

## PERBAIKAN KADAR KAFEIN PADA PRODUK KOPI ARABICA DENGAN MENGGUNAKAN DESAIN EKSPERIMEN TAGUCHI

Rio Prasetyo Lukodono, Nasir Widha Setyanto dan Muhammad David Izzulhaq

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

e-mail: rio\_pl@ub.ac.id

### ABSTRAK

Peningkatan konsumsi kopi sebagai stimulan oleh masyarakat modern semakin tinggi. Kafein yang terkandung di dalamnya memang terbukti secara klinis mampu meningkatkan daya tahan tubuh, daya keterjagaan, bahkan meningkatkan taraf kognitif otak apabila dikonsumsi dalam dosis yang wajar. Kadar kafein yang dibolehkan oleh SNI adalah 9-20 mg/g. Namun di lapangan, banyak perusahaan kopi yang masih belum memperhatikan kadar kafein dalam kopi yang diproduksinya. Hal tersebut berujung pada tidak dikeluarkannya nomor ijin dari dinas kesehatan untuk kopi bubuk yang telah diproduksi namun memiliki kadar kafein diluar standar SNI. Berangkat dari hal itu, penelitian ini bertujuan mengetahui faktor dan level faktor apa saja yang secara signifikan mempengaruhi perubahan kadar kafein agar sesuai dengan SNI serta mengetahui bagaimanakah faktor dan level faktor optimal yang dapat memperbaiki penyimpangan nilai kafein produk kopi bubuk Arabica Java Ijen-Raung dengan menggunakan metode desain eksperimen Taguchi. Adapun hasil dari penelitian yakni lama penyangraian, suhu sangrai, lama fermentasi, dan lama penjemuran, berturut-turut merupakan faktor-faktor yang cukup signifikan dalam mempengaruhi perubahan kadar kafein sesuai dengan SNI.

**Kata Kunci:** Kopi Arabica Java Ijen-Raung, kafein, SNI, Taguchi

### ABSTRACT

There are increasing in coffee consumption as a stimulant by modern society. The caffeine contained is clinically proven to be able to increase endurance, energy, and even improve the cognitive level of the brain when consumed in reasonable doses. The level of caffeine allowed by SNI is 9-20 mg / g for each day. However, many coffee companies still do not concern about the caffeine levels in the coffee they produce. This led to rejecting a permit number from the health service for ground coffee that had been produced which caffeine content outside the SNI standard. This study aims to determine the factors and levels of any factors that significantly affect changes in caffeine levels in accordance with SNI and find out how the factors and levels of optimal factors can improve the deviation of caffeine value of Java Ijen-Raung Arabica coffee products using Taguchi experimental design method. The results of the study are the length of roasting, the temperature of the roast, the duration of fermentation, and the duration of drying, respectively, are factors that are quite significant in influencing changes in caffeine levels in accordance with SNI.

**Keywords:** Kopi Arabica Java Ijen-Raung, Caffeine, SNI, Taguchi

### PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan aktivitas masyarakat dalam menyongsong era modern dewasa ini, masyarakat modern semakin dituntut untuk lebih produktif dalam bekerja dan berkarya. Tuntutan ini bahkan seringkali memaksa mereka untuk mengeluarkan energi lebih dibandingkan yang seharusnya dibutuhkan. Karenanya, penggunaan doping atau stimulan untuk mendukung aktivitas mereka baik yang berupa makanan, atau minuman berenergi bahkan obat-obatan seringkali menjadi bagian yang tak terpisahkan dalam kehidupan modern dewasa ini.

Salah satu yang menjadi pilihan dan

sangat umum dikonsumsi oleh masyarakat modern adalah kopi. Jumlah kafein yang cukup tinggi dalam kandungan kopi secara klinis telah terbukti dapat memberikan beberapa efek samping positif yang dapat mendukung tingginya aktivitas masyarakat tersebut seperti memulihkan tingkat keterjagaan, memberikan kesegaran, bahkan membantu meningkatkan kemampuan kognitif manusia. Itulah alasan mengapa kopi merupakan stimulan yang cukup banyak dicari oleh masyarakat, tentunya selain harganya yang murah dan mudah didapatkan [1]. Tetapi dengan kondisi penyajian kopi yang dijual di pasaran saat ini masih belum memenuhi harapan dari pelanggan dengan

indikator penilaian yang masih dibawah standar. Disisi lain kualitas dari minuman kopi tersebut dipengaruhi salah satunya oleh kualitas dari bubuk kopi yang diseduhkan [2].

