

Kombinasi Optimal Pemanggangan Kopi pada Biji Kopi Arabika dengan Tingkat Kematangan Sangrai Medium Menggunakan Metode Taguchi

Optimal Combination of Coffee Roasting In Arabica Coffee Beans with Medium Roast Maturity Level Using the Taguchi Method

Sarika Zuhri^{1*}, Ilyas¹, Faradilla¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, 23111

*corresponding author: sarikazuhri@unsyiah.ac.id

Tanggal Submisi: 09 November 2021, Tanggal Penerimaan: 29 Desember 2021

Abstrak

Kualitas merupakan salah satu alasan konsumen memilih suatu produk. Konsumen akan memilih produk yang sesuai dengan kualitas yang diharapkan sesuai dengan manfaat yang diperoleh. Hal inilah yang mendasari dilakukannya penelitian di PT. OPQ bergerak di bidang produksi kopi bubuk. Penelitian dilakukan dengan metode taguchi untuk menentukan kombinasi parameter penyangraian kopi yang optimal. Parameter yang diteliti adalah lama waktu penyangraian sebagai faktor A, volume biji untuk sekali proses penyangraian sebagai faktor B, dan suhu penyangraian sebagai faktor C. Percobaan dilakukan dengan tiga taraf dan tiga titik pada masing-masing faktor. Pada percobaan ini menggunakan orthogonal array L27(3¹³) dengan dua ulangan. Hasil analisis diolah dengan menggunakan variabilitas rata-rata dan rasio S/N. Berdasarkan hasil percobaan diperoleh bahwa faktor fakta atau yang secara signifikan mempengaruhi mutu biji kopi pada proses penyangraian adalah faktor waktu penyangraian level 3 selama 150 menit, volume biji pada level 3 sebanyak 120 kg, dan penyangraian suhu pada level 3 200-205 oC. Hasil percobaan menunjukkan kombinasi yang optimal untuk mendapatkan roasted bean dengan tingkat kematangan medium roast pada biji kopi arabika.

Kata Kunci : kualitas, biji kopi, kopi arabika, penyangraian kopi, metode taguchi

Abstract

Quality is one of the reasons consumers choose a product. Consumers will choose products that fit the expected quality in accordance with the benefits obtained. This is the basic for doing research in PT. OPQ engaged in the production of coffee powder. Research done by method of taguchi to determine the optimal combination of coffee roasting parameter. The parameter studied is the length of time roasting as a factor A, volume of beans for once roasting process as factor B, and roasting temperature as factor C. Experiments conducted with three level and three points of each factor. In this experiment using an orthogonal array L27(3¹³) with two replications. The result of the analysis were processed using the average and S/N ratio variability. Based on the results of the experiment obtained that the factor of the facts or which significantly influence the quality of coffee beans in the roasting process is a time roasting factor at level 3 of 150 minutes, volume seeds at level 3 of 120 kg, and roasting temperature at level 3 of 200-205oC. Result of the experiments show the optimal combination to get roasted bean with medium roast maturity level on arabica coffee beans.

Keywords : *quality, coffee beans, coffee, arabica, coffee roasting, taguchi method*



PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga sebagai komoditas rakyat yang sudah cukup lama dibudidayakan dan mampu menjadi sumber nafkah bagi lebih dari satu setengah jiwa petani kopi Indonesia (Panggabean, 2011) . Kualitas dalam pengolahan kopi meliputi pemilihan bahan tanam kopi unggul, pemeliharaan, pemangkasan tanaman dan pemberian pelindung tanaman, pengendalian hama dan gulma, pemupukan yang seimbang, pemanenan, serta pengolahan kopi pasca panen. Pengolahan kopi sangat berperan penting dalam menentukan kualitas dan cita rasa kopi (Rahardjo, 2012). Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas produk adalah dengan mengaplikasikan metode taguchi. Metode taguchi merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan resources seminimal mungkin. Sasaran metode taguchi adalah menjadikan produk robust terhadap noise, karena itu sering disebut sebagai Robust Design (Soejanto, 2009).

