



## PENERAPAN TAGUCHI DALAM OPTIMASI PARAMETER UNTUK PERBAIKAN PRODUK FACIAL WASH

Faula Arina <sup>1)</sup>

Ahmad Bahauddin<sup>2)</sup>

Anggie Maurdi<sup>3)</sup>

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

e-mail: [arina@untirta.ac.id](mailto:arina@untirta.ac.id)

### ABSTRACT

*PT X is a company engaged in the cosmetic sector. The product with the biggest defect is the green tea tree oil facial wash. This study aims to reduce the number of defects by determining the optimal level setting on the product. The Taguchi method is one of the methods in the experimental design that can be used to control product quality from noise by minimizing variations. This research method uses Taguchi because this method combines experimental results through optimal factors and factor levels and at the same time reduces the number of experiments so as to save time and costs. The experimental factors are water, NaCl, cocamide DEA, citric acid, mixing speed, mixing time and mixing temperature. The results of this study found that the dominant type of defect in the green tea tree oil facial wash products was the product with low viscosity. In this case, we used a nominal-is-best quality characteristic with a target of 37500 cPs. We found that the optimal setting for green tea tree oil facial wash products were 64.3% of water, 2% of cocamide DEA, 0.3% citric acid and 60 minutes for the mixing period.*

*Keywords : facial wash tea tree oil, nominal-is-best, taguchi.*

### ABSTRAK

PT X adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang kosmetik. Produk yang mengalami cacat terbesar adalah *facial wash tea tree oil* hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi jumlah cacat produk dengan menentukan setting level optimal pada produk tersebut. Metode Taguchi merupakan salah satu metode dalam desain eksperimen yang dapat digunakan untuk mengendalikan kualitas produk dari berbagai gangguan variasi dengan memperkecil variasi. Metode penelitian ini menggunakan Taguchi karena metode ini mengkombinasikan hasil eksperimen melalui faktor dan level faktor yang optimal serta dalam waktu bersamaan mengurangi jumlah eksperimen sehingga menghemat waktu dan biaya. Faktor-faktor eksperimen dalam penelitian ini adalah air, NaCl, Cocamide DEA, citric acid, kecepatan mixing, waktu mixing dan suhu mixing. Hasil penelitian ini menyatakan jenis cacat dominan pada produk adalah produk yang mempunyai nilai viskositas rendah. Karakteristik kualitas yang digunakan adalah nominal-is-best dengan target 37500 cPs. Adapun setting level optimal produk adalah 64.3% air, 2% cocamide DEA, 0.3% citric acid, dan 60 menit untuk waktu mixing.

Kata kunci: *facial wash tea tree oil, nominal-is-best, taguchi.*

Salah satu hal yang krusial dalam persaingan industri adalah kualitas produk yang dihasilkan karena kualitas merupakan suatu karakteristik produk/jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan memberikan kepuasan kepada pelanggan (Montgomery, 2013). Pengendalian kualitas diperlukan untuk menjamin kualitas produk agar sesuai dengan spesifikasi, oleh karena itu perusahaan perlu meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

PT X adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang kosmetik diantaranya *eye treatment, cleanser, skin freshener, anti acne, maintenance, moisturizer, exfoliation, calming, sunscreen, serum,*

*decorative, brightener* dan *body lotion*. Permasalahan yang dihadapi oleh PT X adalah masih terjadi cacat sebesar 0.007% pada produk ruahan (produk setengah jadi) berbentuk cairan, 0.62% pada produk ruahan berbentuk *cream* dan 3% pada produk ruahan berbentuk cairan kental. Total produk cacat sebanyak 3.63% dari total produk yang diproduksi. Dari 3.63% cacat yang terjadi, produk yang mengalami cacat terbesar adalah *facial wash tea tree oil* hijau. Oleh karena itu penelitian ini difokuskan kepada produk tersebut. Untuk mengurangi kecacatan dari produk *facial wash tea tree oil* hijau digunakan Taguchi yang merupakan metode berbasis percobaan melalui perancangan parameter. Perancangan parameter bertujuan mengoptimalkan parameter dari masing-masing elemen sistem sehingga deviasi fungsi dari produk akan kecil dengan biaya yang minimum (Williams et al., 2007).

Penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini adalah percobaan menggunakan metode Taguchi digunakan untuk data diskrit (Arina, 2015; Trenggonowati et al., 2020) sedangkan penelitian ini menggunakan data kontinu. Metode Taguchi untuk data kontinu (Halimah & Ekawati, 2020; Hartono, 2012; Rachman et al., 2019; Sulistyawan, 2015; Telaumbanua et al., 2013). Taguchi merupakan tahap *improve* (perbaikan) pada Six Sigma (Chou & Chen, 2017). Taguchi merupakan salah satu metode untuk memperbaiki produksi (Hernadewita et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan formulasi *setting level* optimal yang akan mengurangi jumlah produk cacat pada *facial wash tea tree oil* hijau dengan karakteristik kualitas *nominal-is-best*.

## METODE

Penelitian ini menggunakan Taguchi dengan langkah-langkah sebagai berikut:

### 1. Menentukan karakteristik kualitas

Karakteristik kualitas tergantung tujuannya. Karakteristik kualitas pada penelitian ini adalah nilai viskositas produk *facial wash tea tree oil* hijau. Viskositas adalah nilai kekentalan suatu zat. Semakin tinggi nilai viskositasnya maka semakin tinggi juga kekentalan zat tersebut begitu pula sebaliknya.

Viskositas dipilih berdasarkan CTQ (Critical to Quality) yang paling dominan dari produk *facial wash tea tree oil* di PT X. CTQ unit produk *facial wash tea tree oil* hijau ada 8 yaitu viskositas rendah, viskositas tinggi, tekstur kurang homogen, tekstur berbintik, tekstur pecah, tekstur tidak sesuai standar atau kurang *glossy*, warna tidak sesuai standar dan *human error*. Jumlah produk yang mengalami viskositas rendah sebanyak 19 *work order*, produk yang viskositasnya tinggi ada 7 *work order*, produk dengan tekstur yang kurang homogen ada 11 *work order*, produk dengan tekstur berbintik terdapat 3 *work order*, produk dengan teksturnya pecah ada 2 *work order*, produk yang teksturnya tidak sesuai dengan standar berjumlah 4 *work order*, lalu produk yang mempunyai warna tidak sesuai standar ada 2 *work order* dan produk yang salah karena mengalami *human error* sebanyak 2 *work order*.

### 2. Penetapan faktor dan level

### 3. Penentuan *orthogonal array*

Pemilihan matriks *orthogonal* yang sesuai, tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan dan nilai *level* dari tiap-tiap faktor (Rushing et al., 2013)

$$L_p(q^r) \tag{1}$$

Keterangan:

L = Rancangan bujur sangkar latin

q = jumlah *level* tiap faktor

r = jumlah faktor

4. Melakukan eksperimen berdasarkan Orthogonal Array

5. Pengolahan data berdasarkan Taguchi

a. Menghitung rata-rata respon setiap eksperimen dengan rumus:

$$\bar{y}_i = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

b. Menghitung rata-rata total seluruh eksperimen dengan rumus:

$$\bar{Y} = \frac{\sum y}{n} \quad (3)$$

c. Membuat tabel respon dengan cara mengurangi nilai tertinggi dengan nilai terendah dari tiap level kemudian diperingkatkan dari tertinggi sampai terendah.

d. Anova rata-rata dengan menghitung

i. *total sum of square* :

$$S_r = \sum Y^2 \quad (4)$$

ii. *sum of square due to the mean*

$$S_m = n\bar{y}^2 \quad (5)$$

*sum of square due to the factors*

$$S_t = (n_{i1} \times \bar{i1}^2 + n_{i2} \times \bar{i2}^2 + n_{ij} \times \bar{ij}^2) - S_m \quad (6)$$

iii. *sum of square due to the error* dengan rumus:

$$S_e = V_T - S_m - (S_A + S_B + \dots + S_i) \quad (7)$$

v. *mean sum of square* dengan rumus:

$$Mq_i = \frac{Sq_i}{V_i} \quad (8)$$

*F-ratio* dengan rumus:

$$F_{ratio} = \frac{Mq_i}{S_e} \quad (9)$$

vi. Menghitung *pure sum of square* :

$$S'_i = S_i - (V_i \times V_e) \quad (10)$$

vii. Menghitung *percent contribution* dengan rumus:

$$\rho_{i\%} = \frac{S'_i}{S_t} \times 100\% \quad (11)$$

e. Melakukan strategi *Pooling Up*, dipergunakan jika berdasarkan perhitungan ANOVA terdapat faktor yang tidak berpengaruh signifikan secara statistik. Strategi ini untuk memastikan bahwa faktor (x) memiliki pengaruh terhadap kualitas produk (meskipun nilai kontribusinya kecil). Prosedur penggabungan ini dilakukan sampai derajat bebas *error* mendekati setengah dari total derajat bebas pengamatan (Montgomery, 2013).

f. Anova *Signal to Noise Ratio* (SNR).

Digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi variasi suatu respon. SNR untuk *nominal is the best* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Krishnaiah & Shahabudeen, 2012).

$$SN_{NTB} = 10 \text{ Log}_{10} \frac{\mu^2}{\sigma^2} \quad (12)$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad (13)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \mu)^2 \quad (14)$$

Keterangan:

$n$  = Jumlah pengulangan eksperimen

$y_i$  = Data pengamatan ke- $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )

$\mu$  = Rata-rata

$\sigma$  = Standar deviasi

## 6. Menentukan setting level optimal

Kondisi optimal suatu nilai respon diperoleh dari kombinasi faktor-faktor yang memberikan hasil optimal pada pengamatan dimana tiap-tiap faktor pada taraf tertentu memberikan nilai rata-rata SNR sesuai dengan tingkat karakteristiknya. Analisis variasi suatu percobaan dihasilkan model sebagai berikut (Titu et al., 2018)

$$\widehat{y}_{ijk} = \bar{y} + A_i + B_j \quad (15)$$

Nilai estimasi optimal yang dicapai dari percobaan adalah:

$$\widehat{Y}_{ijk} = \bar{y} + (\bar{A}_i - \bar{y}) + (\bar{B}_j - \bar{y}) \quad (16)$$

## 7. Eksperimen konfirmasi

Eksperimen konfirmasi adalah eksperimen yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang didapat yang bertujuan untuk melakukan validasi terhadap kesimpulan yang diperoleh selama tahap analisis. Selang kepercayaan untuk menaksir hasil eksperimen konfirmasi dalam rata-rata adalah sebagai berikut:

$$CI_{\text{mean}} = \pm \sqrt{(F_{\alpha;v1;v2} \times MS_e \left| \frac{1}{neff} + \frac{1}{r} \right|)} \quad (17)$$

$$\mu_{\text{konfirmasi}} - CI_{\text{mean}} \leq \mu_{\text{konfirmasi optimum}} \leq \mu_{\text{konfirmasi}} + CI_{\text{mean}} \quad (18)$$

$$CI_{\text{SNR}} = \pm \sqrt{(F_{\alpha;v1;v2} \times MS_e \left| \frac{1}{neff} + \frac{1}{r} \right|)} \quad (19)$$

$$\mu_{\text{konfirmasi}} - CI_{\text{SNR}} \leq \mu_{\text{konfirmasi optimum}} \leq \mu_{\text{konfirmasi}} + CI_{\text{SNR}} \quad (20)$$

Keputusan kondisi optimal dapat diterima atau tidak yaitu dengan membandingkan rata-rata nilai estimasi dan rata-rata hasil eksperimen konfirmasi dengan masing-masing selang kepercayaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Penetapan karakteristik kualitas

Karakteristik kualitas produk *facial wash tea tree oil* hijau adalah viskositas. Viskositas berkaitan dengan kemudahan konsumen dalam menggunakan sediaan *facial wash*. Viskositas suatu sediaan tidak boleh terlalu tinggi (kental) ataupun terlalu rendah (cair). Pada SNI 06-4085-1996 tidak mencantumkan syarat viskositas, namun untuk mendapatkan sediaan *facial wash* yang memiliki sifat fisikokimia yang baik maka nilai viskositasnya sebesar 3.000-50.000 cPs (Soebagio et al., 2020).

