

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan lebih lanjut terkait hasil penelitian yang diperoleh dari pengolahan data beserta pembahasan sesuai dengan rumusan permasalahan dan tujuan penelitian. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode Taguchi untuk mendapatkan *setting* faktor dan level faktor optimal dalam proses pembuatan keripik apel sehingga mampu meningkatkan kualitas produk keripik apel di CV Bagus Agriseta Mandiri.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

CV Bagus Agriseta Mandiri yang terletak di Jl. Kopral Kasdi 02 Bumiaji kota Batu adalah UMKM milik Bapak Samsul Huda, SP yang memproduksi berbagai produk olahan buah-buahan untuk dijadikan oleh-oleh khas Batu. Berbagai buah-buahan diolah seperti buah nangka, kesemek, nanas dan apel. Namun buah apel merupakan komoditi utama yang rutin untuk diolah. Buah apel tersebut akan diolah menjadi berbagai produk seperti dodol apel, keripik apel, sari apel, manisan apel dan lain sebagainya.

Dari semua varian produk, keripik apel adalah produk unggulan di UMKM ini. Proses produksi keripik apel pun sudah menggunakan teknologi canggih yakni dengan menggunakan mesin penggorengan hampa udara atau *vacuum frying*. Penggorengan dengan *vacuum frying* ini dapat mempertahankan kandungan gizi buah-buahan dan umum digunakan untuk buah yang memiliki kadar air tinggi dan banyak mengandung gula. Pengolahan keripik apel dilakukan tanpa menggunakan bahan kimia berbahaya seperti bahan pengawet maupun pemanis buatan lainnya, sehingga dapat dipastikan aman baik dari segi kualitas maupun kandungan gizinya.

4.2 Bahan Baku dan Peralatan Utama Pembuatan Keripik Apel

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi keripik apel ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Bahan Baku dan Peralatan utama dalam Produksi Keripik Apel

No.	Bahan Baku	Keterangan
1.		Apel yang digunakan untuk membuat keripik hanya dari jenis apel manalagi.
2.		Penggorengan dengan <i>vacuum frying</i> membutuhkan minyak goreng dengan kapasitas 30-60 L.
3		Larutan CaCl_2 . Larutan ini adalah bahan kimia pangan yang aman untuk dikonsumsi. Sangat umum digunakan untuk mencegah oksidasi pada buah-buahan.
4		Pembekuan buah yang akan diolah menjadi keripik adalah tahapan yang penting, salah satunya dengan menggunakan mesin <i>freezer</i> . Buah akan dibekukan selama 12 jam.
5		Mesin <i>Vacuum frying</i> merupakan mesin penggorengan hampa udara yang umum digunakan untuk buah-buahan dengan kadar air tinggi dan manis. Dengan menggunakan mesin ini kandungan gizi buah dapat dipertahankan dengan baik selama proses penggorengan.
6		Mesin <i>Spinner</i> adalah alat yang digunakan untuk meniriskan minyak pada keripik setelah digoreng dengan mesin <i>vacuum frying</i> , sehingga kandungan minyak pada keripik tidak berlebih.

4.3 Proses Produksi Keripik Apel

Produksi keripik apel terdiri dari beberapa tahapan proses. Kondisi saat ini *setting* parameter baik untuk bahan baku maupun mesin masih menggunakan perkiraan. Berikut ini merupakan tahapan pada proses produksi keripik apel pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Foto Eksperimen dan tahapan Proses Produksi Keripik Apel

No.	Proses Produksi	Keterangan
1.		Proses <i>sorting</i> untuk mendapatkan apel yang sesuai kriteria untuk dioalah menjadi keripik apel.
2.		Proses pengupasan keripik apel secara manual dengan alat pengupas yang dirancang khusus.
3.		Proses perendaman apel yang telah dikupas ke dalam larutan CaCl_2 . Penggunaan larutan ini umum untuk mencegah terjadinya oksidasi pada buah-buahan yang berdampak pada warna buah yang menjadi coklat.
4.		Proses pemotongan apel dengan menggunakan alat yang dirancang khusus sehingga saat memotong, buah apel cukup digerakkan ke atas dan ke bawah..

Tabel 4.2 Tahapan Proses Produksi Keripik Apel (Lanjutan)

No.	Proses Produksi	Keterangan
5.		Setelah dipotong buah direndam kembali dengan larutan CaCl_2 tujuannya sama yaitu untuk mencegah terjadinya oksidasi buah yang menyebabkan warna keripik menjadi <i>brownny</i> .
6.		Proses pembekuan (<i>freezing</i>) merupakan proses yang dilakukan dalam sistem penggorengan dengan menggunakan <i>vacuum frying</i> . Proses <i>freezing</i> ini dilakukan untuk menghasilkan keripik yang renyah.
7.		Proses penggorengan dilakukan dengan menggunakan mesin hampa udara yang mampu mempertahankan kualitas buah baik dari segi rasa maupun kadungan gizi buah. Buah apel digoreng selama 2-2,5 jam dengan suhu $75-85^\circ\text{C}$ dan dilakukan proses
8.		Proses pengangkatan keripik ke dalam loyang untuk didiamkan sejenak sebelum diproses di mesin <i>spinner</i> .
9.		Keripik hasil penggorengan selanjutnya akan ditiriskan minyaknya dengan menggunakan mesin <i>spinner</i> .

Tabel 4.2 Tahapan Proses Produksi Keripik Apel (Lanjutan)

No.	Proses Produksi	Keterangan
10.		Proses pensortiran keripik berdasarkan parameter rasa, tampilan dan keutuhan ke dalam kategori super, KW1 dan KW 2.
11.		Proses pengemasan dan <i>labeling</i> keripik apel yang telah disortir berdasarkan kategori super KW 1 dan KW 2.

4.4 Penetapan Karakteristik Kualitas

Menurut Soejanto karakteristik kualitas merupakan obyek yang menarik dari produk atau proses. Karakteristik kualitas yang digunakan untuk pengujian organoleptik keripik apel sebagai upaya melakukan perbaikan kualitas adalah *Larger the better*. *Larger the better* memiliki arti bahwa semakin besar penilaian yang diberikan responden terhadap sifat organoleptik keripik (rasa, tampilan dan keutuhan) maka nilainya akan semakin bagus. Hasil penilaian responden tersebut akan diolah dengan pembagian bobot yakni rasa (50%), tampilan (25%) serta keutuhan (25%). Bobot ini diberikan berdasarkan hasil penilaian 60 responden terhadap prioritas utama mereka dalam menilai kualitas keripik yang dapat dilihat pada lampiran 1. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keinginan responden paling tinggi terhadap keripik apel (dari segi rasa, tampilan dan keutuhan) dengan menghasilkan faktor dan *setting* level optimal untuk memperbaiki kualitas keripik apel.

4.5 Penetapan Faktor dan Level Faktor Berpengaruh

Dalam melakukan penelitian perlu ditetapkan faktor dan level faktor apa yang memberikan pengaruh terhadap kualitas keripik apel. Penetapan faktor dan level faktor berpengaruh ini dilakukan dengan melakukan studi literatur dan diskusi dengan pemilik CV Bagus Agriseta Mandiri serta karyawan bagian produksi keripik apel. Berikut

merupakan faktor yang berpengaruh terhadap kualitas keripik apel di CV. Bagus Agriseta Mandiri yang didapat dari hasil wawancara dan brainstorming.