Namun di sisi lain, merujuk pada jurnal kedokteran mengenai konsumsi kafein pada kopi, konsumsi kopi yang cenderung tak terkontrol dan berlebihan dapat menimbulkan efek samping negatif yang dapat menimbulkan kerugian terhadap kesehatan pengonsumsi kopi itu sendiri seperti nyeri kepala, tremor, mual dan muntah, bahkan peningkatan resiko kerusakan hati [3]. Guna menghindari atau mengurangi efek negatif dari berlebihnya kadar kafein yang dikonsumsi oleh para konsumen BSNRI mengeluarkan SNI yang mengatur kandungan dalam kopi bubuk. Tabel 1 di bawah berikut merupakan standar kandungan dasar pada kopi bubuk sesuai SNI.

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa mutu kadar kafein yang dibolehkan adalah 0.9-2 %w/w atau 9-20 mg/g. Bila ditemukan nilai kadar kafein yang kurang dari 9 mg/g maka dikhawatirkan konsumen kurang mendapatkan manfaat dari kopi yang dikonsumsi. Di sisi lain, bila kadar kafein melebihi nilai 20 mg/g maka dikhawatirkan akan dapat menimbulkan efek negatif seperti yang telah disebut di atas.

Tabel 1.SNI Kopi Bubuk (SNI 01-3542-2004)

Kriteria	Satuan	Syarat
Keadaan (bau,rasa)	-	normal
Kadar air	% w/w	maks 7
Kadar abu	% w/w	7 - 14
Kealkalian dari abu	1 N NaOH/100 gr	57 - 64
Kadar kafein	% w/w	0,9 - 2
Cemaran Logam (Pb, Cu)	mg/kg	maks 30
Padatan tak larut dalam air	% w/w	maks 0,25
Jumlah bakteri	koloni/gram	maks 10 <sup>6</sup>

Kualitas merupakan ukuran penting dari perusahaan atau suatu instansi terkait yang memiliki standar tertentu dari suatu produk yang dibuat untuk dapat memuaskan pengguna. Produk kopi bubuk *Arabica Java Ijen-Raung* memiliki standar yang telah dikeluarkan oleh pemerintah yang sesuai dengan anjuran dari dinas kesehatan. Untuk memperbaiki kualitas produk diperlukan suatu metode yang dapat

membuat produk tidak sensitif terhadap variasi yang disebabkan oleh faktor gangguan dan dalam waktu yang bersamaan dapat menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Indikator kerugian yang seminimal mungkin adalah semakin minimalnya perbedaan suatu indikator kualitas produk dari nilai yang ditargetkannya [4].

Penggunaan metode *Taguchi* dapat menyederhanakan jumlah eksperimen dibandingkan menggunakan *full factorial* sehingga dapat meminimalisir waktu dan biaya sehingga dapat dihasilkan kombinasi faktor-faktor beserta levelnya yang kokoh (*robust*) terhadap faktor pengganggu (*noise*) [5]. Metode *Taguchi* menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap faktor pengganggu (*noise*), karenanya metode ini disebut juga sebagai perancangan kokoh (*robust design*)[6]. Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas diatas, penerapan metode *Taguchi* pada permasalahan ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor dan level faktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap perubahan kadar kafein sehingga dapat memperbaiki kualitas kopi bubuk sesuai dengan yang ditetapkan oleh SNI. Nantinya, beberapa proses produksi pasca panen seperti penjemuran, perembangan, fermentasi, penyangraian, dll., akan dipilih untuk dijadikan faktor dan diuji melalui matriks standar, kemudian dipadukan dengan level faktor yang didapat melalui diskusi dan studi literatur untuk akhirnya mendapatkan jumlah minimal eksperimen serta nantinya dapat digunakan untuk mengetahui kiranya proses apa saja dan level faktor bagaimana yang dapat mempengaruhi perubahan pada nilai standar yang ditetapkan.

