

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Data merupakan kunci untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan metode pengumpulan data sangat berpengaruh untuk mendapatkan data yang benar. Pengumpulan data meliputi data frekuensi kuisioner, data kuisioner uji organoleptik replikasi 1 dan uji organoleptik replikasi 2.

Mengidentifikasi prioritas utama perbaikan kualitas kerupuk lipat dengan memfokuskan pada tiga aspek yaitu rasa, ketahanan dan kerenyahan berdasarkan pilihan responden. Sebanyak 60 responden diminta untuk memilih satu dari tiga aspek kualitas kerupuk lipat yang menurut mereka paling perlu diperbaiki yaitu rasa, ketahanan, dan kerenyahan.

Tabel 4.1. Persentase Prioritas Frekuensi Kualitas Kerupuk

Aspek Kualitas	Jumlah Responden	Persentase (%)
Rasa	29	48,3%
Ketahanan	17	28,3%
Kerenyahan	14	23,3%
Total	60	100%

Berdasarkan tabel persentase prioritas frekuensi kualitas kerupuk, prioritas utama perbaikan kualitas kerupuk lipat harus difokuskan pada rasa, karena hampir setengah dari responden menilainya sebagai aspek yang paling membutuhkan perbaikan. Setelah rasa, perhatian berikutnya harus diberikan kepada ketahanan, diikuti oleh kerenyahan. Memfokuskan upaya perbaikan pada urutan prioritas ini diharapkan dapat meningkatkan kepuasan konsumen secara signifikan.

Setelah melakukan perhitungan prioritas frekuensi kualitas kerupuk lipat, ditemukan bahwa rasa, ketahanan, dan kerenyahan adalah tiga aspek yang perlu diperbaiki. Untuk menentukan langkah perbaikan yang tepat, dilakukan eksperimen sebanyak 4 kali percobaan dengan masing-masing 2 replikasi, diikuti oleh uji organoleptik oleh 30 responden. Setiap responden memberikan penilaian pada tiga aspek kualitas kerupuk lipat menggunakan skala likert, dimana:

- 1,0 – 1,75 : Sangat Tidak Puas
- 1,8 – 2,55 : Tidak Puas
- 2,6 – 3,35 : Cukup Puas
- 3,4 – 4,15 : Puas
- 4,2 – 5,00 : Sangat Puas

Berikut tabel hasil kuisioner uji organoleptik 2 replikasi pada rasa, ketahanan, dan kerenyahan dalam 4 kali percobaan.

Tabel 4.2. Hasil Rekapitulasi Kuisioner Uji Organoleptik 2 Replikasi

Perc.	Replikasi	Skala (1-5)					
		Rasa	Ket	Ketahanan	Ket	Kerenyahan	Ket
1	1	4,67	Sangat Puas	5,00	Sangat Puas	4,47	Sangat Puas
	2	4,87	Sangat Puas	5,00	Sangat Puas	4,70	Sangat Puas
2	1	4,60	Sangat Puas	5,00	Sangat Puas	4,23	Sangat Puas
	2	4,67	Sangat Puas	5,00	Sangat Puas	4,50	Sangat Puas
3	1	4,80	Sangat Puas	5,00	Sangat Puas	4,27	Sangat Puas
	2	4,80	Sangat Puas	5,00	Sangat Puas	4,63	Sangat Puas
4	1	4,30	Sangat Puas	4,3	Sangat Puas	4,30	Sangat Puas
	2	4,60	Sangat Puas	5,00	Sangat Puas	4,20	Sangat Puas

Dari tabel di atas diketahui bahwa, skor rata-rata untuk rasa bervariasi antara 4,30 sampai 4,87. Ini menunjukkan tingkat kepuasan yang signifikan, dengan range mencapai keterangan yang sangat puas. Peningkatan pada aspek rasa dapat mengurangi keluhan atau hilangnya keluhan pada kualitas rasa kerupuk lipat. Skor rata-rata untuk ketahanan berkisar antara 4,30 sampai 5. Ketahanan menunjukkan variasi yang cukup besar, dengan range mencapai keterangan yang sangat puas. Perbaikan aspek ketahanan sangat diperlukan untuk mencapai konsistensi kualitas. Skor rata-rata untuk kerenyahan berkisar antara 4,20 sampai 4,70. Kerenyahan juga menunjukkan variasi yang signifikan dalam tingkat kepuasan. Peningkatan pada aspek ini juga penting untuk mencapai kualitas kerupuk yang lebih baik.

Berdasarkan hasil uji organoleptik 2 replikasi, prioritas perbaikan kualitas kerupuk lipat sebaiknya dimulai dari rasa, ketahanan, dan kemudian kerenyahan. Peningkatan pada ketiga aspek ini diharapkan dapat meningkatkan kepuasan konsumen secara keseluruhan.

4.2. Pengolahan Data

Untuk memastikan kualitas data yang diperoleh dari kuisioner uji organoleptik 2 replikasi pada rasa, ketahanan, dan kerenyahan terhadap kerupuk lipat, diperlukan uji validitas dan uji reabilitas. Berikut adalah bagaimana kedua uji tersebut diterapkan dalam penelitian ini:

4.2.1. Uji Validitas

Berikut hasil uji validitas pada kuisioner uji organoleptik 2 replikasi dengan 30 responden terhadap rasa pada kerupuk lipat yang diolah menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).