Tabel 4.3 Hasil Diskusi Pemilihan Faktor Proses dan Bahan Baku Berpengaruh

Faktor Berpengaruh
Jenis apel
Lama Perendaman dengan CaCl_2
Proses Freezing
Suhu Penggorengan
Waktu Pemutaran vacuum
Lama Penggorengan
Jenis minyak

Selanjutnya pemilihan faktor terpilih yaitu lama waktu penggorengan, waktu pemutaran vacuum frying, lama perendaman dengan CaCl_2 dan suhu penggorengan didukung juga dengan penelitian terdahulu dan dari study literatur. Berikut merupakan penjelasannya:

Tabel 4.4 Faktor dan Level Faktor pada Kondisi Aktual

Faktor terkendali	Level faktor		
	1	2	3
Lama waktu penggorengan	120 menit	135 menit	150 menit
Pemutaran Vacuum Frying	Setiap 10 menit	Setiap 15 menit	Setiap 20 menit
Lama perendaman dengan CaCl_2	10 menit	12,5 menit	15 menit
Suhu penggorengan	75°C	80°C	85°C

Dari tabel dapat diketahui bahwa terdapat tiga level faktor untuk setiap faktornya. Selanjutnya faktor maupun level faktor terpilih akan dikombinasikan untuk menghasilkan hasil optimal yaitu mampu memperbaiki kualitas keripik apel.

Penetapan faktor yaitu lama waktu penggorengan, pemutaran *vacuum frying*, lama perendaman serta suhu penggorengan juga didasarkan oleh penelitian terdahulu dari hasil studi literatur. Berikut merupakan penjelasan dari faktor-faktor tersebut:

1. Faktor Lama penggorengan

Faktor lama penggorengan didukung penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nengsi Lestari (2005) dengan judul “Pengaruh Lama Penggorengan dengan *Vacuum Frying* terhadap Mutu Keripik Kesemek”. Dari hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata dari perlakuan lama waktu penggorengan terhadap mutu organoleptik, kadar air dan kadar vitamin C keripik kesemek.

2. Pemutaran Vacuum Frying

Faktor Pemutaran Vacuum Frying dipilih karena berdasarkan hasil brainstorming dengan pihak produksi diketahui bahwa selang waktu antar pemutaran akan memberikan pengaruh terhadap hasil penggorengan keripik di mesin *vacuum frying*. Hal ini dilakukan untuk mengaduk keripik dalam *vacuum frying* sehingga hasil penggorengan keripik apel akan semakin merata.

3. Lama Perendaman dengan CaCl_2

Faktor Lama Perendaman CaCl_2 dipilih dengan didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Angelina (2011) dengan judul “Pengaruh Perendaman Irisan Wortel (*Daucus Carota L*) Dalam Kalsium Klorida (CaCl_2) terhadap Karakteristik Mutu Keripik Apel”. Dari hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata dari lama waktu perendaman dengan CaCl_2 sifat organoleptik keripik (Warna, aroma, tekstur, rasa) serta terhadap kadar air.

4. Suhu Penggorengan

Faktor Suhu Penggorengan dipilih dengan didukung oleh penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ignasius (2006) dengan judul “Optimasi Suhu dan Waktu Vacuum Frying dalam Peningkatan Kualitas Keripik Nangka”. Dari hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan dari perlakuan suhu dan waktu penggorengan *vacuum frying* terhadap kadar air, tingkat kerenyahan, kadar lemak dan organoleptik keripik.

4.6 Penetapan *Orthogonal Array*

Orthogonal Array merupakan matriks yang disusun berdasarkan kombinasi baris yakni level dari faktor-faktor yang ada dalam suatu eksperimen beserta kolom yang merupakan faktor yang dapat dikendalikan dalam eksperimen. (Soejanto, 2008).

Dalam menentukan matriks *orthogonal array*, perlu dilakukan perhitungan *degree of freedom* untuk masing-masing faktor dalam eksperimen. *Degree of freedom* untuk faktor yang berpengaruh akan ditunjukkan pada Tabel 4.5 berikut ini :

Tabel 4.5 Pehitungan *Degree of Freedom*

Faktor		Df
Kode	Nama	
A	Lama waktu penggorengan	(3-1)
B	Pemutaran Vacum Frying	(3-1)
C	Lama perendaman CaCl_2	(3-1)
D	Suhu penggorengan	(3-1)
Total		8

Jumlah *degree of freedom* dari faktor-faktor yang berpengaruh berdasarkan Tabel 4.5 adalah 8. Selanjutnya berikut ini adalah cara perhitungan *degree of freedom orthogonal array*:

$$\text{DF Faktor A} = (3 - 1) = 2$$

$$\text{DF Faktor B} = (3 - 1) = 2$$

$$\text{DF Faktor C} = (3 - 1) = 2$$

$$\text{DF Faktor D} = (3 - 1) = 2$$

$$L_9(3^4) = (3 - 1) * 4 = 8$$

Dari hasil perhitungan *degree of freedom* faktor-faktor berpengaruh, maka dapat diketahui jenis *orthogonal array* yang akan digunakan dalam penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 *Orthogonal Array*

Eksperimen	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Sumber: Soejanto (2009)

Penelitian ini menggunakan 4 faktor dengan masing-masing memiliki 3 level faktor serta tidak ada faktor interaksi. Jumlah eksperimen yang dilakukan adalah 9 kali eksperimen, jumlah ini sesuai dengan *orthogonal array* yang terpilih $L_9(3^4)$. Banyak replikasi yang digunakan adalah 3 replikasi sehingga total data pengamatan adalah 27.

4.7 Pengumpulan Data Eksperimen *Taguchi*

Pada penelitian ini pembuatan keripik apel berdasarkan pada kombinasi faktor dan level faktor yang telah ditetapkan. Jumlah total eksperimen yang dilakukan sesuai dengan eksperimen dan replikasi pada matriks *orthogonal array* yaitu sebanyak 27 buah.

Karakteristik kualitas yang digunakan adalah *larger the better*. Data diperoleh dari hasil penyebaran kuisisioner terhadap penilaian organoleptik (rasa, tampilan dan keutuhan) keripik apel. Terhadap tiga replikasi keripik apel untuk setiap eksperimen. Penyebaran kuisisioner dilakukan terhadap 30 responden untuk memberikan penilaian yang digunakan untuk menentukan faktor dan level faktor optimal untuk memperbaiki kualitas keripik apel. Hasil penilaian responden tersebut akan diolah dengan pembagian bobot yakni rasa

(50%), tampilan (25%) serta keutuhan (25%) . Bobot ini diberikan berdasarkan hasil penilaian 60 responden yang terdiri atas konsumen dan pihak dari CV.Bagus Agriseta Mandiri terhadap prioritas utama mereka dalam menilai kualitas keripik (Lampiran 3).

Berikut merupakan hasil dari uji organoleptik (rasa, tampilan, keutuhan) keripik apel eksperimen Taguchi. Uji Organoleptik merupakan uji dengan menggunakan panca indera untuk memberikan penilaian hedonik terhadap suatu produk. Uji ini dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner terhadap 30 responden untuk menilai kualitas keripik apel. Responden yang dipilih adalah pihak CV Bagus Agriseta Mandiri dan Konsumen.

Tabel 4.7 Hasil Uji Rasa, Tampilan, Keutuhan

	A	B	C	D	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
1	1	1	1	1	4.68	4.63	4.80
2	1	2	2	2	2.51	2.80	2.23
3	1	3	3	3	4.63	4.91	4.66
4	2	1	2	3	5.16	4.68	4.91
5	2	2	3	1	3.26	2.87	2.84
6	2	3	1	2	6.19	5.95	6.16
7	3	1	3	2	5.78	5.91	6.01
8	3	2	1	3	5.40	5.30	5.46
9	3	3	2	1	5.08	4.68	4.74

Dari hasil pengumpulan data melalui kuisisioner tersebut selanjutnya akan dilakukan pengolahan dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variable dan *Signal to Noise Ratio* (SNR).