Penelitian ini bertempat di CV. Nurtanio Abadi yang merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi kopi lokal di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur. Bertempat di kecamatan ijen, CV. Nurtanio Abadi telah memproduksi beberapa varian kopi dari jenis robusta hingga jenis arabica. Namun secara khusus, penelitian ini nantinya hanya akan difokuskan pada produk kopi lanang, jenis *Arabica*, yakni kopi *Arabica Java Ijen-Raung*.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksperimen, karena pada penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap suatu parameter dalam kondisi yang terkendalikan, dalam hal ini akan dilakukan percobaan secara langsung terhadap objek penelitian yaitu kopi *arabica java*. Penelitian yang dilakukan dapat dikategorikan sebagai penelitian rekayasa yang menerapkan ilmu pengetahuan dalam suatu rancangan guna mendapatkan hasil produk atau proses yang sesuai dengan persyaratan yang ditentukan. Tahap pelaksanaan eksperimen menggunakan desain eksperimen *Taguchi* dengan karakteristik kualitas yang digunakan *Nominal the Better*.

Penelitian ini dilaksanakan di CV. Nurtanio Abadi dan kelompok tani kopi Tani Maju yang menjadi mitra kerja CV Nurtanio abadi yang berlokasi di Kecamatan Ijen, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur. Waktu penelitian yakni penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2017-Juli 2017. Sedangkan pengujian kadar kafein kopi *Arabica Java* Ijen-Raung dilakukan di Laboratorium Kimia Organik, Fakultas MIPA Universitas Brawijaya dan Laboratorium Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember, Jawa Timur.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada penelitian ini untuk mempermudah pendekatan desain eksperimen *Taguchi* akan digunakan tiga tahapan utama yaitu tahap perencanaan, tahap eksperimen, tahap pengumpulan dan analisis data.

**Tahap Perencanaan**

Penetapan karakteristik kualitas yang digunakan adalah NTB, hal tersebut berdasarkan mutu SNI kadar kafein yang dibolehkan pada kopi yakni berkisar antara 9-20 mg/g, kemudian diambil nilai tengahnya yakni 14.5 mg/g, sehingga semakin mendekati nilai tersebut akan semakin baik pula kualitasnya. Setelah karakteristik kualitas ditetapkan dilakukan identifikasi faktor dan level yang berpengaruh. Penentuan faktor dan level dilakukan berdasarkan hasil studi literatur, penelitian terdahulu, serta diskusi dengan para ahli, pengelola CV. Nurtanio Abadi dan pihak

akademisi. Tabel 2 di bawah merupakan tabel berisi faktor terpilih beserta level faktornya.

Tabel 2. Penetapan Faktor dan Level

Faktor Terpilih	Level Faktor			Satuan
	1	2	3	
Lama Penjemuran (A)	5	7	10	Hari
Lama Fermentasi (B)	18	24	36	Jam
Lama Penyangraian (C)	10	12	15	Menit
Suhu Penyangraian (D)	70°	100°	150°	Celcius

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan hasil rekap dari faktor dan level yang digunakan dalam penelitian, dimana faktor dan level yang digunakan merupakan proses dan perlakuan terhadap masing-masing proses yang akan dieksperimentasikan.