Karakteristik kualitas yang diharapkan yaitu *nominal is the best* yang memiliki nilai target sebesar 37500 cPs. Penentuan nilai viskositas 37500 cPs berdasarkan observasi langsung pada bagian *research and development* dan wawancara.

## 2. Penetapan faktor dan *level* eksperimen.

Sebelum eksperimen dilakukan penentuan faktor dan *level* berdasarkan *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Iqbal dan Dadan (2018) menyatakan faktor-faktor eksperimen yang dipilih merupakan faktor yang diasumsikan mempengaruhi viskositas rendah dari produk *facial wash tea tree oil* hijau. Faktor-faktor eksperimen yang dapat dihitung satuannya (Prawira & Rohdiana, 2018). Data *level* persentase kadar bahan kimiawi yang berpengaruh terhadap viskositas produk ditentukan dengan menyesuaikan peraturan BPOM No.23 tahun 2019 tentang persyaratan teknis bahan kosmetika sedangkan untuk *level* faktor teknis yang mempengaruhi viskositas rendah didapatkan dari hasil uji eksperimen yang telah dilakukan divisi *research & development* sebelumnya.

**Tabel 1.** Faktor dan level eksperimen

Kode	Faktor	Level	
		1	2
A	Air	64.3%	64.9%
B	NaCl	0.18%	0.2%
C	Cocamide DEA	1.6 %	2%
D	Citric acid	0.15%	0.3%
E	Kecepatan mixing	500 rpm	1000 rpm
F	Waktu mixing	30 menit	60 menit
G	Suhu mixing	25 °C	50 °C

Tabel 1 menunjukkan Faktor yang mempengaruhi viscositas ada 7 yaitu air, NaCl, cocamide DEA, citric Acid, kecepatan mixing, waktu mixing dan suhu mixing. Faktor dan level faktor pada Tabel 1 akan dikombinasikan sebagai susunan eksperimen yang disesuaikan dengan *orthogonal array* yang dipilih pada tahap selanjutnya.

## 3. Penentuan *orthogonal array* (OA)

OA menunjukkan rancangan percobaan sehingga diketahui jumlah minimal eksperimen yang harus dilakukan namun mendapatkan informasi yang cukup. Faktor kontrol penelitian ini adalah 7 dengan level faktor 2. Setiap Faktor mempunyai *degree of freedom* = (2-1) = 1, sehingga total *degree of freedom* adalah 7. Pada penelitian ini matriks *orthogonal* dipilih L8(2<sup>7</sup>) karena *degree of freedom* sama dengan *degree of freedom* dari faktor terkontrol. L8(2<sup>7</sup>) menunjukkan jumlah eksperimen sebanyak 8 dari 7 faktor kontrol dengan level faktor 2.

## 4. Melakukan eksperimen berdasarkan OA

Pada eksperimen ini digunakan alat-alat laboratorium seperti gelas ukur, pipet ukur, gelas beaker, pengaduk kaca, spatula *stainless steel*, neraca analitik, pH *meter*, *viscometer*, *picnometer* dan inkubator. Adapun bahan-bahan yang digunakan diantaranya air, *disodium* EDTA, *sodium laureth sulfat*, *cocamidopropyl betaine*, cocamide DEA, NaCl, *propylene glycol*, *allantoin*, *citric acid*, larutan warna kuning, larutan warna biru dan DMDM *hydantoin*. Berdasarkan alat dan bahan dicampur sesuai level dari faktor.