4.8 Pengolahan Data Eksperimen Taguchi

Kuesioner ini menggunakan 3 parameter pengukuran yaitu rasa, tampilan dan keutuhan. Pengolahan data eksperimen taguchi ini akan dilakukan pada masing-masing parameter pengukuran dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variable dan *Signal to Noise Ratio* (SNR).

4.8.1 Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata

Dalam penggunaan metode Taguchi perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui kontribusi faktor-faktor kontrol terhadap nilai respon yang diukur. *Analysis of Variance* (ANOVA) pada metode Taguchi digunakan sebagai suatu metode statistik untuk mengintrepetasikan data-data hasil eksperimen untuk mencari *setting* faktor dan level faktor optimal guna meminimalkan penyimpangan variansi. Berikut merupakan langkah – langkah perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA).

1. Melakukan pengolahan data dengan menghitung nilai rata-rata hasil eksperimen seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Uji Nilai Rata-rata Uji Rasa, Tampilan, Keutuhan

	A	B	C	D	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata rata
1	1	1	1	1	4.68	4.63	4.80	4.70
2	1	2	2	2	2.51	2.80	2.23	2.51
3	1	3	3	3	4.63	4.91	4.66	4.73
4	2	1	2	3	5.16	4.68	4.91	4.91
5	2	2	3	1	3.26	2.87	2.84	2.99
6	2	3	1	2	6.19	5.95	6.16	6.10
7	3	1	3	2	5.78	5.91	6.01	5.90
8	3	2	1	3	5.40	5.30	5.46	5.39
9	3	3	2	1	5.08	4.68	4.74	4.83

2. Membuat Tabel Respon dari Pengaruh Faktor

Berikut ini adalah langkah untuk memperhitungkan nilai tabel respon.

Faktor A dengan level pertama ($\bar{A1}$) = $\frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{3}$

Faktor A dengan level pertama ($\bar{A1}$) = $\frac{4.70+2.51+4.73}{3}$

Faktor A dengan level pertama ($\bar{A1}$) = 3.98

Dari hasil perhitungan tabel respon tiap pengaruh faktor, selanjutnya akan disajikan ke dalam tabel 4.9. Tujuan dibuat ke dalam tabel respon adalah untuk mempermudah mengidentifikasi serta menghitung rata-rata respon di setiap level serta melakukan pengurutan level faktor terbesar hingga yang terkecil. Kondisi optimal dapat dipilih sesuai dengan karakteristik kualitas *larger the better* yaitu dipilih hasil penilaian responden yang memiliki nilai yang tinggi. Karena penilaian yang tinggi terhadap kualitas keripik apel menunjukkan karakteristik kualitas yang hendak dicapai dalam penelitian. Tabel 4.9 merupakan tabel respon untuk nilai rata-rata eksperimen Taguchi.

Tabel 4.9 Tabel Respon Nilai Rata-rata Uji Rasa, Tampilan, Keutuhan

Faktor Level	A	B	C	D
1	3.98	5.17	5.40	4.18
2	4.67	3.63	4.09	4.84
3	5.37	5.22	4.54	5.01
Diff	1.39	1.59	1.31	0.84
Rank	2	1	3	4

3. Melakukan Pengolah data ANOVA untuk nilai rata-rata dari faktor

a. Melakukan Perhitungan Untuk nilai total *Sum of Square* atau (*SS_{total}*)

$$SS_{total} = \sum y^2$$

$$SS_{total} = 4.68 + 4.63^2 + 4.80^2 + \dots + 4.68^2 + 4,74^2$$

$$SS_{total} = 625.47$$

b. Melakukan Perhitungan *Sum of Square due to Mean* atau Jumlah Kuadrat Rata-Rata (*SS_{mean}*)

$$SS_{mean} = n \cdot \bar{y}^2$$

n = Jumlah eksperimen x Jumlah replikasi

$$= 9 \times 3 = 27$$

$$\bar{y} = \frac{4.70 + 2.51 + 4.73 + \dots + 5.39 + 4.83}{27}$$

$$\bar{y} = 4.67$$

$$SS_{mean} = 27 \times (4.67^2) = 589.90$$

c. Melakukan Perhitungan *Sum of Square due to Factors* atau Jumlah Kuadrat Faktor-Faktor (*SS_A*)

$$SS_A = ((\bar{A1})^2 \times n1) + ((\bar{A2})^2 \times n2) + ((\bar{A3})^2 \times n3) - SS_{mean}$$

$$SS_A = ((3.98)^2 \times 9) + ((4.67)^2 \times 9) + ((5.37)^2 \times 9) - 589.90$$

$$SS_A = 8.71$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk menghitung Rata-rata Jumlah Kuadrat pada faktor B, C, dan D

d. Melakukan Perhitungan *Sum of Square due to Error* (*SS_e*)

$$SS_e = SS_{total} - SS_{mean} - SS_A - SS_B - SS_C - SS_D$$

$$SS_e = 625.47 - 589.90 - 8.71 - 14.77 - 7.97 - 3.50$$

$$SS_e = 0.62$$

e. Membuat Tabel ANOVA untuk nilai rata-rata faktor berpengaruh.

1) Melakukan Perhitungan Derajat Kebebasan

Untuk Faktor A perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$DF_A = (\text{number of levels} - 1)$$

$$DF_A = (3 - 1) = 2$$

Begitu juga untuk perhitungan derajat bebas faktor B, C dan D

2) Melakukan Perhitungan Derajat Kebebasan Total

$$DF_T = (\text{number of experiment} - 1)$$

$$DF_T = (27 - 1) = 26$$

3) Melakukan Perhitungan *Mean Sum of Square* atau Rata-rata Jumlah Kuadrat

Untuk Rata-rata Jumlah Kuadrat A perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A}$$

$$MS_A = \frac{8.71}{2} = 4.36$$

Begitu juga untuk perhitungan *Mean Sum of Square* faktor B,C dan D

- 4) Melakukan Perhitungan Nilai Rasio (*F-Ratio*)

Untuk Nilai *F-Ratio* Faktor A perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$F \text{ ratio } A = \frac{MS_A}{MS_e}$$

$$DF_e = DF_T - (DF_A + DF_B + DF_C + DF_D)$$

$$DF_e = 26 - (2+2+2+2) = 18$$

$$MS_e = \frac{SSE}{DF_e} = \frac{0.62}{18} = 0.03$$

$$F \text{ ratio } A = \frac{MS_A}{MS_e} = \frac{4.36}{0.03} = 125.62$$

Begitu juga untuk perhitungan *F-Ratio* untuk faktor B,C dan D

- 5) Melakukan Perhitungan *Pure Sum of Square* pada masing-masing faktor (*SS'*)

$$SS' \text{ faktor} = SS \text{ faktor} - (DF \text{ faktor} \times MS_e)$$

$$SS'A = SSA - (DFA \times MS_e)$$

$$SS'A = 8.71 - (2 \times 0.03) = 8.64$$

Begitu juga untuk perhitungan masing-masing *Pure Sum of Square* untuk faktor B,C dan D

Selanjutnya dilakukan perhitungan *SS'e* dengan langkah sebagai berikut:

$$SS'e = SST - (SS'A + SS'B + SS'C + SS'D)$$

$$SST = (SSA + SSB + SSC + SSD) + SSE$$

$$SST = 8.71 + 14.77 + 7.97 + 3.50 + 0.62 = 35.57$$

$$SS'e = 35.57 - (8.64 + 14.70 + 7.90 + 3.43)$$

$$SS'e = 0.90$$

- 6) Melakukan Perhitungan *Percent Contribution (Rho%)* untuk tiap faktor

Untuk nilai *Percent Contribution (Rho%)* faktor A perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$Rho \% A = \frac{SS'A}{SST} \times 100\%$$

$$Rho \% A = \frac{8.64}{35.57} \times 100\% = 24.30\%$$

Begitu juga untuk perhitungan *Percent Contribution (Rho%)* untuk faktor

B,C, D dan e.