PT. OPQ merupakan salah satu pabrik yang bergerak dibidang pembuatan bubuk kopi yang berada dikota Bireuen. Bubuk kopi Arasco ini merupakan salah satu yang bergerak di bidang produksi dan penjualan, yang tidak tertinggal dari persaingan dengan perusahaan sejenis yang memiliki keunggulan produksinya masing-masing. Dan saat ini pemasarannya meliputi seluruh provinsi Aceh dan luar provinsi Aceh.

Namun, setelah melakukan pengamatan di PT. OPQ masih terdapat permasalahan yaitu belum adanya kombinasi faktor waktu, volume dan suhu dari proses roasting yang optimal dikarenakan proses roasting masih menggunakan mesin manual yang belum memiliki tombol pilihan suhu dan waktu yang bisa diatur sesuai keinginan sehingga jika tidak melalui pengawasan yang rutin, hasil dari proses roasting tidak menghasilkan biji kopi dengan tingkat kematangan medium roast sesuai keinginan perusahaan. Maka dari itu diperlukannya kombinasi yang optimal agar hasil yang didapat berkualitas premium dengan tingkat kematangan medium roast walaupun masih menggunakan mesin roasting manual.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, penerapan metode taguchi pada PT. OPQ diharapkan menjadi solusi dan dapat membantu dalam mengatasi pengendalian kualitas yang terjadi selama proses roasting pada produksi bubuk kopi. Sehingga hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas bubuk kopi dengan tingkat kematangan medium roast dan produktivitas perusahaan lebih terjaga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan yang memproduksi kopi. Pengumpulan data terdiri dari data primer seperti identifikasi factor control dan nilai factor control untuk mendukung pengolahan data pada metode taguchi. Selain itu, data sekunder digunakan untuk mengetahui struktur organisasi dan profil perusahaan. Selanjutnya pengolahan dan analisis data dilakukan berdasarkan tahapan dari metode taguchi dengan mengidentifikasikan variabel bebas, kontrol dan noise factor (Wuryandari, Widiharih, & Anggraini, 2009). Selanjutnya berdasarkan factor control maka ditentukan orthogonal array dan randomisasi eksperimen taguchi. Penelitian ini melakukan sebanyak 27 kali percobaan berdasarkan dari matriks L27 (313) dengan replikasi dilakukan sebanyak 2 kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Karakteristik Kualitas

Fokus penelitian yang akan diteliti adalah mengenai kualitas roasted bean dengan tingkat kematangan medium roast. Sistem pengukuran yang digunakan hanya secara visual, yaitu melihat warna roasted bean. Menurut (Zuhri, Ilyas, Winanda, & Izzaty, 2020) menyatakan pemilihan karakteristik kualitasnya adalah tertuju pada nilai tertentu (*Nominal the best*) yang paling tepat untuk dilakukan penentuan karakteristik kualitas dalam penilaian sebuah pengujian kualitas kopi.

Identifikasi Faktor-faktor

Menurut para roaster, dalam penelitian ini faktor yang dianggap paling berpengaruh terhadap hasil dari coffee roasting ada tiga yaitu: waktu roasting, volume biji, dan suhu roasting.

Penentuan Jumlah dan Nilai Level Faktor

Dari hasil wawancara dengan ahli roaster, setiap faktor kontrol memiliki tiga level dan nilai dari masing-masing level faktor kontrol dapat dilihat pada Tabel 1. Dilakukan pengolahan data respon yang diperoleh langsung dari pengujian coffee roasting pada Tabel 1.