## 5. Hasil eksperimen Taguchi

Eksperimen dilakukan dengan 2 kali replikasi untuk masing-masing kombinasi *level* faktor dengan hasil akhir berupa nilai viskositas dari *facial wash tea tree oil* hijau pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil eksperimen

Faktor Kontrol							Viskositas (cPs)		Mean ( $\mu$ )
A	B	C	D	E	F	G	Rep 1	Rep 2	
1	1	1	1	1	1	1	10338	11120	10729
1	1	1	2	2	2	2	36323	36985	36654
1	2	2	1	1	2	2	30587	31382	30984.5
1	2	2	2	2	1	1	38812	38950	38881
2	1	2	1	2	1	2	12983	12768	12875.5
2	1	2	2	1	2	1	37238	37782	37510
2	2	1	1	2	2	1	11223	12335	11779
2	2	1	2	1	1	2	17539	18921	18230
Rata-rata									24705.375

Data viskositas pada Tabel 2 tersebut akan digunakan untuk menghitung respon rata-rata dan nilai Rasio S/N (variabilitas), uji ANOVA dan Uji F dan strategi *pooling up* pada tahap selanjutnya.

6. Pembuatan tabel respon rata-rata

Hasil eksperimen dihitung respon nilai rata-rata setiap faktor dan level faktornya sehingga hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 3.** Tabel Respon rata-rata

	Faktor						
	A	B	C	D	E	F	G
Level 1	29312.125	24442.125	19348	16592	24363.375	20178.875	24724.750
Level 2	20098.625	24968.625	30062.750	32818.750	25047.375	29231.875	24686
Diff	9213.500	526.500	10714.750	16226.750	684	9053	38.75
Rank	3	6	2	1	5	4	7

Contoh perhitungan

$$\begin{aligned}
 (\bar{A}) &= \frac{\sum \text{level 1 pada faktor A}}{n} \\
 &= \frac{10729+36654+30984,5+38881}{4} \\
 &= 29312.125
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh *level* faktor terbaik untuk masing-masing faktor. Pemilihan tersebut berdasarkan nilai *level* yang paling mendekati dengan 37500 cPs. Berdasarkan perhitungan respon rata-rata didapatkan hasil bahwa *level* faktor yang paling baik untuk masing-masing faktor adalah faktor A *level* 1 kadar air (60.43%), faktor B *level* 2 kadar NaCl (0.2%), faktor C *level* 2 kadar cocamide DEA (2%), faktor D *level* 2 kadar citric acid (0.3%), faktor E *level* 2 kecepatan *mixing* (1000 rpm), faktor F *level* 2 waktu *mixing* (60 menit) dan faktor G *level* 1 suhu *mixing* (25° C).

7. Anova rata-rata

ANOVA rata-rata dilakukan analisis varian terhadap respon nilai rata-rata tiap faktor dan level faktor dari data pada Tabel 2.

**Tabel 4.** Anova rata-rata

Sumber	Df	SS	MS	Fratio	SS'	Ratio%
A	1	339554329	339554329	1046.903	339229987	15.522
B	1	1108809	1108809	3.419	1108809	0.051
C	1	459223470.25	459223470	1415.864	459223470	21.013
D	1	1053229662.25	1053229662	3247.285	1053229662	48.194
E	1	1871424	1871424	5.770	1871424	0.086
F	1	327827236	327827236	1010.747	327827236	15.001
G	1	6006.25	6006.25	0.019	6006	0.0003
Galat	8	2594733	324341.62		2919074	0.134
SS <sub>t</sub>	15	2185415669.75				100
Mean	1	9765688862.25				
SS <sub>total</sub>	16	11951104532				

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 SS_{total} &= \sum Y^2 \\
 &= 10338^2 + 11120^2 + 36323^2 + \dots + 18921^2 \\
 &= 11951104532
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4 dengan  $\alpha = 0.01$  diketahui bahwa faktor A, C, D dan F memiliki nilai  $F_{ratio} > F_{tabel}$  ( $F_{0.01(1,8)} = 11.26$ ). Faktor A, C, D dan F berpengaruh secara signifikan terhadap nilai rata-rata viscositas. Sedangkan untuk faktor B, E dan G akan di *pooling up* karena nilai  $F_{ratio}$  lebih kecil dari nilai  $F_{tabel}$ , hal ini menunjukkan bahwa faktor tersebut tidak berpengaruh secara signifikan sehingga digabungkan dengan nilai *Galat*.