4. Membuat Tabel *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata-rata

Berikut merupakan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata-rata yang disajikan dalam bentuk Tabel 4.10.

Tabel 4.10 *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Rata-rata Uji Rasa, Tampilan, Keutuhan

SUMBER	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho %
A	8.71	2	4.36	125.62	8.64	24.30%
B	14.77	2	7.38	212.95	14.70	41.32%
C	7.97	2	3.98	114.89	7.90	22.20%
D	3.50	2	1.75	50.47	3.43	9.64%
Error	0.62	18	0.03	1.00	0.70	2.53%
SST	35.57	26	1.37		35.57	
Mean	589.90	1				
Sstotal	625.47	27				

Berdasarkan tabel ANOVA, dapat diketahui bahwa faktor A, B, C dan D memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas keripik apel. Hal ini dapat diketahui dari nilai F-ratio yang dibandingkan dengan nilai F-tabel dengan nilai F tabel ($F_{0,05;2;18}=3.5546$). Apabila nilai F-ratio lebih dari F-tabel, maka dapat disimpulkan bahwa faktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variable respon yang diteliti yaitu kualitas keripik apel.

Dari nilai persen kontribusi (*Rho%*) juga diketahui bahwa faktor yang memiliki kontribusi terbesar adalah faktor B, yaitu selang waktu pemutaran *vacuum frying* yakni sebesar 41.32%. Selanjutnya diikuti oleh faktor A yaitu lama waktu penggorengan sebesar 24.30% dan faktor C yaitu lama perendaman CaCl_2 sebesar 22.20%. Dan faktor dengan persen kontribusi terkecil adalah faktor D yaitu lama penggorengan dengan persen kontribusi sebesar 9.64%. Serta nilai *Rho %* eror adalah sebesar 2,53%. Persen Kontribusi (*Rho%*) menunjukkan presentase jumlah kuadrat dari suatu sumber yang sesungguhnya terhadap jumlah kuadrat totalnya.

5. *Pooling Up*

Pooling Up dilakukan untuk menghindari adanya kesalahan berlebih dalam penelitian. Dalam melakukan *pooling up* disarankan untuk menggunakan hanya separuh dari jumlah derajat kebebasan dari *orthogonal array*.

Pada penelitian ini digunakan *orthogonal array* $L_9(3^4)$, sehingga *pooling up* faktor yang dilakukan berjumlah satu atau dua faktor. Dari keempat faktor tersebut, faktor D yaitu lama penggorengan memiliki pengaruh dan persen kontribusi yang paling kecil dibandingkan dengan faktor yang lainnya, sehingga faktor D akan dilakukan *pooling up*.

Berikut ini merupakan langkah melakukan perhitungan untuk pooling up faktor D.

$$a. SS(\text{pooled } e) = SSe + SSD$$

$$SS(\text{pooled } e) = 0.62 + 3.50 = 4.12$$

$$b. DF(\text{pooled } e) = DFe + DF_D$$

$$DF(\text{pooled } e) = 18 + 2 = 20$$

$$c. MS(\text{pooled } e) = \frac{SS(\text{pooled } e)}{DF(\text{pooled } e)} = \frac{4.12}{20} = 0.21$$

Tabel 4.11 berikut ini merupakan hasil perhitungan ANOVA untuk variable yang

Tabel 4.11 ANOVA Nilai Rata-rata *Pooling* Rasa, Tampilan, Keutuhan

Sumber		SS	DF	MS	F Ratio	SS'	Rho (%)
A		8.71	2	4.36	21.12	8.30	23.33%
B		14.77	2	7.38	35.81	14.35	40.36%
C		7.97	2	3.98	19.32	7.55	21.24%
D	Y	-	-	-	-	-	-
Error		0.62	18	0.03	-	-	
Pooled E		4.12	20	0.21	1.00	5.02	14.11%
SST		35.57	26	1.37		35.57	
Mean		589.90	1				
SS Total		625.47	27				

Dari hasil perhitungan pada tabel ANOVA untuk nilai rata-rata eksperimen Taguchi, diketahui bahwa faktor-faktor yang memiliki pengaruh secara signifikan dalam meminimalkan penyimpangan terhadap rata-rata hasil eksperimen atau memberikan kontribusi paling besar untuk memperbaiki kualitas keripik apel antara lain faktor B (selang pemutaran vacuum), faktor A (suhu *vacuum frying*) dan faktor C (lama perendaman CaCl_2).

Selanjutnya dari perhitungan persen kontribusi didapatkan nilai persen kontribusi *pooled error*nya adalah sebesar 14,11% yang menunjukkan bahwa semua faktor yang ada signifikan yang mempengaruhi rata-rata sudah cukup untuk dimasukkan dalam eksperimen. Dalam melakukan eksperimen dengan metode *Taguchi*, nilai persen kontribusi *pooled error* diharapkan < 50%, yang artinya dengan presentase tersebut maka faktor-faktor penting dalam eksperimen tersebut telah dilibatkan. Sehingga dengan persen kontribusi *pooled error* < 50%, dapat disimpulkan bahwa hasil eksperimen Taguchi telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai rata-rata optimumnya

4.8.2 Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai Signal Noise to Ratio (SNR)

Dalam melakukan perhitungan dengan menggunakan metode Taguchi konsep S/N (*Signal to Noise Ratio*) diperhitungkan untuk eksperimen yang didalamnya melibatkan

cukup banyak faktor. *Signal Noise to Ratio* (SNR) diformulasikan agar dapat ditentukan nilai faktor dan level faktor optimal untuk melakukan perbaikan kualitas. Dengan nilai SNR maka akan diketahui faktor apa yang memberikan pengaruh terhadap nilai variansi pada eksperimen, dengan menggunakan karakteristik kualitas yaitu *Larger the better* yang artinya semakin besar nilainya maka akan semakin baik.

Penggunaan nilai SNR dilakukan untuk desain eksperimen dengan tipe fungsi dinamis. Dalam fungsi dinamis ini karakteristik kualitasnya bersifat *variable target value* atau tidak memiliki nilai target spesifik yang harus dioptimalkan seperti yang ada di fungsi statis. Perhitungan Rasio S/N ini perlu dilakukan untuk meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan. Karena dasar dalam SNR adalah membandingkan keseragaman bagian yang diprediksi (*signal*) dan keragaman bagian yang tidak dapat diprediksi (*noise*).

Untuk konsep Signal to Noise Ratio (SNR) dijelaskan oleh Belavendram (1995: 507) bahwa apapun karakteristik kualitas yang digunakan dalam suatu eksperimen, interpretasi dari SNR selalu sama yaitu nilai SNR yang semakin besar akan semakin baik.

Berikut ini merupakan langkah untuk melakukan perhitungan ANOVA Signal to Noise Ratio (SNR).