Tabel 4.3. Hasil Uji Validitas Rasa Kerupuk Lipat

Percobaan	Replikasi 1	Keterangan	Replikasi 2	Keterangan
1	0,98	Valid	0,99	Valid
2	0,93	Valid	0,99	Valid
3	0,99	Valid	0,90	Valid
4	0,77	Valid	1	Valid

Semua item yang diuji dalam tabel di atas memiliki nilai korelasi Pearson (r) di atas 0,41 dengan nilai korelasi signifikan 0,01, menunjukkan semua item valid. Dengan demikian, tidak ada item yang perlu dihapus atau direvisi pada variable rasa karena semuanya memenuhi kriteria validitas yang ditetapkan.

Berikut hasil uji validitas pada kuisioner uji organoleptik 2 replikasi dengan 30 responden terhadap ketahanan pada kerupuk lipat yang diolah menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).

Tabel 4.4. Hasil Uji Validitas Ketahanan Kerupuk Lipat

Percobaan	Replikasi 1	Keterangan	Replikasi 2	Keterangan
1	0,96	Valid	0,97	Valid
2	0,95	Valid	0,97	Valid
3	0,57	Valid	0,51	Valid
4	0,86	Valid	0,59	Valid

Semua item yang diuji dalam tabel di atas memiliki nilai korelasi Pearson (r) di atas 0,41 dengan nilai korelasi signifikan 0,01, menunjukkan semua item valid. Dengan demikian, tidak ada item yang perlu dihapus atau direvisi pada variable ketahanan karena semuanya memenuhi kriteria validitas yang ditetapkan.

Berikut hasil uji validitas pada kuisioner uji organoleptik 2 replikasi dengan 30 responden terhadap kerenyahan pada kerupuk lipat yang diolah menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).

Tabel 4.5. Hasil Uji Validitas Kerenyahan Kerupuk Lipat

Percobaan	Replikasi 1	Keterangan	Replikasi 2	Keterangan
1	0,96	Valid	0,97	Valid
2	0,91	Valid	0,97	Valid
3	0,57	Valid	0,51	Valid
4	0,86	Valid	0,59	Valid

Semua item yang diuji dalam tabel di atas memiliki nilai korelasi Pearson (r) di atas 0,41 dengan nilai korelasi signifikan 0,01, menunjukkan semua item valid. Dengan demikian, tidak ada item yang perlu dihapus atau direvisi pada variable kerenyahan karena semuanya memenuhi kriteria validitas yang ditetapkan.

4.2.2. Uji Reabilitas

Berikut hasil uji reabilitas pada kuisioner uji organoleptik 2 replikasi dengan 30 responden terhadap rasa pada kerupuk lipat yang diolah menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).

Tabel 4.6. Hasil Uji Reliabilitas Rasa Kerupuk Lipat

Percobaan	Replikasi 1 <i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan Reliabel	Replikasi 2 <i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan Reliabel
1	0,96	Reliabel	0,96	Reliabel
2	0,96	Reliabel	0,96	Reliabel
3	0,96	Reliabel	0,96	Reliabel
4	0,96	Reliabel	0,96	Reliabel

Nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,96, hasil ini menunjukkan bahwa instrumen pengukuran pada rasa yang digunakan dalam penelitian ini memiliki realibilitas yang sangat baik.

Berikut hasil uji reabilitas pada kuisioner uji organoleptik 2 replikasi dengan 30 responden terhadap ketahanan pada kerupuk lipat yang diolah menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).

Tabel 4.7. Hasil Uji Reliabilitas Ketahanan Kerupuk Lipat

Percobaan	Replikasi 1 <i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan Reliabel	Replikasi 2 <i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan Reliabel
1	0,84	Reliabel	0,84	Reliabel
2	0,84	Relaibel	0,84	Reliabel
3	0,84	Reliabel	0,84	Reliabel
4	0,84	Reliabel	0,84	Reliabel

Nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,84, hasil ini menunjukkan bahwa instrumen pengukuran pada ketahanan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki realibilitas yang sangat baik.

Berikut hasil uji reabilitas pada kuisioner uji organoleptik 2 replikasi dengan 30 responden terhadap kerenyahan pada kerupuk lipat yang diolah menggunakan *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS).