Perhitungan Derajat Kebebasan

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menganalisa faktor yang diamati. Perhitungan derajat kebebasan dan kombinasi yang diusulkan nantinya akan mempengaruhi pemilihan dalam tabel matriks Orthogonal Array. Pada penelitian ini faktor terkontrol yang diamati adalah 3 faktor dengan masing-masing faktor terdiri dari 3 level. Dengan adanya faktor (A, B, dan C)

serta interaksi (AxB dan AxC) maka derajat kebebasan total yang terbentuk telah dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 1. Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor

Faktor Kontrol	Level 1	Level 2	Level 3
A. Waktu <i>roasting</i> (menit)	120	150	180
B. Volume biji (Kg)	100	150	180
C. Suhu <i>roasting</i> (°C)	180-185	190-195	200-205

Tabel 2. Perhitungan Derajat Kebebasan Total

Faktor	Derajat Kebebasan	Total
A	(3 – 1)	2
B	(3 – 1)	2
C	(3 – 1)	2
AxB	(3 – 1) x (3 – 1)	4
AxC	(3 – 1) x (3 – 1)	4
Total Derajat Kebebasan		14

Penentuan Matriks *Orthogonal Array*

Perhitungan derajat kebebasan pada penelitian ini, diperoleh 14 derajat kebebasan dan masing-masing faktor mempunyai 3 level. Maka pilihan *orthogonal array* yang sesuai dengan eksperimen adalah derajat kebebasan pada matriks *orthogonal array* standar yang harus lebih besar atau sama dengan total derajat kebebasan pada eksperimen (14 derajat kebebasan). Derajat kebebasan untuk matriks *orthogonal array* yang paling sesuai adalah:

$$L_{27}(3^{13}) = 13 \times (3 - 1) = 26 \text{ derajat kebebasan}$$

Pada perhitungan total derajat kebebasan dalam eksperimen adalah 14 derajat kebebasan, oleh karena itu *orthogonal array* $L_{27}(3^{13})$ yang mempunyai 26 derajat kebebasan telah mencukupi.

Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Hasil percobaan ini diperoleh dengan cara uji skala warna secara visual terhadap *roasted bean*, untuk memperoleh nilai taksiran yang lebih akurat maka akan dilakukan *replikasi* sebanyak 2 kali. Demikian hasilnya seperti pada Tabel 3, sedangkan terhadap rata-rata dan data ditransformasikan ke dalam bentuk rasio S/N untuk mencari faktor yang berpengaruh terhadap variansi.

Tabel 3 Data Hasil Percobaan *Roasted Bean*

Matriks <i>Orthogonal L</i> ₂₇ (3 ¹³)																		
Eks	Faktor dan Interaksi													Replikasi		Jmlh	Mean	SNR
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2			
	A	B	AxB(1)	AxB(2)	C	AxC(1)	AxC(2)	e	e	e	e	e	e					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	7	3,5	13,89
2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8	7	15	7,5	20,51
3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	9	11	20	10	16,99
4	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	2	6	3	6,53
5	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	6	5	11	5,5	17,82
6	1	2	2	2	3	3	3	1	1	1	2	2	2	9	7	16	8	15,05
7	1	3	3	3	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2	4	6	3	6,53
8	1	3	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	3	8	10	18	9	16,07
9	1	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	7	8	15	7,5	20,51
10	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	8	6	14	7	13,89
11	2	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	11	10	21	10,5	23,43
12	2	1	2	3	3	1	2	3	1	2	3	1	2	13	12	25	12,5	24,95
13	2	2	3	1	1	2	3	2	3	1	3	1	2	7	5	12	6	12,55
14	2	2	3	1	2	3	1	3	1	2	1	2	3	10	11	21	10,5	23,43
15	2	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1	13	12	25	12,5	24,95
16	2	3	1	2	1	2	3	3	1	2	2	3	1	8	9	17	8,5	23,43
17	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	3	1	2	11	10	21	10,5	24,95
18	2	3	1	2	3	1	2	2	3	1	1	2	3	13	12	25	12,5	15,05
19	3	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	7	9	16	8	22,56
20	3	1	3	2	2	1	3	2	1	3	2	1	3	9	10	19	9,5	24,95
21	3	1	3	2	3	2	1	3	2	1	3	2	1	13	12	25	12,5	15,05
22	3	2	1	3	1	3	2	2	1	3	3	2	1	9	7	16	8	24,22
23	3	2	1	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	11	12	23	11,5	24,95
24	3	2	1	3	3	2	1	1	3	2	2	1	3	12	13	25	12,5	22,56
25	3	3	2	1	1	3	2	3	2	1	2	1	3	10	9	19	9,5	24,22
26	3	3	2	1	2	1	3	1	3	2	3	2	1	12	11	23	11,5	25,62
27	3	3	2	1	3	2	1	2	1	3	1	3	2	14	13	27	13,5	24,95
Rata-rata																	9,04	19,49