1. Melakukan perhitungan *Signal Noise to Ratio* (SNR) untuk tiap Eksperimen

a. Perhitungan MSD

Untuk menghitung MSD pada eksperimen pertama maka contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$$

$$= \frac{1}{3} \times \left(\frac{1}{4.68^2} + \frac{1}{4.63^2} + \frac{1}{4.80^2} \right) = 0.015$$

Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung pada eksperimen selanjutnya.

b. Melakukan Perhitungan Signal Noise to Ratio (SNR)

Untuk menghitung Signal Noise to Ratio (SNR) pada eksperimen pertama maka contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\eta = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

$$\eta_1 = -10 \log_{10} [0.015] = 22.99$$

Untuk perhitungan *Signal Noise to Ratio* (SNR) eksperimen selanjutnya ditunjukkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan *Signal Noise to Ratio*

A	B	C	D	Rep 1	Rep 2	Rep 3	1/n	$\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$	SN (LB)
1	1	1	1	4.68	4.63	4.80	0.33	0.015	22.99
1	2	2	2	2.51	2.80	2.23	0.33	0.052	17.58
1	3	3	3	4.63	4.91	4.66	0.33	0.015	23.05
2	1	2	3	5.16	4.68	4.91	0.33	0.014	23.38
2	2	3	1	3.26	2.87	2.84	0.33	0.037	19.07
2	3	1	2	6.19	5.95	6.16	0.33	0.009	25.25
3	1	3	2	5.78	5.91	6.01	0.33	0.010	24.96
3	2	1	3	5.40	5.30	5.46	0.33	0.011	24.17
3	3	2	1	5.08	4.68	4.74	0.33	0.014	23.23

2. Membuat Tabel Respon untuk *Signal Noise To Ratio* (SNR)

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk Tabel Respon untuk *Signal Noise To Ratio* (SNR) faktor A.

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A1}) = \frac{\sum \text{SNR level 1 pada faktor A}}{3}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A1}) = \frac{22.99 + 17.58 + 23.05}{3}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A1}) = 21.20$$

Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai pada Tabel Respon *Signal Noise To Ratio* (SNR) untuk faktor B, C dan D. Hasil perhitungan disajikan dalam tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Tabel Respon *Signal Noise to Ratio*

Faktor Level	A	B	C	D
1	21.20	23.78	24.14	21.76
2	22.57	20.27	21.40	22.60
3	24.12	23.84	22.36	23.53
Diff	2.92	3.57	2.74	1.77
Rank	2	1	3	4

Tabel respon *Signal Noise to Ratio* dalam metode *Taguchi* digunakan untuk mencari level faktor yang mempengaruhi variansinya. Dimana dari tabel respon SNR diatas untuk peringkat faktor dan levelnya sama dengan tabel respon perhitungan rata-rata.

3. Melakukan pengolahan data perhitungan ANOVA nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) Pooled

Berikut ini merupakan langkah yang digunakan untuk melakukan perhitungan ANOVA nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) Pooled.

a. Melakukan perhitungan nilai total *Sum of Square* atau *SStotal*

$$SStotal = \sum y^2$$

$$SS_{total} = 22.99^2 + 17.58^2 + 23.05^2 + \dots + 23.23^2$$

$$SS_{total} = 4663.4$$

- b. Melakukan perhitungan *Sum of Square due to Mean* atau Jumlah Kuadrat karena Rata-Rata (SS_{mean})

$$SS_{mean} = n \cdot \bar{y}^2$$

$$n = \text{Jumlah eksperimen} = 9$$

$$\begin{aligned} \bar{y} &= \frac{\text{Total Nilai SNR}}{n} \\ &= \frac{22.99 + 17.58 + 23.05 + \dots + 23.23}{9} \\ &= \frac{203.67}{9} = 22.63 \end{aligned}$$

$$SS_{mean} = 9 \times (22.63)^2$$

$$SS_{mean} = 4609.3$$

- c. Melakukan Perhitungan *Sum of Square due to Factors (SSA)*

Untuk menghitung *Sum of Square due to Factors (SSA)* untuk faktor A, maka contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$SS_A = ((\bar{A1})^2 \times n1) + ((\bar{A2})^2 \times n2) + ((\bar{A3})^2 \times n3) - SS_{mean}$$

$$SS_A = (21.20^2 \times 3) + (22.57^2 \times 3) + (24.12^2 \times 3) - 4609.3$$

$$SS_A = 12.77$$

Dengan langkah yang sama dilakukan perhitungan *Sum of Square due to Factors* pada faktor B, C, dan D.

- d. Melakukan Perhitungan *Sum of Square (pooled e)*

$$SS(\text{pooled } e) = SST - SS_A - SS_B - SS_C$$

$$SST = SS_{total} - SS_{mean}$$

$$SST = 4663.4 - 4609.3 = 54.09$$

Sehingga didapatkan nilai $SS(\text{pooled } e)$ sebagai berikut:

$$SS(\text{pooled } e) = 54.09 - 12.77 - 25.04 - 11.60$$

$$SS(\text{pooled } e) = 4.68$$

- e. Membuat Tabel *Analysis of Variance (ANOVA)*

Berikut merupakan langkah perhitungan *Analysis of Variance (ANOVA)* pada *Signal Noise to Ratio (SNR)*

- 1) Menentukan Derajat Kebebasan

$$DF_A = (\text{number of levels} - 1)$$

$$DF_A = (3 - 1) = 2$$

- 2) Menghitung Derajat Kebebasan Total

$$DF_T = (\text{number of experiment} - 1)$$

$$DF_T = (9 - 1) = 8$$

- 3) Menghitung Derajat Kebebasan *Pooled e*

$$DF(\text{pooled } e) = DF_T - DF_A - DF_B - DF_C$$

$$DF(\text{pooled } e) = 8 - 2 - 2 - 2 = 2$$

- 4) Melakukan perhitungan *Mean Sum of Square* atau Rata-rata Jumlah Kuadrat

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat A

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A}$$

$$MS_A = \frac{12.77}{2} = 6.39$$

Dengan langkah yang sama dapat dilakukan perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat pada faktor B, C, dan D

Untuk perhitungan *MS(Pooled e)* adalah sebagai berikut:

$$MS(\text{pooled } e) = \frac{SS(\text{pooled } e)}{DF(\text{pooled } e)} = \frac{4.68}{2} = 2.34$$

- 5) Melakukan Perhitungan Nilai Rasio (*F-Ratio*) - *Pooled*

Berikut ini adalah contoh perhitungan *F-Ratio* A hasil *pooling* faktor

$$F \text{ ratio } A = \frac{MS_A}{MS(\text{pooled } e)}$$

$$F \text{ ratio } A = \frac{6.39}{2.34} = 2.73$$

Dengan langkah yang sama dapat dilakukan perhitungan *F-Ratio* pada faktor B, C dan D

- 6) Melakukan perhitungan *Pure Sum of Square* pada masing-masing faktor (*SS'*) - *Pooled*

$$SS' \text{ faktor} = SS \text{ faktor} - (DF \text{ faktor} \times MS(\text{pooled } e))$$

$$SS'_A = SS_A - (DFA \times MS(\text{pooled } e))$$

$$SS'_A = 12.77 - (2 \times 2.34) = 8.09$$

Dengan langkah yang sama dapat dilakukan perhitungan *F-Ratio Pure Sum of Square* pada masing-masing faktor (*SS'*) - *Pooled*

$$SS'(\text{pooled } e) = SST - SS'_A - SS'_B - SS'_C$$

$$SS'(\text{pooled } e) = 54.09 - 8.09 - 20.35 - 6.91$$

$$SS'(\text{pooled } e) = 18.74$$

- 7) Melakukan Perhitungan *Percent Contribution (Rho%)* untuk setiap faktor

$$Rho \%A = \frac{SS'A}{SST} \times 100\%$$

$$Rho \%A = \frac{8.09}{54.09} \times 100\% = 14.69\%$$

Dengan langkah yang sama dapat dilakukan perhitungan perhitungan $Rho \%$ pada faktor B, C, dan *pooled e*

Tabel 4.14 ini merupakan hasil perhitungan *Analysis of variance* (ANOVA) nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) untuk data variabel setelah *pooling up*.