Tabel 4.8. Hasil Uji Reliabilitas Kerenyahan Kerupuk Lipat

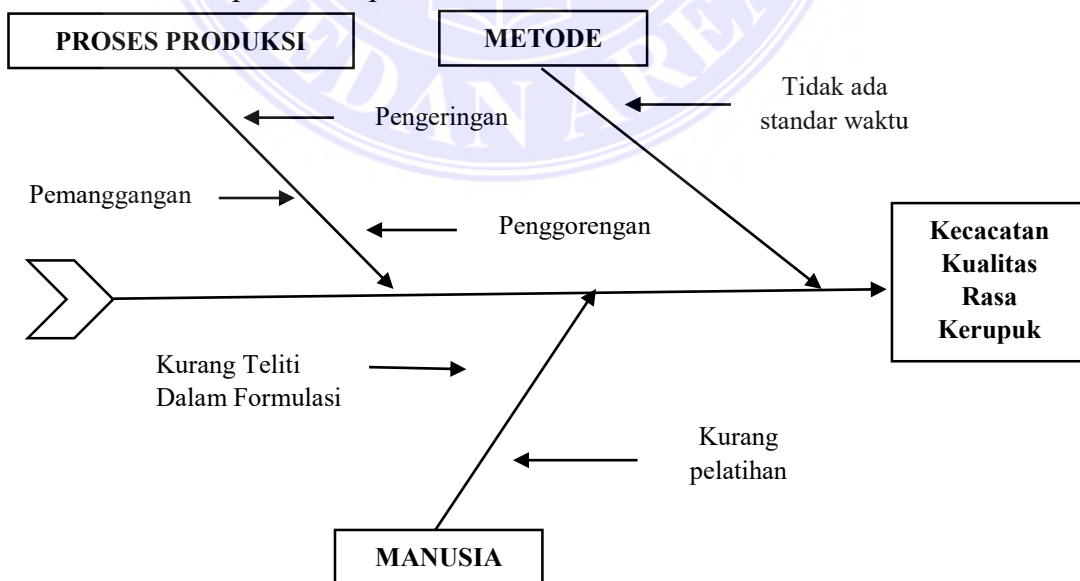
Percobaan	Replikasi 1 <i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan Reliabel	Replikasi 2 <i>Alpha Cronbach's</i>	Keterangan Reliabel
1	0,85	Reliabel	0,85	Reliabel
2	0,85	Relaibel	0,85	Reliabel
3	0,85	Reliabel	0,85	Reliabel
4	0,85	Reliabel	0,85	Reliabel

Nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,85, hasil ini menunjukkan bahwa instrumen pengukuran pada kerenyahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki realibilitas yang sangat baik.

4.2.3. Identifikasi Penyebab Kecacatan

Untuk meningkatkan kualitas kerupuk lipat, kami mengumpulkan data dari 60 responden mengenai prioritas kualitas yang harus diperbaiki, yaitu rasa, ketahanan, dan kerenyahan. Selanjutnya, dilakukan eksperimen menggunakan metode Taguchi dan uji organoleptik 2 replikasi oleh 30 responden dengan 4 kali percobaan. Setelah itu, dilakukan identifikasi penyebab kecacatan menggunakan diagram sebab-akibat.

Berikut identifikasi penyebab kecacatan yang terjadi di lantai produksi untuk membantu menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kecacatan yang terjadi di lantai produksi. *Cause and Effect Diagram* (diagram sebab-akibat) digunakan untuk menganalisis dan menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kecacatan produk kerupuk yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Penyebab masalah pada jenis kecacatan dapat diamati dengan menggunakan *cause and effect diagram*. *Cause and Effect Diagram* jenis kecacatan rasa dapat dilihat pada Gambar 4.1.

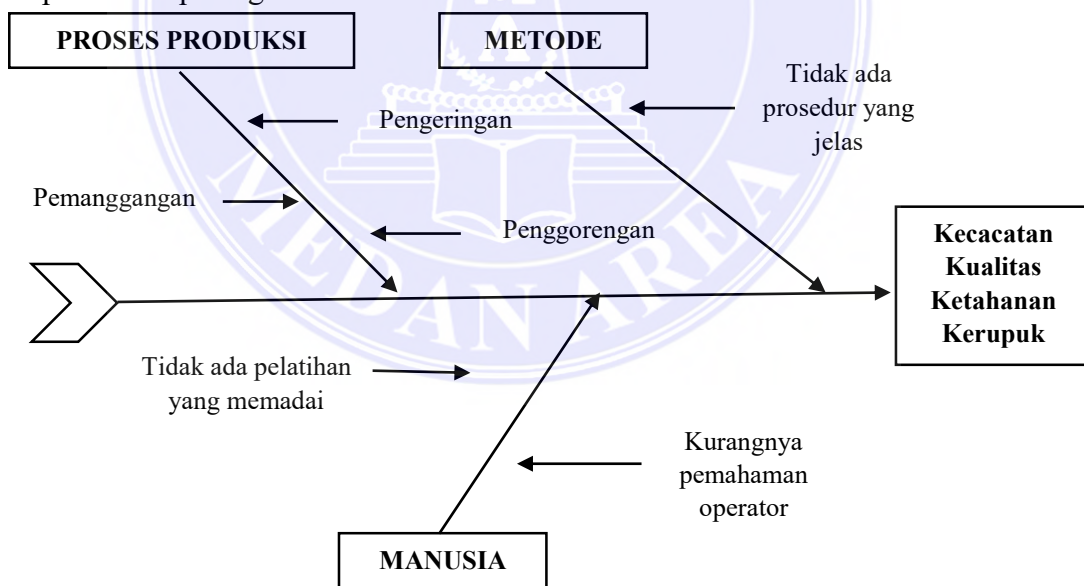


Gambar 4.1. Diagram *Fishbone* Kecacatan Kualitas Rasa

Dari diagram *fishbone* diatas, penyebab produk cacat rasa dapat ditinjau dari beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Segi metode, terdapat faktor yang mempengaruhi terjadinya kecacatan yaitu tidak ada standar waktu dalam proses pembuatan kerupuk.
2. Segi proses produksi yang menyebabkan kecacatan produk dalam hal rasa, ketahanan, dan kerenyahan adalah pengeringan, pemanggangan, dan penggorengan.
3. Faktor lain yang menyebabkan kecacatan produk yaitu karyawan yang kurang teliti dalam formulasi dan kurang pelatihan.