Tahap selanjutnya adalah penetapan matriks *orthogonal*, yaitu suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris yang merupakan kombinasi level dari dalam eksperimen, dan kolom yang merupakan yang dapat diubah dalam eksperimen [4],[6]. Sebelum mendapatkan desain *orthogonal array* yang sesuai maka diperlukan nilai *degree of freedom* dari masing-masing dalam eksperimen. *Degree of freedom* yang digunakan harus sama dengan *degree of freedom* utama tersebut. Tabel 3 berikut ini adalah perhitungan *degree of freedom* dari faktor yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 3. Perhitungan *Degree of Freedom*

Faktor	Level – 1	Df
A	3-1	3-1 = 2
B	3-1	3-1 = 2
C	3-1	3-1 = 2
D	3-1	3-1 = 2
Total		8

$$\begin{aligned}
 Df &= \text{jml faktor} * (\text{banyak level} - 1) & (1) \\
 &= 4 * (3-1) \\
 &= 8
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan derajat bebas tersebut, dapat kita ketahui bahwa jumlah derajat bebas dari penelitian ini adalah 8, sehingga *orthogonal array* yang harus digunakan adalah  $L_8 (3^8)$ . Pada eksperimen *taguchi* dengan menggunakan 3 level, matriks OA yang tersedia

antara lain  $L_9 (3^4)$ ,  $L_{27} (3^{13})$ , dan  $L_{81} (3^{40})$ . Dikarenakan  $L_8 (3^8)$  tidak termasuk dalam matriks yang disediakan dalam OA, serta adanya keterbatasan berupa waktu dan biaya dalam melaksanakan penelitian ini maka dipilihlah  $L_9 (3^4)$ . Hal tersebut berarti akan dibutuhkan 9 kali eksperimen, dengan menggunakan 4 faktor yang masing-masingnya terdiri dari 3 level. Jumlah eksperimen yang harus dibuat dengan *Orthogonal Array*  $L_9 (3^4)$  adalah 9 kali eksperimen dan setiap eksperimen dilakukan replikasi sebanyak 3 kali guna memperkecil nilai *error*, sehingga total keseluruhan data berjumlah 27 eksperimen.

### Tahap Pelaksanaan Eksperimen Taguchi

Pada tahap pelaksanaan eksperimen dilakukan pembuatan sampel kopi *arabica java* ijen-raung yang mengacu pada *Orthogonal Array* yang telah ditentukan. Sebelum melaksanakan eksperimen perlu dipersiapkan alat dan bahan yang digunakan pada penelitian. Pembuatan kopi bubuk *arabica java* ijen-raung menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Alat
  - a. Timbangan
  - b. Baskom
  - c. Mesin Huller
  - d. Mesin Sortir
  - e. Bak Perendam
  - f. Para-para
  - g. Terpal
  - h. Mesin Sangrai
  - i. Mesin Grinder
  - j. Stopwatch
  - k. Mesin Pengepak
2. Bahan
  - a. Biji kopi *arabica java* ijen-raung
  - b. Air

Adapun urutan proses pembuatan kopi bubuk *arabica java* ijen-raung adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan
2. Proses sortasi biji kopi
3. Proses fermentasi biji kopi
4. Proses pencucian biji kopi
5. Proses penjemuran biji kopi
6. Pengupasan kulit ari biji kopi
7. Proses *roasting*

8. Proses *grinding*
9. Proses *Packaging*

### Hasil Analisis

Eksperimen *Taguchi* yang dilakukan adalah pembuatan sampel kopi bubuk *arabica java* ijen-raung. Banyaknya sampel uji dari kopi bubuk *arabica java* ijen-raung yang telah dieksperimenkan adalah sejumlah 27 sampel. Pengujian kadar kafein tiap sampelnya dilakukan di Laboratorium kimia organik FMIPA, Universitas Brawijaya. Tabel 4 berikut ini menunjukkan hasil uji kandungan kadar kafein pada sampel kopi bubuk *arabica java* ijen-raung.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kadar Kafein

No	Faktor				Replikasi			Rata-rata
	A	B	C	D	R1	R2	R3	
1	1	1	1	1	8,4	9,4	8,7	8,83
2	1	2	2	2	17,3	17,6	18,5	17,8
3	1	3	3	3	19,5	20,3	21,2	20,33
4	2	1	2	3	14,6	12,8	14,5	13,97
5	2	2	3	1	16,1	16,8	15,3	16,07
6	2	3	1	2	14,7	15,1	14,3	14,7
7	3	1	3	2	19,2	20,5	19,4	19,7
8	3	2	1	3	10,2	11,1	12	11,1
9	3	3	2	1	16	15,6	15,4	15,67

Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul, maka selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel. Tabel 5 dan 6 merupakan hasil perhitungan rata-rata dengan ANOVA.

