal experimental design for materials discovery. *Computational Materials Science*, 129, 311–322.
- Farid, A., dkk. (2014). Penerapan Setting Level Optimal Menggunakan Metode Taguchi pada Proses Produksi Batik Tulis untuk Meningkatkan Kualitas Produk di Sentra Industri Batik Tulis Kalinyamat Wetan Kota Tegal. *Spektrum Industri*, 12(2), 113-247.
- Godek, S. F., dkk. (2010). Sweat Rates, Sweat Sodium Concentrations, and Sodium Losses in 3 Groups of Professional Football Players. *Journal of Athletic Training*, 364-371.
- Herlina, S. (2007). *Fiksasi Bahan Alami Buah Markisa dan Jeruk Nipis dalam Proses Pewarnaan Batik dengan Zat Warna Indigosol*. Yogyakarta: Seni dan Budaya Yogyakarta.
- Hong, I. H. (2017). Manufacturing Parameters Optimization in Functional Textile Dyeing Processes. *Procedia Manufacturing Journal*, 11, 619-624.
- Islami, A.D., & Andriani, D.P. (2018). Analisis Perbaikan Kualitas pada Batik Tulis Malang Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri (JRMSI)*, 6 (2).
- Jannah, M., & Widowati, T. (2012). Pengembangan Zat Warna Alami dari Kesumba (Bixa Orellana Linn) untuk Pewarnaan Batik. *Jurnal D3 Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret*.
- Kackar, R. (1985). Off-Line Quality Control, Parameter Design, and the Taguchi Method. *ASQ: The Global Voice of Quality*, 176-188.
- Kartikasari, E. (2016). Pengaruh Fiksator pada Ekstrak Daun Mangga dalam Pewarnaan Tekstil Batik Ditinjau dari Ketahanan Luntur Warna Terhadap Keringat. *Jurnal SCIENCE TECH*, 2(1).
- Liu, dkk. (2019). Optimization of parameters in laser powder deposition AlSi10Mg alloy using Taguchi method. *Optics and Laser Technology*, 111, 470–480.
- Lisbijanto, H. (2013). *Batik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Luftinor. (2017). Fiksasi Garam Scarlet R pada Pewarnaan Kain Songket Palembang Berbasis Zat Warna Alam Daun Henna (Lawsonia inermis L.). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 28 (1), 51-60.
- Luthfianto, S. (2014). Penerapan Setting Level Optimal pada Batik Tulis Tegal Terhadap Ketahanan Luntur Gosokan Kain Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(1), 8-13.
- Mäkelä, M. (2017). Experimental design and response surface methodology in energy applications: A tutorial review. *Energy Conversion and Management*, 151, 630–640.
- Mandegani, G.B., dkk. (2018). Persepsi Kualitas Batik Tulis. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 35(2), 75-83.
- Montgomery, D. (2017). *Design and Analysis of Experiments, 9th Ed*. New York: Wiley.
- Mulligan, N.W., dkk. (2016). The testing effect is moderated by experimental design. *Journal of Memory and Language*, 90, 49–65.
- Naik, A.B., dan Reddy, A.C. (2018). Optimization of tensile strength in TIG welding using the Taguchi method and analysis of variance (ANOVA). *Thermal Science and Engineering Progress*, 8, 327–339.
- Paryanto, Nur, A., dan Nurcahyanti, D. (2018). Produksi dan Aplikasi Zat Warna Alami dari Kulit Kayu Mahoni dan Kulit Kayu Tinggi untuk Batik di Desa Kuwiran, Kecamatan Banyudono, Kabupaten Boyolali. *Momentum*, 14 (2), 1-7.
- Pujilestari, T. (2014). Pengaruh ekstraksi zat warna alam dan fiksasi terhadap ketahanan luntur warna pada kain batik katun. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 31(1), 1-9.
- Rizky, D.A., Setyanto, N. W., & Andriani, D.P. (2018). Analisis Perbaikan Kualitas pada Batik Tulis Malang Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri (JRMSI)*, 6 (2).
- Rizma, M., & Andriani, D.P. (2018). Perancangan Kualitas Ketahanan Warna terhadap Gosokan Batik Cap Malang Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri (JRMSI)*, 6 (4), 669-682.
- Roy, R. K. (2001). *Design of Experiments Using the Taguchi Approach: 16 Steps to Product and Process Improvement*. New York: J. Wiley.
- Sancaya, R., dkk. (2011). *Pesona warna Alami Indonesia*. Jakarta: Kehati.

- Sofyan & Failisnur. (2016). Gambir (*Uncaria gambir Roxb*) sebagai Pewarna Alam Kain Batik Sutera, Katun, dan Rayon. *Jurnal Litbang Industri*, 6 (2), 89-98.
- Subardjo & Sulistyani. (1992). Penelitian Pengaruh Derajat Keasaman Pada Pencelupan Batik Sutera. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 10, 15-20.
- Suhartini, T., & Haryanto, T. (2001). Optimalisasi Penggunaan Zat Pereduksi Dan Waktu Fiksasi Pada Pembuatan Batik Etsa Dengan Bahan Baku Rayon Viskosa. *Dinamika Kerajinan dan Batik: Majalah Ilmiah*, 18, 8-13.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sugiyono, (2012). *Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tulasi, R., dkk. (2018). Optimizing Surface Roughness In Turning Operation Using Taguchi Technique. *In ICMPC_2018, Materials Today: Proceedings 5* (pp. 19043–19048).
- Villegas-Torres, M.F., dkk. (2018). Optimisation of enzyme cascades for chiral amino alcohol synthesis in aid of host cell integration using a statistical experimental design approach. *Journal of Biotechnology*, 281, 150–160.
- Wijana, S., Diyah D, B. S., & M. M. A. (2015). Pengaruh Fiksasi terhadap Ketahanan Luntur dan Intensitas Warna Kain Mori Batik Hasil Pewarnaan Ekstrak Kulit Kayu Mahoni (*Swietenia mahagoni* (L) Jacq. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI*. ISBN: 978-602-7998-92-6, (pp. B 203-210).
- Yudak, dkk. (2011). *Keeksotisan Batik Jawa Timur*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Zulfah, L, S., & Nurwildani, M. F. (2013). Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Kain Tenun pada Sentra Industri Kain Tenun Kabupaten Pemasang. *Jurnal Teknik Industri Pancasakti Tegal*, 13-18.