8. Anova *Signal to Noise Ratio* (SNR)

**Tabel 5.** Anova SN/R

Sumber	Df	SS	MS	Fratio
A	1	67.291	67.290	9.970
B	1	4.820 (pooled)		
C	1	346.010	346.010	335.390
D	1	131.460	131.460	127.430
E	1	4.130 (pooled)		
F	1	85.610	85.610	82.980
G	1	2.400 (pooled)		
Galat	8	11.348	1.030	
Total	15	641.714		

Tabel 5 menunjukkan faktor A, C, D dan F berpengaruh secara signifikan terhadap nilai SNR viskositas produk karena nilai *Fratio* lebih besar dari nilai *F*tabel, ( $F_{0.01}(1,11) = 9.65$ ).

9. Menentukan setting level optimal

Proses penentuan setting level optimal dari faktor yang signifikan di Tabel 5, selanjutnya masing-masing faktor tersebut dipilih level yang rata-rata viskositas pada Tabel 3 yaitu tabel respon rata-rata yang paling mendekati target 37500 cPs. Akibatnya diperoleh level optimal faktor A level 1 (persentase water 64.3%), faktor C level 2 (persentase cocamide DEA 2%), faktor D level 2 (persentase citric acid 0.3%) dan faktor F level 2 (waktu mixing 60 menit) atau A1C2D2F2.

$$\begin{aligned} \mu_{\text{optimal}} &= \bar{y} + (\overline{A1} - \bar{y}) + (\overline{C2} - \bar{y}) + (\overline{D2} - \bar{y}) + (\overline{F2} - \bar{y}) \\ &= 24705.375 + (29312.125 - 24705.375) + (30062.75 - 24705.375) + \\ &\quad + (32818.75 - 24705.375) + (29231.875 - 24705.375) \\ &= 47308.630 \end{aligned}$$

10. Eksperimen konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan 4 *batch* yang mengimplementasikan kombinasi *level* faktor optimal untuk viskositas *facial wash tea tree oil* hijau yaitu faktor A *level* 1 (persentase water 64.3%), faktor C *level* 2 (persentase cocamide DEA 2%), faktor D *level* 2 (persentase citric acid 0.3%) dan faktor F *level* 2 (waktu *mixing* 60 menit). Hasil eksperimen konfirmasi ada pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Eksperimen Konfirmasi

<i>Batch</i>	Viskositas (cPs)
1	30574
2	38826
3	35392
4	37928
Rata-Rata ( $\mu$ )	35680

**Tabel 7.** Selang Kepercayaan

Viscositas	Rata-rata	Prediksi	Selang kepercayaan
Taguchi	Rata-rata	47308.630	$47308.630 \pm 1236.94$
(optimal)	Variansi	47.535	$47.535 \pm 5.05$
Eksperimen	Rata-rata	35680	$35680 \pm 1659.52$
Konfirmasi	Variansi	55.37	$55.37 \pm 6.77$

Tahap selanjutnya yaitu menghitung selang kepercayaan rata-rata dan SNR yang optimal, serta selang kepercayaan rata-rata dan SNR pada eksperimen konfirmasi. Bila dibandingkan selang kepercayaan antara Taguchi dan eksperimen konfirmasi ada pada Tabel 7. Hasil eksperimen konfirmasi dengan  $\alpha=0,01$  untuk nilai rata-rata dan SNR dapat diterima karena hasil eksperimen konfirmasi masih berada dalam selang kepercayaan hasil optimal. Hal ini berarti hasil eksperimen Taguchi dapat diaplikasikan dan setting level optimal dapat dijadikan acuan dalam proses produksi produk *facial wash tea tree oil* hijau untuk mengurangi cacat produk.



## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa kombinasi *setting level* yang optimal dari faktor-faktor yang berpengaruh pada kualitas produk *facial wash tea tree oil* hijau di PT X adalah faktor A level 1 (persentase air 64,3%), faktor C level 2 (persentase *cocamide* DEA 2%), faktor D level 2 (persentase *citric acid* 0,3%) dan faktor F level 2 (waktu *mixing* 60 menit).