Tabel 4.14 *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai SNR - *Pooling*

SUMBER	POOLED	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
A		12.77	2	6.387307	2.73	8.09	14.96%
B		25.04	2	12.51811	5.35	20.35	37.63%
C		11.60	2	5.797729	2.48	6.91	12.78%
D	Y						
pooled e		4.68	2	2.34	1	18.74	34.64%
SST		54.09	8	6.76			
Mean		4609.27	1				
Sstotal		4663.36	9				

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa faktor yang berpengaruh dan memiliki kontribusi yang besar yaitu 37.63% adalah faktor B (waktu pemutaran *vacuum frying*). Dalam metode Taguchi, Perhitungan SNR digunakan untuk mengoptimalkan faktor yang mempengaruhi variansi. Faktor lain yang juga memberikan pengaruh namun nilainya tidak begitu besar atau tidak signifikan antara lain faktor A yaitu lama penggorengan dan faktor C lama perendaman dengan $CaCl_2$.

Dari tabel diketahui bahwa besar persentase kontribusi *pooled error* menunjukkan nilai sebesar 34.64%, yang artinya bahwa semua faktor yang signifikan mempengaruhi nilai dari variansi sudah cukup dimasukkan dalam eksperimen. Untuk eksperimen Taguchi, nilai persentase kontribusi *pooled error* diharapkan sebesar < 50%, yang berarti faktor-faktor penting dalam eksperimen tersebut dilibatkan dalam perancangan *robust design*. Dengan persentase kontribusi *pooled error* < 50%, hasil eksperimen Taguchi telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai yang mempertimbangkan variansi optimumnya

4.8.3 Perkiraan Kondisi Optimal dan Interval Kepercayaan.

Dalam melakukan rekomendasi level yang optimal, terdapat dua tahap yang bisa dilakukan yaitu mengurangi variansi dan menyesuaikan target sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Setelah diperoleh *setting level* faktor yang optimal, selanjutnya perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui nilai prediksi kualitas keripik apel berdasarkan nilai rata-rata serta nilai variansi yang diharapkan pada kondisi optimum dan kemudian

dibandingkan dengan hasil eksperimen konfirmasi. Apabila nilai prediksi dan nilai eksperimen konfirmasi hampir sama atau mendekati maka rancangan eksperimen *Taguchi* sudah memenuhi syarat. Selanjutnya juga dilakukan perhitungan selang kepercayaan untuk membuat perkiraan dari level-level faktor optimal yang didapat. Prediksi respon dan selang kepercayaan kondisi optimal untuk nilai rata-rata eksperimen *Taguchi*. Nilai rata-rata seluruh data eksperimen untuk kualitas keripik apel adalah $\bar{y} = 4.67$ sedangkan nilai rata-rata SNRnya adalah 22.63. Tabel 4.15 berikut ini akan menunjukkan perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam eksperimen *Taguchi* terhadap karakteristik kualitas yang diamati dalam penelitian ini dari nilai rata-rata maupun SNR

Tabel 4.15 Perbandingan Pengaruh Faktor nilai rata-rata dan SNR

Faktor	Rata-rata(\bar{y})	Variansi (σ)/ SNR	Pengaruh (effect)	Setting Level yang dipilih
A	(3)	(3)	kontribusi besar	A3
B	(3)	(3)	kontribusi besar	B3
C	(1)	(1)	kontribusi besar	C1
D	(3)	(3)	kontribusi kecil	D3

Berdasarkan hasil pada tabel 4.14 diperoleh hasil yang sama untuk faktor dan level yang berpengaruh dan memiliki kontribusi besar pada rasa, tampilan dan keutuhan keripik apel (A3,B3, C1) baik dari perhitungan rata-rata maupun SNR

Berikut ini adalah perhitungan perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan.

1. Perkiraan Kondisi optimal untuk rata-rata seluruh data

- a) Perkiraan kondisi optimal untuk nilai rata-rata seluruh data

Nilai rata-rata seluruh data (\bar{y}) = 4.67

- b) Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$$\mu_{predicted} = \bar{y} + (\bar{A3} - \bar{y}) + (\bar{B3} - \bar{y}) + (\bar{C1} - \bar{y})$$

$$\mu_{predicted} = \bar{A3} + \bar{B3} + \bar{C1} - 2\bar{y}$$

$$\mu_{predicted} = 5.37 + 5.22 + 5.40 - 2 \times 4.67$$

$$\mu_{predicted} = 6.67$$

- c) Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

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

Perhitungan untuk n_{eff} :

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

$$n_{eff} = \frac{9 \times 3}{V\mu + VA + VB + VC}$$

$$n_{eff} = \frac{27}{1 + 2 + 2 + 2}$$

$$n_{eff} = 3.858$$

Maka perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata adalah sebagai berikut:

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

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,20} \times 0.21 \times \left[\frac{1}{3.858} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{\left(4,35 \times 0.21 \times \left[\frac{1}{3.858} \right] \right)}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0.4867$$

Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$$

$$6.64 - 0.4867 \leq \mu_{predicted} \leq 6.64 + 0.4867$$

$$6.16 \leq \mu_{predicted} \leq 7.13$$

2. Memperkirakan kondisi optimal dan interval kepercayaan untuk nilai *signal to ratio* (SNR) seluruh data eksperimen *Taguchi* keripik apel adalah sebagai berikut :

a) Perkiraan kondisi optimal untuk nilai *signal to ratio* (SNR) seluruh data

$$\text{Nilai SNR seluruh data } (\bar{\eta}) = 22.63$$

b) Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$$\mu_{predicted} = \bar{y} + (\bar{A3} - \bar{y}) + (\bar{B3} - \bar{y}) + (\bar{C1} - \bar{y})$$

$$\mu_{predicted} = \bar{A3} + \bar{B3} + \bar{C1} - 2\bar{y}$$

$$\mu_{predicted} = 24.12 + 23.84 + 24.14 - 2 \times 22.63$$

$$\mu_{predicted} = 26.84$$

c) Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

$$Cl_{SNR} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MS_{pooled} \times \frac{1}{n_{eff}} \right)}$$

Perhitungan untuk n_{eff} :

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

$$neff = \frac{9}{V\mu + VA + VB + VC}$$

$$neff = \frac{9}{1+2+2+2} = 1,286$$

Maka perhitungan interval kepercayaan adalah sebagai berikut:

$$Cl_{SNR} = \pm \sqrt{\left(F_{\alpha, v1, v2} \times MSpooled \times e \times \left[\frac{1}{neff} \right] \right)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm \sqrt{\left(F_{0,05,1,2} \times 2.34 \times \left[\frac{1}{1,286} \right] \right)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm \sqrt{(18.51 \times 2.34 \times 0,778)}$$

$$Cl_{SNR} = \pm 5.80$$

Maka interval kepercayaan untuk proses optimal:

$$\mu_{predicted} - Cl_{mean} \leq \mu_{predicted} \leq \mu_{predicted} + Cl_{mean}$$

$$26.84 - 5.80 \leq \mu_{predicted} \leq 26.84 + 5.80$$

$$21.03 \leq \mu_{predicted} \leq 32.65$$

Berdasarkan hasil perhitungan prediksi kondisi optimum diperoleh nilai $\mu_{prediksi}$ sebesar 26.84, nilai tersebut berada pada rentang selang kepercayaan yaitu $21.03 \leq \mu_{predicted} \leq 32.65$ yang artinya pengukuran warna uji organoleptik tersebut berada pada batas rentang pengukuran warna uji organoleptik yang optimal.