Identifikasi Pengaruh Faktor/Interaksi Faktor Terhadap Varians

Teknik perhitungan yang memungkinkan secara kumulatif memperkirakan kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon dengan mengidentifikasi pengujian kebenaran hipotesa terhadap pengaruh faktor kendali beserta interaksinya. Model analisis yang digunakan analisis varians dua arah dikarenakan memiliki lebih dari 2 faktor dan 2 level sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4. Sebagaimana faktor yang berpengaruh terhadap nilai rata-rata, maka untuk mengetahui faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap nilai rasio S/N juga dapat dilakukan dengan menghitung model analisis varians dua arah.

Tabel 4. Analisis Varians Rata-rata

Sumber	V	SS	MS
A	2	100,69	50,34
B	2	3,57	1,79
AxB(1)	4	2,02	0,50
AxB(2)	4	2,35	0,59
C	2	116,13	58,06
AxC(1)	4	0,57	0,14
AxC(2)	4	2,24	0,56
Error	2	9,89	4,94
Total	24	237,46	-

Tabel 5. Analisis Varians Rasio S/N

Sumber	V	SS	MS
A	2	289,33	144,66
B	2	24,48	12,24
AxB(1)	4	20,32	5,08
AxB(2)	4	14,72	3,68
C	2	383,14	191,57
AxC(1)	4	1,47	0,37
AxC(2)	4	7,08	1,77
Error	2	89,35	44,67
Total	24	829,89	-

Tabel 6. Analisis Varians Rata-rata Penggabungan III

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
A	2	100,69	50,34	47,87
B	2	3,57	1,79	1,70
AxB(2)	4	2,35	0,59	0,56
C	2	116,13	58,06	55,22
AxC(2)			<i>Polling</i>	
Error	14	14,72	1,05	-
Total	24	237,46	-	-

Tabel 7. Analisis Varians Rasio S/N Penggabungan III

Sumber	V	SS	MS	F-rasio
A	2	289,33	144,66	17,98
B	2	24,48	12,24	1,52
AxB(1)	4	20,32	5,08	0,63
AxB(2)			<i>Polling</i>	
C	2	383,14	191,57	23,81
Error	14	112,63	8,04	-
Total	24	829,89	-	-

Persen Kontribusi

Persen kontribusi merupakan presentase masing-masing faktor atau interaksi faktor yang signifikan terhadap total variansi yang diamati. Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh masing-masing faktor dan interaksi. Berdasarkan Tabel 8 diketahui persentase kontribusi terbesar pada pencapaian rata-rata karakteristik kualitas adalah faktor C (suhu) memberikan kontribusi yang paling besar terhadap hasil dari *coffee roasting* bila dibandingkan dengan faktor lain, yaitu sebesar 48,02%. Persentase kontribusi untuk *error* pada pencapaian variansi adalah sebesar 1,05%, yang berarti nilai kontribusi *error* lebih kecil 15% sehingga tidak ada faktor yang terabaikan. Dan berdasarkan tabel 9 diketahui persentase kontribusi terbesar pada pencapaian rata-rata karakteristik kualitas adalah faktor faktor C (suhu) memberikan kontribusi yang paling besar terhadap hasil dari *coffee roasting* bila dibandingkan dengan faktor lain, yaitu sebesar 44,23%. Persentase kontribusi untuk *error* pada pencapaian variasi adalah sebesar 8,04%, yang berarti nilai kontribusi *error* lebih kecil 15% sehingga tidak ada faktor yang terabaikan.