Tabel 5. Tabel Respon ANOVA Rata-rata Kadar Kafein Kopi bubuk Arabica Java Ijen-Raung

Level	Pengaruh			
	A	B	C	D
Level 1	15,6	14,17	11,54	13,52
Level 2	14,91	14,99	15,81	17,4
Level 3	15,49	16,9	18,7	15,13
<i>Difference</i>	0,74	2,73	7,16	3,88
Rank	4	3	1	2

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa faktor yang mempengaruhi kadar kafein paling tinggi berturut turut yakni Lama Roasting, Suhu Roasting, lama fermentasi, dan lama penjemuran. Selain itu, dari tabel respon juga

dapat dilihat bahwa level faktor yang memiliki nilai terbesar yakni A2 (lama penjemuran 7 hari), B2 (lama fermentasi 24 jam), C2 (suhu *roasting* 10 menit), dan D3 (suhu *roasting* 150 °C).

Pengujian hipotesis dan kesimpulan yang diperoleh dari Tabel ANOVA nilai rata-rata di atas adalah sebagai berikut:

1)  $H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor A terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi

$H_1$  : ada pengaruh faktor A terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi

Pada tabel di atas, Nilai *F ratio* (2,74)  $\leq$  *F* tabel (2:18 = 3,55), maka  $H_0$  diterima. Hal tersebut berarti tidak ditemukan pengaruh faktor A terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi.

Tabel 7. *Analysis of Variance* Nilai Rata-rata

Sbr	SS	df	MS	SS'	Ratio %	F Tabel
A	2.75	2	1.37	1.744	0.5	3.55
B	35.4	2	17.7	34.395	9.86	3.55
C	233.26	2	116.62	232.25	66.6	3.55
D	68	2	34.16	67.30	19.3	3.55
E	9.03	18	0.502	13.04	3.74	
SSt	348.74	26	13.41	348.74		
Mean	6363.4	1				
SSTotal	6712.1	27				

2)  $H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor B terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi

$H_1$  : ada pengaruh faktor B terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi.

Pada tabel di atas, Nilai *F ratio* (35,27)  $\geq$  *F* tabel (2:18 = 3,55), maka  $H_0$  ditolak. Hal tersebut berarti ditemukan pengaruh faktor B terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi.

3)  $H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor C terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi

$H_1$  : ada pengaruh faktor C terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi

Pada tabel di atas, Nilai *F ratio* (232,39)  $\geq$  *F* tabel (2:18 = 3,55), maka  $H_0$  ditolak. Hal tersebut berarti ditemukan pengaruh faktor C terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi.

4)  $H_0$  : Tidak ada pengaruh faktor C terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi

$H_1$  : ada pengaruh faktor C terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi

Pada tabel di atas, Nilai *F ratio* (68,06)  $\geq$  *F* tabel (2:18 = 3,55), maka  $H_0$  ditolak. Hal tersebut berarti ditemukan pengaruh faktor D terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi.

Di samping itu, nilai *percent ratio* yang tertera pada tabel 7 tersebut menunjukkan bahwa faktor yang memiliki kontribusi paling besar dalam mempengaruhi perubahan nilai kadar kafein adalah faktor C (lama penyangraian) dengan nilai persentase sebesar 66,59%. Selain itu, yang juga memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai kadar kafein kopi adalah faktor D (suhu penyangraian) dengan persentase sebesar 19,29% kemudian faktor B (lama fermentasi) dengan persentase sebesar 9,86%. Sedangkan faktor A (lama penjemuran) tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap perubahan kadar kafein kopi yakni dengan persentase hanya sebesar 0,49%.