## REFERENSI

- Arina, F. (2015). Perancangan Parameter Dengan Pendekatan Taguchi Untuk Data Diskrit. *Jurnal BIAStatistics*, 9(1), 1–7.
- Chou, S., & Chen, J. C. (2017). *Taguchi-Based Six Sigma Approach to Optimize Surface Roughness for Milling Processes*. 11(10), 1653–1658.
- Halimah, P., & Ekawati, Y. (2020). Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 13(1), 13–26. <https://doi.org/10.30813/jiems.v13i1.1694>
- Hartono, M. (2012). Meningkatkan Mutu Produk Plastik Dengan Metode Taguchi. *Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 93. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol13.no1.93-100>
- Hernadewita, H., Rochmad, I., Hendra, H., Hermiyetti, H., & Yuliani, E. N. S. (2019). An analysis of implementation of Taguchi method to improve production of pulp on hydrapulper milling. *International Journal of Production Management and Engineering*, 7(2), 125–131. <https://doi.org/10.4995/ijpme.2019.10163>
- Krishnaiah, K., & Shahabudeen, P. (2012). *Applied Design of Experiments and Taguchi Methods*. PHI Learning Private Limited.
- Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to Statistical Quality Control* (7th ed.). John Wiley and Sons, Inc.
- Montgomery, D. C. A. S. U. (2013). *Design and Analysis of Experiments* (8th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Prawira-Atmaja, M. I., & Rohdiana, D. (2018). DIVERSIFIKASI PRODUK BERBASIS TEH PADA INDUSTRI PANGAN, FARMASI, DAN KOSMETIK Diversification of Tea Based Products in the Food, Pharmaceutical and Cosmetic Industry. *Perspektif*, 17(2), 150–165. <https://doi.org/10.21082/psp.v17n2.2018.150-165>
- Rachman, F. R., Setiawan, T. A., Karuniawan, B. W., & Maya, R. A. (2019). Penerapan Metode Taguchi Dalam Optimasi Parameter Pada Proses Electrical Discharge Machining (EDM). *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori Dan Aplikasi Statistika*, 12(1), 7–12. <https://doi.org/10.36456/jstat.vol12.no1.a1991>
- Rushing, H., Karl, A., & Wisnowski, J. (2013). *Design and analysis of experiments by Douglas Montgomery: A supplement for using JMP*. SAS Institute Inc. <https://doi.org/10.2307/2983009>
- Soebagio, T. T., Hartini, Y. S., & Mursyanti, E. (2020). Aktivitas Antibakteri Sediaan Sabun Wajah Cair Ekstrak Herba Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Propionibacterium acnes*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 5(2), 69–80. <https://doi.org/10.24002/biota.v5i2.2698>
- Sulistiyawan, E. (2015). Analisis Optimasi Ketelitian Dimensi, Kekasaran Permukaan dan Laju Elektroda pada Proses Electric Discharge Machining dengan metode taguchi Multi Respon. *Statistika*, 7,

1–14.

- Telaumbanua, A., Siregar, K., & Sinaga, T. S. (2013). Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Pendekatan Metode Taguchi Pada Pt Asahan Crumb Rubber. *Jurnal Teknik Industri FT USU*, 3(5), 1–7.
- Titu, A. M., Sandu, A. V., Pop, A. B., Titu, S., & Ciungu, T. C. (2018). The Taguchi Method Application to Improve the Quality of a Sustainable Process. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 374(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/374/1/012054>
- Trenggonowati, D. L., Ulfah, M., Arina, F., & Wardhani, A. M. (2020). Pengendalian kualitas continuous tandem cold mill (CTCM) menggunakan metode Taguchi pada divisi cold rolling mill di PT. XYZ. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(2), 293. <https://doi.org/10.36055/tjst.v16i2.9242>
- Williams, K. W., Bellows, B., Dees, D., Engler, D., Lindner, R., & King, J. J. (2007). SN Ratios for Continuous Variables. In *Taguchi's Quality Engineering Handbook*. <https://doi.org/10.1002/9780470258354.ch12>