Tabel 8. Persen Kontribusi Rata-rata

Sumber	V	SS	MS	SS'	p(%)
A	2	100,69	50,34	98,58	41,51
B	2	3,57	1,79	1,47	0,62
AxB(2)	4	2,35	0,59	-1,85	-0,78
C	2	116,13	58,06	114,03	48,02
Error	14	14,72	1,05	-	-
Total	24	237,46	-	-	-

Tabel 9. Persen Kontribusi Rasio S/N

Sumber	V	SS	MS	SS'	p(%)
A	2	289,33	144,66	273,24	32,92
B	2	24,48	12,24	8,39	1,01
AxB(1)	4	20,32	5,08	-11,86	-1,43
C	2	383,14	191,57	367,05	44,23
Error	14	112,63	8,04	-	-
Total	24	829,89	-	-	-

Tabel 10. Hasil Percobaan Konfirmasi

Eks.	Hasil Eksperimen	Eks.	Hasil Eksperimen
1	11	6	11
2	12	7	12
3	12	8	11
4	11	9	12
5	13	10	13

Berdasarkan Tabel 8 diketahui persentase kontribusi terbesar pada pencapaian rata-rata karakteristik kualitas adalah faktor C (suhu) memberikan kontribusi yang paling besar terhadap hasil dari *coffee roasting* bila dibandingkan dengan faktor lain, yaitu sebesar 48,02%. Persentase kontribusi untuk *error* pada pencapaian variansi adalah sebesar 1,05%, yang berarti nilai kontribusi *error* lebih kecil 15% sehingga tidak ada faktor yang terabaikan. Dan berdasarkan tabel 9 diketahui persentase kontribusi terbesar pada pencapaian rata-rata karakteristik kualitas adalah faktor faktor C (suhu) memberikan kontribusi yang paling besar terhadap hasil dari *coffee roasting* bila dibandingkan dengan faktor lain, yaitu sebesar 44,23%. Persentase kontribusi untuk *error* pada pencapaian variasi adalah sebesar 8,04%, yang berarti nilai kontribusi *error* lebih kecil 15% sehingga tidak ada faktor yang terabaikan.

Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan berdasarkan hasil dari eksperimen sebelumnya. Eksperimen ini bertujuan untuk membuktikan hal yang didapat sebelumnya. Pada eksperimen konfirmasi, faktor dan level telah ditetapkan seperti faktor dan level pada kondisi optimal yaitu faktor waktu sebesar 150 menit yaitu pada level 3 kemudian interaksi faktor waktu sebesar 150 menit pada level 3 dan faktor volume sebesar 150 kg pada level 3 serta faktor suhu sebesar 200-205°C pada level 3. Untuk eksperimen konfirmasi diambil 10 sampel yang merujuk pada penelitian terdahulu. Pada eksperimen konfirmasi sudah menggunakan level pada kondisi optimum.

Interpretasi Hasil

Analisis terhadap prediksi hasil eksperimen taguchi dan hasil eksperimen konfirmasi adalah mencoba membandingkan antara hasil dari prediksi dan hasil aktual pada percobaan konfirmasi. Analisis ini meliputi analisis terhadap varian dan rata-rata karakteristik kualitas.