Penyebab masalah pada jenis kecacatan dapat diamati dengan menggunakan *cause and effect diagram*. *Cause and Effect Diagram* jenis kecacatan ketahanan dapat dilihat pada gambar 4.2.

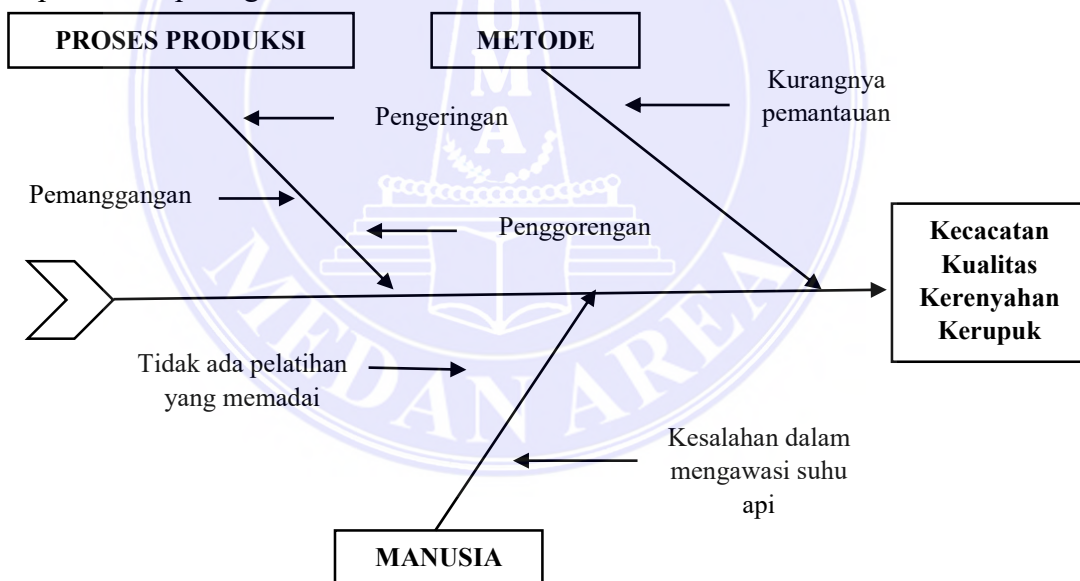


Gambar 4.2. Diagram *Fishbone* Kecacatan Kualitas Ketahanan

Dari diagram *fishbone* diatas, penyebab produk cacat ketahanan dapat ditinjau dari beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Segi metode, terdapat faktor yang mempengaruhi terjadinya kecacatan yaitu tidak ada prosedur yang jelas atau standar operasi dalam proses pembuatan kerupuk.
2. Segi proses produksi yang menyebabkan kecacatan produk dalam hal rasa, ketahanan, dan kerenyahan adalah proses kadar pengeringan, pemanggangan, dan penggorengan.
3. Faktor lain yang menyebabkan kecacatan produk yaitu kurangnya pemahaman operator serta tidak ada pelatihan yang memadai.

Penyebab masalah pada jenis kecacatan dapat diamati dengan menggunakan *cause and effect diagram*. *Cause and Effect Diagram* jenis kecacatan kerenyahan dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Diagram *Fishbone* Kecacatan Kualitas Kerenyahan

Dari diagram *fishbone* diatas, penyebab produk cacat kerenyahan dapat ditinjau dari beberapa hal yaitu sebagai berikut:

1. Segi metode, terdapat faktor yang mempengaruhi terjadinya kecacatan yaitu kurangnya pemantauan terhadap faktor-faktor seperti waktu atau suhu.
2. Segi proses produksi yang menyebabkan kecacatan produk dalam hal rasa, ketahanan, dan kerenyahan adalah pengeringan, pemanggangan, dan penggorengan.
3. Faktor lain yang menyebabkan kecacatan produk yaitu kesalahan dalam mengawasi suhu api dan tidak ada pelatihan yang memadai.

4.3. Hasil Karakteristik Kualitas

Dalam penerapan karakteristik kualitas berdasarkan kuisioner yang digunakan untuk pengujian organoleptik kerupuk lipat sebagai upaya melakukan perbaikan kualitas adalah *Large The Better*. *Large The Better* memiliki arti bahwa semakin besar penilaian yang diberikan responden terhadap sifat organoleptik kerupuk (rasa, ketahanan dan kerenyahan) maka nilainya akan semakin bagus. Berikut tabel 4.9. frekuensi kuisioner yang menjelaskan hasil penilaian responden.

Tabel 4.9. Persentase Prioritas Frekuensi Kualitas Kerupuk

Aspek Kualitas	Jumlah Responden	Persentase (%)
Rasa	29	48,3%
Ketahanan	17	28,3%
Kerenyahan	14	23,3%
Total	60	100%

Bobot ini diberikan berdasarkan hasil penilaian 60 responden terhadap prioritas utama mereka dalam menilai kualitas kerupuk yang dapat dilihat pada lampiran 1. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keinginan responden paling tinggi terhadap kerupuk lipat. (dari segi rasa, ketahanan, dan kerenyahan) dengan

menghasilkan faktor dan *setting* level optimal untuk memperbaiki kualitas kerupuk lipat.