4.8.4 Pengujian Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan tahap validasi hasil dari *setting* faktor dan level yang telah dihasilkan pada perhitungan sebelumnya. Dalam eksperimen konfirmasi menentukan *setting* level terbaik dari faktor-faktor yang signifikan merupakan tugas utama dari eksperimen ini. Untuk faktor-faktor yang mempunyai kontribusi yang kecil tetap dimasukkan dalam eksperimen ini dengan mengambil level yang terbaik. Eksperimen konfirmasi didalamnya terdapat perhitungan rata-rata serta perkiraan selang kepercayaan dan analisis hasil eksperimen konfirmasi. Pengujian kualitas dari keripik apel ini dilakukan dengan menyebar kuesioner pada responden terkait hasil uji pembuatan keripik apel dari level faktor optimal.

Eksperimen Konfirmasi Menggunakan Setting Level optimal sebagai berikut:

Tabel 4.16 Faktor Terkendali Setting Level Optimal

Faktor terkendali	Faktor
Lama waktu penggorengan	150 menit
Pemutaran Vacuum Frying	20 menit
Lama perendaman	10 menit
Suhu penggorengan	85°C

Hasil eksperimen konfirmasi dengan *setting level* optimal eksperimen Taguchi untuk kualitas keripik apel dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kualitas Keripik Apel

No. Sampel	Hasil Kuesioner
1	6.21
2	5.93
3	6.13
4	6.13
5	5.98
6	6.10
7	6.07
8	5.92
9	6.07
10	6.08

Selanjutnya data hasil pengujian eksperimen konfirmasi dihitung nilai rata-rata dan variansinya. Berikut ini merupakan perhitungan nilai rata-rata dan variansi dari kualitas keripik apel pada eksperimen konfirmasi:

1. Kualitas keripik apel
 - a. Perhitungan nilai rata-rata

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\mu = \frac{1}{10} (6.21 + 5.93 + 6.13 + \dots + 6.08)$$

$$\mu = 6.06$$

Perhitungan variansi

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

$$\sigma^2 = \frac{1}{10-1} (6.21 - 6.06)^2 + (5.93 - 6.06)^2 + \dots + (6.08 - 6.06)^2$$

$$\sigma^2 = 0,09418$$

- b. Nilai hasil perhitungan SNR *Larger the better*

1) Perhitungan MSD SNR *larger the better*

$$= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$$

$$= \frac{1}{10} \times \left(\frac{1}{6.21^2} + \frac{1}{5.93^2} + \frac{1}{6.13^2} + \dots + \frac{1}{6.08^2} \right) = 0.000272$$

2) Perhitungan SNR *larger the better*

$$\eta = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

$$\eta = -10 \log_{10} [0.000272] = 35.6504$$

2. Perhitungan Selang Kepercayaan Eksperimen Konfirmasi

Berikut ini merupakan perhitungan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata. Seperti pada kondisi optimal, tujuan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi yaitu untuk membuat suatu perkiraan dari level-level faktor. Untuk selang kepercayaan sendiri akan dibandingkan antara selang kepercayaan optimal dengan selang kepercayaan konfirmasi, ini akan menggambarkan apakah percobaan ini diterima atau ditolak. Hal ini dapat dilakukan dengan membandingkannya dalam bentuk grafik. Perhitungan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi untuk kualitas keripik apel adalah:

a. Selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon dengan rata-rata

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha, v_1, v_2} \cdot Ve \cdot \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{4.35 \times 0.21 \left[\frac{1}{3.85} + \frac{1}{10} \right]}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0.6683$$

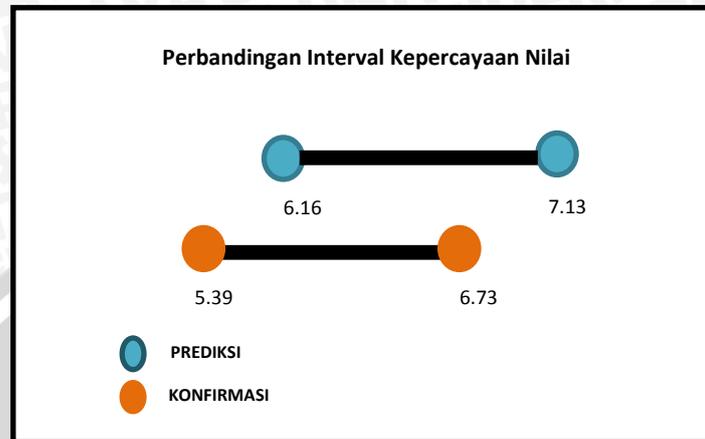
Sehingga selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon kualitas keripik apel adalah:

$$\mu_{confirmation} - Cl_{mean} \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + Cl_{mean}$$

$$6.06 - 0.6683 \leq \mu_{confirmation} \leq 6.06 + 0.6683$$

$$5.39 \leq \mu_{confirmation} \leq 6.73$$

Setelah menghitung selang kepercayaan eksperimen konfirmasi, maka tahap selanjutnya yaitu membandingkan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 untuk selang kepercayaan nilai rata-rata.



Gambar 4.1 Perbandingan Nilai Selang Kualitas Keripik Apel Untuk Rata-Rata

- a. Selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon dengan nilai SNR

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \cdot Ve \cdot \left[\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r} \right]}$$

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{18.52 \times 2.34 \left[\frac{1}{1.285} + \frac{1}{10} \right]}$$

$$Cl_{mean} = \pm 6.169$$

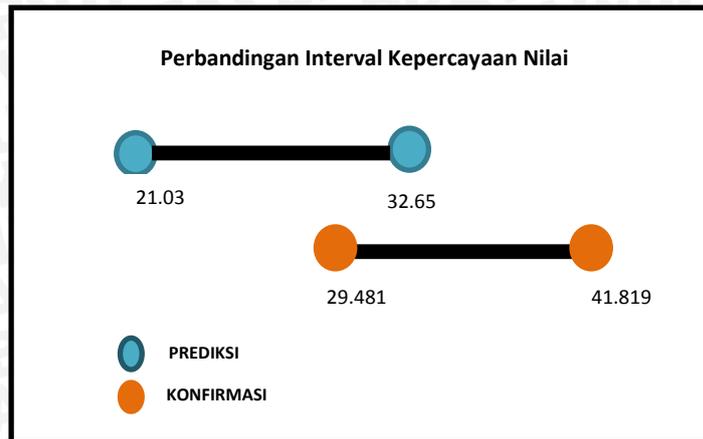
Sehingga selang kepercayaan nilai SNR eksperimen konfirmasi respon kualitas keripik apel adalah:

$$\mu_{confirmation} - Cl_{mean} \leq \mu_{confirmation} \leq \mu_{confirmation} + Cl_{mean}$$

$$35.6504 - 6.169 \leq \mu_{confirmation} \leq 35.6504 + 6.169$$

$$29.481 \leq \mu_{confirmation} \leq 41.819$$

Setelah menghitung selang kepercayaan eksperimen konfirmasi, maka tahap selanjutnya yaitu membandingkan selang kepercayaan optimal dan eksperimen konfirmasi yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 untuk selang kepercayaan nilai SNR.