Dari hasil perhitungan interval kepercayaan pada tingkat kepercayaan 90% untuk eksperimen taguchi kemudian dibandingkan dengan interval kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi didapat bahwa rata-rata pada eksperimen konfirmasi berada pada interval kepercayaan eksperimen taguchi. Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan *coffee roasting* yang terdapat pada tabel 11, yaitu eksperimen taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami penurunan pada rata-rata dan variabilitas (S/N). Dengan demikian kombinasi optimal faktor-faktor tersebut diatas terbukti dapat memperbaiki kualitas *coffee roasting* dan dapat meningkatkan hasil *roasted bean* dengan tingkat kematangan *medium roast*. Namun penurunan nilai selisihnya tidak jauh masih dalam rentang nilai yang diharapkan, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kombinasi faktor yang optimal disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Interpretasi Hasil

Respon (<i>Roasted Bean</i>)		Prediksi	Optimasi
Eksperimen taguchi	Rata-rata	13,28	13,28 ± 0,60
	Variabilitas (S/N)	26,08	26,08 ± 1,66
Eksperimen konfirmasi	Rata-rata	11,80	11,80 ± 0,83
	Variabilitas (S/N)	23,50	23,50 ± 2,29

Tabel 12. Kombinasi Faktor Optimal

Kombinasi Faktor Optimal	
Faktor	Nilai Faktor
Waktu <i>roasting</i>	150 menit
Volume biji	120 kg
Suhu <i>roasting</i>	200-205°C

Berdasarkan interpretasi hasil perhitungan *coffee roasting* yang terdapat pada tabel 11, yaitu eksperimen taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami penurunan pada rata-rata dan variabilitas (S/N). Dengan demikian kombinasi optimal faktor-faktor tersebut diatas terbukti dapat memperbaiki kualitas *coffee roasting* dan dapat meningkatkan hasil *roasted bean* dengan tingkat kematangan *medium roast*. Namun penurunan nilai selisihnya tidak jauh masih dalam rentang nilai yang diharapkan, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kombinasi faktor yang optimal disajikan pada Tabel 12.

KESIMPULAN

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap *coffee roasting* pada PT. OPQ adalah waktu *roasting* (A), volume biji (B), dan suhu *roasting* (C). Matriks orthogonal array yang digunakan L27(3¹³) yang berarti faktor memiliki 3 level dengan 27 kali eksperimen menggunakan 2 kali replikasi. Hasil eksperimen taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami penurunan pada rata-rata dari 13,28 ke 11,80 yang berarti hasil dari *coffee roasting* lebih baik karena setelah dikonfirmasi hasil berada dalam rentang skala warna untuk tingkat kematangan *medium roast* pada biji kopi arabika. Kombinasi level dari faktor yang menghasilkan *coffee roasting* yang optimal adalah faktor waktu *roasting* pada level 3 sebesar 150 menit, volume biji pada level 3 sebesar 120 kg, dan suhu *roasting* pada level 3 sebesar 200-205 °C.

SARAN

Sebaiknya dilakukan penambahan pengamatan waktu kerja lebih dari 1 bulan. Agar mendapatkan hasil yang lebih akurat. Untuk penelitian selanjutnya pada saat dilakukan eksperimen menggunakan replikasi (pengulangan) lebih dari 2 kali replikasi, sehingga hasil lebih optimal dan akurat. Pada penelitian ini menggunakan biji kopi arabika, maka penelitian berikutnya agar dapat menggunakan biji kopi robusta. Pada penelitian ini hanya melakukan eksperimen untuk menentukan kombinasi yang optimal, oleh karena itu penelitian selanjutnya dibutuhkan adanya penambahan metode taguchi loss function agar dapat meminimalkan biaya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Panggabean, E. (2011). *Buku Pintar Kopi*. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Rahardjo, P. (2012). *Panduan Budi Daya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi, edisi pertama*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wuryandari, T., Widiharih, T., & Anggraini, S. D. (2009). Metode Taguchi untuk Optimasi Produk pada Rancangan Faktorial. *Media Statistika*, pp. 81-92.
- Zuhri, S., Ilyas, I., Winanda, M., & Izzaty, N. (2020). Taguchi method application to improve the quality of coffee pulp screen printing products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. doi:DOI 10.1088/1757-899X/931/1/012023