4.4. Penetapan Faktor dan Level Faktor Berpengaruh

Banyaknya level yang dipilih dan nilainya pada pengetahuan terhadap proses atau produk. Data hasil penetapan level ini dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Penentuan Jumlah Faktor dan Nilai Level Faktor

Kode	Faktor Kontrol	Level 1	Level 2
A	Pengeringan	7 jam	8 jam
B	Pemanggangan	13 menit	15 menit
C	Penggorengan	1 menit	2 menit

4.5. Penetapan *Orthogonal Array*

Orthogonal Array adalah suatu matriks yang berisi sekumpulan eksperimen dengan pengaturan kombinasi yang bermacam-macam sesuai dengan parameter proses atau produk (Ronaldi et al., n.d.). Dalam menentukan matriks *orthogonal array*, perlu dilakukan perhitungan *degree of freedom* untuk masing-masing faktor dalam eksperimen. *Degree of freedom* untuk faktor yang berpengaruh kan ditunjukkan pada Tabel 4.11. berikut ini:

Tabel 4.11. Perhitungan *Degree of Freedom*

Faktor		DF
Kode	Nama	
A	Pengeringan	(2-1)
B	Pemanggangan	(2-1)
C	Penggorengan	(2-1)
Total		3

Jumlah degree of freedom dari faktor-faktor yang berpengaruh berdasarkan Tabel 4.11. adalah 3. Selanjutnya berikut ini adalah cara perhitungan *degree of freedom orthogonal array* :

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

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

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

$$L_4(2^3) = (2-1) * 3 = 3$$

Dari hasil perhitungan *degree of freedom* faktor-faktor berpengaruh, maka dapat diketahui jenis *orthogonal array* yang akan digunakan dalam penelitian yang ditunjukkan pada tabel 4.12. berikut.

Tabel 4.12. Orthogonal Array dengan 2 Level

Orthogonal Array					
$L_4(2^3)$	$L_8(2^7)$	$L_{12}(2^{11})$	$L_{16}(2^{15})$	$L_{32}(2^{31})$	$L_{64}(2^{63})$

Pemilihan matriks orthogonal yang sesuai dengan eksperimen ini adalah matriks *orthogonal* yang memiliki derajat kebebasan yang lebih besar atau sama dengan derajat kebebasan faktor dan level di dalam eksperimen. Perhitungan derajat kebebasan untuk matriks *orthogonal* $L_4(2^3)$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Derajat kebebasan} &= (\text{banyaknya faktor}) \times (\text{banyaknya level} - 1) \\ &= 3 \times (2 - 1) \\ &= 3 \text{ derajat kebebasan} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan derajat kebebasan matriks *orthogonal* yang lebih besar dari 2 adalah pada matriks orthogonal $L_4(2^3)$ dengan derajat kebebasan 3.

4.6. Pengumpulan Data Eksperimen Taguchi

Pada penelitian ini pembuatan kerupuk lipat 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 8 buah.

Karakteristik kualitas yang digunakan adalah *larger the better*. Data diperoleh dari hasil penyebaran kuisioner terhadap penilaian organoleptik (rasa, ketahanan, dan kerenyahan) kerupuk lipat terhadap dua replikasi kerupuk lipat untuk setiap eksperimen. Penyebaran kuisioner dilakukan terhadap 30 responden untuk memberikan penilaian yang digunakan untuk menentukan faktor dan level faktor optimal untuk memperbaiki kerupuk lipat. Hasil penilaian responden tersebut akan diolah dengan pembagian bobot yakni rasa (48,3%), ketahanan (28,3%), dan kerenyahan (23,3%). Bobot ini diberikan berdasarkan hasil penilaian 60 responden yang terdiri atas konsumen dan pihak dari UMKM Kerupuk Pak Husnul terhadap prioritas utama mereka dalam menilai kualitas kerupuk (Lampiran 3).

Berikut merupakan hasil dari uji organoleptik (rasa, ketahanan, dan kerenyahan) kerupuk lipat eksperimen *Taguchi*. Uji organoleptik merupakan uji dengan menggunakan panca indera untuk memberikan penilaian hedonik terhadap suatu produk. Uji ini dilakukan dengan menyebarkan kuisioner terhadap 30 responden untuk menilai kualitas kerupuk lipat.

Tabel 4.13. Hasil Uji Rasa, Ketahanan, Kerenyahan

	A	B	C	Replikasi 1	Replikasi 2
1	1	1	1	4,71	4,79
2	1	2	2	4,61	4,69
3	1	3	3	4,69	4,79
4	1	2	1	4,30	4,38

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

4.7. Pengolahan Data Eksperimen Taguchi

Kuisioner ini menggunakan 3 parameter pengukuran yaitu rasa, ketahanan, dan kerenyahan. Pengolahan data eksperimen Taguchi ini akan masing-masing parameter pengukuran dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk data variabel dan *Signal to Noise Ratio* (SNR).