Gambar 4.2 Perbandingan Nilai Selang Kualitas Keripik Apel Untuk SNR

Tujuan penggunaan selang kepercayaan adalah untuk membuat perkiraan dari level-level faktor dan prediksi rata-rata proses pada kondisi optimal. Nilai-nilai selang kepercayaan kondisi optimal kemudian dibandingkan dengan selang kepercayaan eksperimen konfirmasi, dengan cara digambarkan dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.2 Dengan didapatkan kualitas keripik apel melalui pendapat responden diharapkan dapat memperbaiki kualitas keripik apel yang terjadi yang selama ini terjadi pada proses pembuatan keripik apel.

4.11 Analisis dan Pembahasan

Seperti yang telah dijelaskan pada tahap sebelumnya dapat disimpulkan bahwa dengan metode Taguchi didapatkan setting *level optimal* yang digunakan untuk memperbaiki kualitas keripik apel. Dari hasil penentuan faktor, level faktor dan derajat kebebasan maka penelitian ini menggunakan *Orthogonal Array L9(3⁴)* dan menggunakan karakteristik kualitas *Larger the better*, yakni semakin tinggi maka nilainya akan semakin baik. Penilaian kualitas keripik apel dilakukan dengan menyebarkan kuisioner terhadap responden untuk memberikan nilai terhadap rasa, tampilan dan keutuhan dari keripik apel yang dibuat berdasarkan faktor dan level faktor yang telah ditetapkan. Responden yang dipilih adalah konsumen serta pihak karyawan CV.Bagus Agriseta Mandiri.

Terdapat 9 perlakuan eksperimen dengan jumlah faktornya adalah 4 faktor dan pada tiap faktornya terbagi menjadi 3 level faktor . Antara lain lama waktu penggorengan (120 menit , 135 menit, 150 menit), Pemutaran vacuum frying (setiap 10 menit, setiap 15 menit, setiap 20 menit), lama perendaman dengan CaCl_2 (10 menit, 12.5 menit, 15 menit), dan Suhu Penggorengan (75°C , 80°C , 85°C)

Hasil penilaian responden terhadap kualitas keripik apel selanjutnya dihitung nilai rata-ratanya, untuk penilaian rasa diberikan bobot 0.5, untuk tampilan bobotnya 0.25 dan untuk keutuhan bobotnya 0.25. Bobot rasa diberikan lebih besar dikarenakan dalam membeli produk keripik tentu rasa merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan sesuai dengan hasil penyebaran kuisioner yang disebarkan kepada konsumen dan pihak CV.Bagus Agriseta Mandiri yang terdapat pada Lampiran 1. Setelah itu dilakukan perhitungan ANOVA baik menggunakan nilai rata-rata maupun *Signal To Noise Ratio*

Dari hasil perhitungan ANOVA dengan menggunakan nilai rata-rata dapat diketahui bahwa keempat faktor memberikan pengaruh terhadap kualitas keripik apel. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *F-ratio* keempat faktor yang lebih besar dari *F-tabel*. Dari keempat faktor tersebut nilai yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas keripik apel dengan persen kontribusi yang cukup besar adalah faktor A (lama waktu penggorengan), faktor B (waktu pemutaran vacuum frying) dan faktor C (suhu penggorengan). Sedangkan faktor D (suhu penggorengan) baik pada perhitungan ANOVA dengan rata-rata maupun dengan SNR tidak terlalu besar memberikan pengaruh karena nilai persen kontribusi yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan ketiga faktor lainnya. Hal ini disebabkan karena *range* suhu yang digunakan adalah standar suhu yang disarankan ketika melakukan penggorengan dengan mesin *vacuum frying* begitu pula *range* angkanya yang memiliki selisih angka yang tidak begitu jauh. Dengan hasil tersebut maka dilakukan pooling faktor terhadap 1 faktor dan tidak ada faktor berpengaruh signifikan yang dihilangkan karena dari hasil *pooled* diketahui bahwa persen kontribusi *pooled error* hasil pooling kurang dari 50%. Untuk eksperimen Taguchi, nilai persen kontribusi *pooled error* diharapkan sebesar $< 50\%$, yang berarti faktor-faktor penting dalam eksperimen tersebut dilibatkan dalam perancangan *robust design*. Dengan persen kontribusi *pooled error* $< 50\%$, hasil eksperimen Taguchi telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai yang mempertimbangkan variansi optimumnya

Selain melakukan perhitungan ANOVA dengan menggunakan nilai rata-rata juga dilakukan perhitungan ANOVA dengan SNR. Nilai SNR ini menurut Belavendram digunakan untuk desain eksperimen dengan fungsi dinamis, yakni karakteristik kualitas berbentuk *variable target value* yang bertujuan meminimalkan sensitivitas karakteristik kualitas terhadap faktor gangguan dengan membandingkan nilai keseragaman bagian yang dapat diprediksi (*signal*) dengan keseragaman bagian yang tidak dapat diprediksi (*noise*).

Hasil dari tabel respon baik untuk nilai rata-rata maupun nilai SNR menunjukkan hasil yang sama untuk urutan faktor yang memberikan kontribusi besar terhadap kualitas

keripik apel beserta level faktornya. Kontribusi terbesar ada pada faktor B (pemutaran *vacuum frying*) yakni sebesar 37.63%, lalu faktor A (lama waktu penggorengan) serta faktor C (lama perendaman dengan CaCl_2) sedangkan suhu penggorengan memberikan kontribusi yang kecil. Untuk *setting* level optimal berdasarkan tabel respon perhitungan nilai rata-rata dan SNR juga menghasilkan nilai yang sama karena yaitu yaitu faktor Faktor A Level 3 (Lama waktu penggorengan 150 menit), Faktor B Level 3 (Pemutaran *vacuum frying* 20 menit), Faktor C Level 1 (Lama perendaman dengan CaCl_2 10 menit), dan Faktor D Level 3 (Suhu penggorengan 85°C). Faktor dan level faktor terpilih akan digunakan dalam eksperimen konfirmasi yang tujuannya melakukan validasi hasil dari *setting* faktor dan level yang telah dihasilkan pada perhitungan sebelumnya.

Selanjutnya dilakukan perhitungan selang kepercayaan untuk nilai rata rata dan SNR. Tabel 4.18 berikut menunjukkan hasil perhitungan kualitas apel prediksi dan optimasi untuk seriap faktor pengukuran.

Tabel 4.18 Interpretasi Hasil Perhitungan Kualitas Keripik Prediksi dan Optimasi

Respon (Kualitas Keripik Apel)		Prediksi	Optimasi
Eksperimen Taguchi	Rata-Rata	6.64	6.64 ± 0.4867
	Variabilitas	26.84	26.84 ± 5.8069
Eksperimen Konfirmasi	Rata-Rata	6.06	6.06 ± 0.6683
	Variabilitas	35.6504	35.6504 ± 6.169

Dari hasil perhitungan baik untuk nilai prediksi dan nilai pada eksperimen konfirmasi dapat diketahui bahwa hasil eksperimen konfirmasi valid dan dapat diterima dengan adanya irisan antara nilai selang kepercayaan rata-rata dan SNR prediksi dengan nilai dari hasil eksperimen konfirmasi. serta masih berada dalam interval hasil optimal sehingga keputusan diterima.