Selanjutnya dilakukan pooling terhadap nilai yang memiliki pengaruh kecil. *Pooling Up* dilakukan untuk guna memperkecil adanya potensi keliru dalam penelitian. Menurut Belavendram, strategi pooling up yang baik hanya disarankan dengan mengolah separuh dari jumlah derajat kebebasan yang digunakan dalam eksperimen. *Pooling up* dilakukan secara bersama-sama untuk faktor yang nilai *F* tabelnya lebih besar dari *F* hitung. Mengacu pada tabel ANOVA di atas, faktor dengan nilai *F* di bawah nilai *F* tabel adalah faktor A. Sedangkan faktor dengan nilai kontribusi paling rendah adalah faktor A dan B. Maka akan dilakukan *pooling up* untuk dua faktor tersebut. Berikut adalah perhitungan *pooling up* faktor A dan B. Hasil rekap data perhitungan ANOVA nilai rata-rata setelah dilakukan *pooling* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Analysis of Variance (ANOVA) Nilai Rata-rata Setelah Pooling

Sbr	Pooled	SS	df	Fratio	Ratio %	F Tabel
A	Y					
B	Y					
C		233.2563	2	54.38445	65.7	3.44
D		68	2	15.92903	18.3	3.44
Pooled e		47.17926	22	1	16	
SSt		348.74	26			
Mean		6363.343	1			
SSTotal		6712.09	27			

Perhitungan *Pooling* dilakukan guna mengetahui seberapa besar pengaruh dihilangkannya beberapa faktor terhadap eksperimen keseluruhan dengan cara melihat persen kontribusi *error*. Apabila diketahui persen kontribusi *error* lebih kecil dari 50% maka dapat dikatakan bahwa faktor yang dihilangkan tidak terlalu memberikan pengaruh terhadap eksperimen secara keseluruhan dan begitu pula sebaliknya. Berdasarkan tabel di atas, diketahui bahwa persen kontribusi error setelah dilakukan pooling adalah sebesar 16%, artinya bahwa dapat diasumsikan tidak adanya faktor penting yang dihilangkan dari eksperimen. Sementara, jumlah persen kontribusi dari faktor penting (faktor C dan faktor D) yang bernilai sebesar 84% dapat diartikan bahwa hasil dari eksperimen yang telah dilakukan sebanyak 84% nya dipengaruhi oleh faktor C dan faktor D.

Selanjutnya dilakukan perhitungan perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan pada nilai kafein dari kopi. Berikut ini adalah perhitungan perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan

1. Perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan nilai rata-rata seluruh data,

a. Perkiraan kondisi optimal nilai rata-rata seluruh data

Nilai rata-rata seluruh data ( $\bar{y}$ ) = 15,35

b. Menghitung nilai prediksi rata-rata

$\mu_{\text{predicted}} = \text{Estimasi rata-rata proses pada kondisi optimal}$  (2)

$\mu_{\text{predicted}} = \bar{y} + (\text{terpilih1} - \bar{y}) + \dots + (\text{terpilih n} - \bar{y})$

$\mu_{\text{predicted}} = \bar{y} + (\overline{C2} - \bar{y}) + (\overline{D3} - \bar{y})$

$$\mu_{\text{predicted}} = \bar{y} + \overline{C2} + \overline{D3} - 2\bar{y}$$

$$\mu_{\text{predicted}} = 15,35 + 15,81 + 15,13 - (2 \times 15,35)$$

$$\mu_{\text{predicted}} = 15,59$$

c. Menghitung interval kepercayaan nilai rata-rata

$$Cl_{\text{mean}} = \pm \sqrt{(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{\text{pooled e}} \times \frac{1}{n_{\text{eff}}})}$$
 (3)

Sedangkan untuk mendapatkan nilai *n<sub>eff</sub>* adalah sebagai berikut:

$$n_{\text{eff}} = \frac{\text{total number of experiments}}{\text{sum of degree of freedom used in estimate of mean}}$$
 (4)

$$n_{\text{eff}} = \frac{9 \times 3}{v_{\mu} + v_C + v_D} = \frac{27}{27}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{27}{1 + 2 + 2} = 5,4$$