4.7.1. 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 *statistic* 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 pengolaha data data dengan menghitung nilai-rata-rata hasil eksperimen seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hasil Nilai Rata-rata Uji Rasa, Ketahanan, Kerenyahan

	A	B	C	Replikasi 1	Replikasi 2	Rata-rata
1	1	1	1	4,71	4,79	4,75
2	1	2	2	4,61	4,69	4,65
3	2	1	2	4,69	4,79	4,74
4	2	2	1	4,30	4,38	4,34

2. Membuat Tabel Respon dari pengaruh Faktor

Berikut ini adalah langkah untuk memperhitungkan nilai tabel respon.

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A}1) = \frac{\sum \text{rata-rata level 1 pada faktor A}}{2}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A}1) = \frac{4,75 + 4,65}{2}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A}1) = 4,70$$

Dari hasil perhitungan tabel respon tiap pengaruh faktor, selanjutnya akan disajikan ke dalam tabel 4.15. 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 kerupuk lipat menunjukkan karakteristik kualitas yang hendak dicapai dalam penelitian. Tabel 4.15. merupakan tabel respon untuk nilai rata-rata eksperimen *Taguchi*.

Tabel 4.15. Respon Nilai Rata-rata Rasa, Ketahanan, Kerenyahan

Faktor	A	B	C
Level			
1	4,70	4,75	4,55
2	4,54	4,49	4,69
Diff	0,16	0,25	0,15
Rank	2	1	3

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

a. Melakukan Perhitungan Untuk nilai total *Sum of Square* (SStotal)

$$SStotal = \sum y^2$$

$$SS_{total} = 4,71^2 + 4,79^2 + 4,61^2 + 4,69^2 + 4,69^2 + 4,79^2 + 4,30^2 + 4,38^2$$

$$SS_{total} = 170,99$$

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 resplikasi

$$= 4 \times 2 = 8$$

$$\bar{y} = \frac{4,75 + 4,65 + 4,74 + 4,34}{4}$$

$$\bar{y} = 4,62$$

$$SS_{mean} = 8 \times (4,62)^2 = 170,76$$

c. Melakukan perhitungan *Sum of Square due to Factors* atau Jumlah Kuadrat

Faktor-Faktor (SS_A)

$$SS_A = ((\bar{A}_1)^2 \times n_1) + ((\bar{A}_2)^2 \times n_2) - SS_{mean}$$

$$SS_A = ((4,70)^2 \times 4) + ((4,54)^2 \times 4) - 170,76$$

$$SS_A = 0,05$$

Perhitungan yang sama dilakukan untuk menghitung Rata-rata Jumlah

Kuadrat pada faktor B dan C.

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

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

$$SSe = 170,99 - 170,76 - 0,05 - 0,13 - 0,05$$

$$SSe = 0,02$$

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

1) Melakukan Perhitungan Derajat Kebebasan

Untuk Faktor A perhitungannya adalah sebagai berikut :

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

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

Begitu juga untuk perhitungan derajat bebas faktor B dan C.

2) Melakukan Perhitungan Derajat Kebebasan Total

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

$$DF_T = (8 - 1) = 7$$

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

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

$$MS_A = \frac{SSA}{VA}$$

$$MS_A = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

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

4) Melakukan Perhitungan Nilai Rasio (F-Ratio)

Untuk nilai F-Ratio Faktor A perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$F \text{ ratio } A = \frac{MSA}{MSe}$$

$$DFe = DFT - (DFA + DFB + DFC)$$

$$DFe = 7 - (1 + 1 + 1) = 4$$

$$MSe = \frac{SSe}{DFe} = \frac{0,02}{4} = 0,004$$

$$F \text{ ratio } A = \frac{MSA}{MSe} = \frac{0,05}{0,004} = 14,03$$

Begitu juga untuk perhitungan F-Ration untuk faktor B dan C.

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

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

$$SS'A = SSA - (DFa \times MSe)$$

$$SS'A = 0,05 - (1 \times 0,004) = 0,046$$

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

Selanjutnya dilakukan perhitungan SS'e dengan langkah sebagai berikut:

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

$$SST = (SSA + SSB + SSC) + SSe$$

$$SST = (0,05 + 0,13 + 0,05) + 0,02 = 0,25$$

$$SS'e = 0,25 - (0,05 + 0,13 + 0,05)$$

$$SS'e = 0,02$$

- 6) Melakukan Perhitungan *Percent Contribution* (Rho%) untuk tiap faktor
Untuk nilai *Percent Contribution* (Rho%) faktor A perhitungannya adalah sebagai berikut :

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

$$Rho \%A = \frac{0,05}{0,25} \times 100\% = 20,17\%$$

Begitu juga untuk perhitungan *Percent Contribution* (Rho%) untuk faktor B dan C.

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

Berikut merupakan hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai rata-rata yang dalam bentuk tabel 4.16.

Tabel 4.16. ANOVA Nilai Rata-rata Uji Rasa, Ketahanan, Kerenyahan

SUMBER	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
A	0,05	1	0,05	14,03	0,05	20,17%
B	0,13	1	0,13	34,25	0,12	51,46%
C	0,05	1	0,05	12,33	0,04	17,54%
Error	0,02	4	0,005	1,00	0,025	
SST	0,25	7	0,036		0,036	
Mean	68,15	1				
Sstotal	170,76	8				

Berdasarkan tabel ANOVA, dapat diketahui bahwa faktor A,B, dan C memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas kerupuk lipat. Hal ini dapat diketahui dari nilai *F-ratio* yang dibandingkan dengan nilai *F-tabel* dengan nilai *F tabel* ($F_{0,005;1;4} = 7,71$). Apabila nilai *F-ratio* lebih besar dari nilai *F-tabel*, maka dapat disimpulkan bahwa faktor memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon yang diteliti yaitu kualitas kerupuk lipat. Berikut tabel hasil uji ANOVA dengan menggunakan nilai *F* untuk menguji signifikansi:

Tabel 4.17. Hasil Uji ANOVA Dengan Menggunakan Nilai F

Faktor	F Hitung	F Tabel	Signifikan
Pengeringan (A)	14,03	7,71	Signifikan
Pemanggangn (B)	34,25	7,71	Signifikan
Penggorengan (C)	12,33	7,71	Signifikan

Dengan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa ketiga faktor tersebut signifikan terhadap variabel respon yang diteliti yaitu kualitas kerupuk lipat, dimana nilai F hitung lebih besar dari nilai F-tabel.

Dari nilai persen kontribusi (Rho%) juga diketahui bahwa faktor yang memiliki kontribusi terbesar adalah faktor B, yaitu yakni Pemangangan sebesar 51,46%. Selanjutnya diikuti oleh faktor A yaitu Pengeringan sebesar 20,17% dan faktor dengan persen kontribusi terkecil adalah faktor C dengan persen kontribusi sebesar 17,54%. 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* $L_4(2^3)$, sehingga *Pooling Up* faktor dilakukan berjumlah satu atau dua faktor. Dari ketiga faktor tersebut, faktor C yaitu lama penggorengan memiliki pengaruh dan persen kontribusi yang paling kecil dibandingkan dengan faktor yang lainnya, sehingga faktor C akan dilakukan *Pooling Up*.

Berikut ini merupakan langkah melakukan perhitungan untuk *Pooling Up* faktor C.

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

$$SS(\text{pooled } e) = 0,02 + 0,05$$

$$SS(\text{pooled } e) = 0,07$$

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

$$DF(\text{pooled } e) = 4 + 1$$

$$DF(\text{pooled } e) = 5$$

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

$$MS(\text{pooled } e) = \frac{0,07}{5}$$

$$MS(\text{pooled } e) = 0,012$$

Tabel 4.17. berikut ini merupakan hasil perhitungan ANOVA untuk nilai rata-rata *Pooling Up* Rasa, Ketahanan, dan Kerenyahan.

Tabel 4.18. ANOVA Nilai Rata-rata *Pooling* Rasa, Ketahanan, Kerenyahan

Sumber	SS	DF	MS	F Ratio	SS'	Rho(%)
A	0,05	1	0,05	4,29	0,047	20,16%
B	0,13	1	0,13	10,49	0,121	51,46%
C	-	-	-	-	-	-
Error	0,02	4	0,0037			
<i>Pooled E</i>	0,06	5	0,012	1,00	0,07	31,45%
SST	0,25	7	0,034		0,25	
Mean	170,76	1				
SS Total	170,99	8				

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 kerupuk lipat antara lain faktor B (Pemangangan) dan factor A (Pengerangan).

Selanjutnya dari perhitungan persen kontribusi didapatkan nilai persen kontribusi *pooled* errornya adalah sebesar 31,45% 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* $< 50\%$, dapat disimpulkan bahwa hasil eksperimen *Taguchi* telah memenuhi kriteria sebagai model untuk memprediksi nilai rata-rata optimumnya.

4.7.2. Perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai S/N Ratio

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 optimal untuk melakukan perbaikan kualitas. Dengan nilai SNR maka akan diketahui faktor apa yang akan 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 tagret value* atau tidak memiliki nilai target spesifik yang harus dioptimalkan seperti yang ada di fungsi statis. Perhitungan *Ratio 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 bahwa apapun karakteristik kualitas yang digunakan dalam suatu eksperimen, interpretasi dari SNR selulus 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 setiap eksperimen

a. Perhitungan MSD

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

$$= \frac{1}{n} \sum_i^n = 1 \frac{1}{y_i^2}$$

$$= \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{4,712} + \frac{1}{4,792} \right) = 0,044$$

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:

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

$$\eta = -10 \log_{10} [0,044] = 13,53$$

Untuk perhitungan *Signal Noise to Ratio* (SNR) eksperimen selanjutnya ditunjukkan pada tabel 4. 18.

Tabel 4.19. Hasil Perhitungan Signal Noise to Ratio

A	B	C	Rep 1	Rep 2	1/n	$\sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$	SN (LB)
1	1	1	4,71	4,79	0,50	0,044	13,53
1	2	2	4,61	4,69	0,50	0,046	13,35
2	1	2	4,69	4,79	0,50	0,045	13,51
2	2	1	4,30	4,38	0,50	0,053	12,75

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

Berikut merupakan contoh perhitungan untuk tabel respon untuk *Signal Ratio* (SNR) faktor A.

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A}1) = \frac{\sum \text{SNRl evel 1 pada faktor A}}{2}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A}1) = \frac{13,53+13,35}{2}$$

$$\text{Faktor A dengan level pertama } (\bar{A}1) = 13,44$$

Langkah yang sama dilakukan untuk menghitung nilai pada Tabel Respon *Signal Noise to Ratio* (SNR) untuk faktor B dan C. Hasil perhitungan disajikan dalam tabel 4.19. berikut.