Berikut ini perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata,

$$Cl_{\text{mean}} = \pm \sqrt{(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{\text{pooled e}} \times \left[ \frac{1}{n_{\text{eff}}} \right])}$$
 (5)

$$Cl_{\text{mean}} = \pm \sqrt{(F_{0,05; 1, 22} \times 2,14 \times \left[ \frac{1}{5,4} \right])}$$

$$Cl_{\text{mean}} = \pm \sqrt{(4,3 \times 2,14 \times \left[ \frac{1}{5,4} \right])}$$

$$Cl_{\text{mean}} = \pm 1,3054$$

Didapatkan Interval kepercayaan untuk nilai rata-rata proses optimal sebagai berikut:

$$\mu_{\text{predicted}} - Cl_{\text{mean}} \leq \mu_{\text{predicted}} \leq \mu_{\text{predicted}} + Cl_{\text{mean}} \quad (6)$$

$$15,59 - 1,3054 \leq \mu_{\text{predicted}} \leq 15,59 + 1,3054$$

$$14,2846 \leq \mu_{\text{predicted}} \leq 16,8954$$

Mengacu pada hasil perhitungan prediksi kondisi optimum untuk nilai rata-rata didapatkan hasil nilai  $\mu_{\text{predicted}}$  sebesar 15,59; nilai tersebut masih berada dalam rentang nilai selang kepercayaan yaitu  $14,2846 \leq \mu_{\text{predicted}} \leq 16,8954$ . Hal ini berarti pengukuran kadar kafein kopi *Arabica Java Ijen-Raung* tersebut masih berada pada batas rentang pengukuran kadar kafein yang optimal sesuai dengan SNI.

Tahap selanjutnya adalah melakukan eksperimen konfirmasi dengan tujuan untuk melakukan validasi hasil dari *setting* dan level yang telah dihasilkan dari perhitungan sebelumnya. Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan menggunakan *setting level* optimal yang telah didapatkan sebelumnya yaitu yang terdiri dari kombinasi dari level dan dalam penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Faktor Terkendali *Setting Level* Optimal

No	Faktor Kendali	Level Optimal
1	Lama Penjemuran	7 hari (A2)
2	Lama Fermentasi	24 jam (B2)
3	Lama Roasting	12 menit (C2)
4	Suhu Roasting	150 C (D3)

Data hasil eksperimen konfirmasi terdiri dari 10 sampel eksperimen dari hasil level optimal yang dapat dilihat pada Tabel 9.

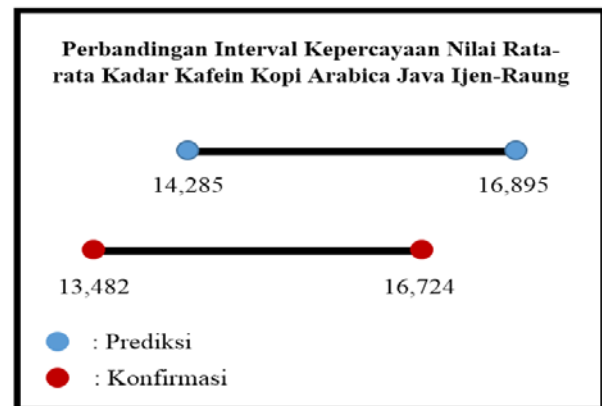
Berdasarkan pada Gambar 1 dapat diartikan bahwa hasil dari eksperimen *Taguchi* dapat dipakai serta *setting level* optimal yaitu berupa lama *roasting* dan suhu *roasting* dapat dijadikan acuan dalam upaya perbaikan kadar kafein kopi bubuk *Arabica Java Ijen-Raung*.

Selain itu, dengan menggunakan level faktor optimal, kesepuluh sampel kopi bubuk telah berada diantara satu dari tiga parameter *roasting* yang dibolehkan dalam pembuatan

kopi bubuk yakni *medium roasting*. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan faktor dan level faktor optimal, dapat dihasilkan kopi dengan kafein yang sesuai SNI serta kopi yang layak untuk dikonsumsi

Tabel 9. Hasil Uji Kadar Kafein Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen	Hasil Eksperimen
1	14.91
2	15.20
3	15.55
4	14.83
5	15.20
6	14.82
7	14.89
8	15.46
9	15.44
10	14.72



Gambar 1. Perbandingan Interval Kepercayaan Nilai Prediksi dan Eksperimen Konfirmasi Nilai Rata-Rata

Nilai selang kepercayaan untuk nilai rata-rata baik prediksi maupun pada eksperimen konfirmasi menunjukkan hasil bahwa eksperimen konfirmasi dapat diterima karena nilainya masih berada pada nilai rentang prediksi rata-rata. Rekap interpretasi hasil perhitungan untuk nilai prediksi dan optimasi ditunjukkan pada Tabel 10.

Berdasarkan Tabel 10 merupakan hasil nilai rata-rata maupun variabilitas dari eksperimen *Taguchi* dan eksperimen konfirmasi valid dan dapat diterima, hal ini dikarenakan terdapat irisan nilai di antara nilai keduanya. Jika mengacu pada standar kadar kafein kopi bubuk *Arabica Java Ijen-raung* (SNI 01-3542-2004) dimana sebaiknya kandungan kafein pada

Tabel 10. Interpretasi Hasil Perhitungan Kadar Kafein Prediksi dan Optimasi

Respon Kadar Kafein (gr/mg)		Prediksi	Optimasi	Interval Kepercayaan
Eksperimen Taguchi	Rata-Rata	15,59	$\pm 1,3054$	14,2846 - 16,8954
Eksperimen Konfirmasi	Rata-Rata	15,21	$\pm 1,62$	13,48 - 16,72
SNI			9 – 20	

kopi bubuk berada pada rentang 9-20 mg/g, dengan menggunakan eksperimen *Taguchi* ini, beberapa nilai kadar kafein yang sebelumnya menyimpang telah dapat diperbaiki.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian dan pengolahan data dengan menggunakan metode *Taguchi* didapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perubahan kadar kafein pada kopi bubuk *Arabica Java Ijen-Raung*. Adapun faktor-faktor tersebut dari yang terbesar kontribusinya berturut-turut adalah lama penyangraian dengan kontribusi sebesar 66,6 %, suhu penyangraian dengan kontribusi sebesar 19,3 %, lama fermentasi dengan kontribusi sebesar 9,86%, serta lama penjemuran dengan kontribusi sebesar 0,5 %.

Adapun hasil dari eksperimen konfirmasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai setiap parameter pengukuran masih berada dalam interval kepercayaan prediksi, sehingga hasil dari eksperimen *Taguchi* diterima. Hasil perbaikan kadar kafein kopi *Arabica Java Ijen-Raung* dengan menggunakan *setting level* optimal pada penelitian ini terbukti dapat memperbaiki adanya penyimpangan nilai yang terjadi serta sesuai dengan standar SNI 01-3542-2004 mengenai kandungan kadar kafein yang diijinkan pada kopi bubuk.

### DAFTAR PUSTAKA

[1.] Purdiani, Monica. (2014). *Hubungan Penggunaan Minuman Berkafein Terhadap Pola Tidur dan Pengaruhnya Terhadap Tingkah Laku Mahasiswa/I Universitas Surabaya*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Surabaya

- [2.] Lukodono, R. P., Novareza, O., & Rachmansyah, I. (2017). *Analisis Preferensi Konsumen terhadap Produk Minuman Kopi Berdasarkan Uji Organoleptik. Prosiding SNTI dan SATELIT 2017* (pp. D93-98). Malang:Jurusan Teknik Industri Universitas Brawijaya.
- [3.] Liveina, dan Artini I. G. A. (2013). *Pola Konsumsi dan Efek Samping Minuman Mengandung Kafein pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Udayana*. Jurnal Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
- [4.] Setyanto, Nasir Widha, Lukodono, Rio Prasetyo. (2017). *Teori dan Aplikasi Desain Eksperimen Taguchi*. Malang: UBPress
- [5.] Belavendram, Nicolo. (1995). *Quality by Design Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. London: Prentice Hall International (UK) Limited.
- [6.] Soejanto, Irwan. (2008). *Rekayasa Kualitas: Eksperimen dengan Teknik Taguchi*. Surabaya: Yayasan Humaniora