Tabel 4.20. Respon Signal Noise to Ratio (SNR)

Faktor	A	B	C
Level			
1	13,44	13,52	13,14
2	13,13	13,05	13,43
Diff	0,31	0,48	0,29
Rank	2	1	3

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.

- 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*.

- Melakukan perhitungan nilai total *Sum of Square* atau *SStotal*

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

$$SS_{total} = 13,53^2 + 13,35^2 + 13,51^2 + 13,75^2$$

$$SS_{total} = 706,47$$

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

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

$$n = \text{Jumlah eksperimen} = 4$$

$$\bar{y} = \frac{\text{Total Nilai SNR}}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{13,53 + 13,35 + 13,51 + 13,75}{4}$$

$$\bar{y} = \frac{53,14}{4} = 13,29$$

$$SS_{mean} = 4 \times (13,29)^2$$

$$SS_{mean} = 706,07$$

- 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 :

$$SS_A = ((\bar{A}_1)^2 \times n_1) + ((\bar{A}_2)^2 \times n_2) - SS_{mean}$$

$$SS_A = ((13,44)^2 \times 2) + ((13,13)^2 \times 2) - 706,07$$

$$SS_A = 0,09$$

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

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

$$SS(\text{pooled } e) = SST - SSA - SSB$$

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

$$SST = 706,47 - 706,07 = 0,40$$

Sehingga didapatkan nilai SS (*pooled*) sebagai berikut:

$$SS(\text{pooled } e) = 0,40 - 0,09 - 0,23$$

$$SS(\text{pooled } e) = 0,08$$

- 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

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

$$DFA = (2 - 1) = 1$$

- 2) Menghitung Derajat Kebebasan *Pooled e*

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

$$DFT = (4 - 1) = 3$$

- 3) Menghitung Derajat Kebebasan *Pooled e*

$$DF(\text{pooled } e) = DFT - DFA - DFB$$

$$DF(\text{pooled } e) = 3 - 1 - 1 = 1$$

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

Berikut ini adalah contoh perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat A

$$MSA = \frac{SSA}{VA}$$

$$MSA = \frac{0,09}{1} = 0,09$$

Dengan langkah yang sama dapat dilakukan perhitungan Rata-rata Jumlah Kuadrat pada faktor B.

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

$$MS(\text{pooled } e) = \frac{SS(\text{pooled } e)}{DF(\text{pooled } e)} = \frac{0,08}{1} = 0,08$$

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

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

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

$$F \text{ ratio } A = \frac{0,09}{0,08} = 1,13$$

Dengan langkah yang sama dapat dilakukan perhitungan F-Ratio pada faktor B.

6) Melakukan perhitungan *Pure Sum of Square* pada masing-masing faktor

(SS') - Pooled

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

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

$$SS'A = 0,09 - (1 \times 0,08) = 0,01$$

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

$$SS'(\text{pooled } e) = SST - SS'A - SS'B$$

$$SS'(\text{pooled } e) = 0,40 - 0,01 - 0,14$$

$$SS'(\text{pooled } e) = 0,25$$

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

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

$$Rho\%B = \frac{0,01}{0,40} \times 100\% = 2,78\%$$

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

Tabel 4.20. ini merupakan hasil perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) nilai *Signal Noise to Ratio* (SNR) untuk data variabel setelah *pooling up*.

Tabel 4.21. *Analysis of Variance* (ANOVA) Nilai SNR – *Pooling*

SUMBER	POOLED	SS	DF	MS	Fratio	SS'	Rho%
A		0,09	1	0,09	1,13	0,01	2,78%
B		0,23	1	0,23	2,68	0,14	34,89%
C	Y						
<i>Pooled e</i>		0,08	1	0,08	1	0,25	62,33%
SST		0,40	3	0,40			
<i>Mean</i>		706,07	1				
Sstotal		706,47	4				

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat dikehui bahwa faktor yang berpengaruh dan memiliki kontribusi yang besar yaitu 34,89% adalah faktor B (Pemangangan). 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 Pengeringan.

Dari tabel diketahui bahwa besar persen kontribusi *pooled error* menunjukkan nilai sebesar 62,33%, yang artinya bahwa semua faktor yang signifikan mempengaruhi nilai dari variansi sudah cukup dimasukkan dalam eksperimen. 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.

4.7.3. 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 kerupuk lipat 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 nilai rata-rata eksperimen *Taguchi*. Nilai rata-rata seluruh data eksperimen untuk kualitas kerupuk lipat adalah $\bar{y} = 4,26$, sedangkan nilai rata-rata SNRnya adalah 13,29. Tabel 4.21. berikut ini akan menunjukkan perbandingan pengaruh faktor-faktor dalam eksperimen *Taguchi* terhadap karakteristik kualitas yang diamati dalam penelitian ini dari nilai rata-rata maupu SNR.

Tabel 4.22. Perbandingan Pegaruh Faktor Nilai Rata-rata dan SNR

Faktor	Rata-rata(\bar{y})	Variansi(σ)/ SNR	Pengaruh (effect)	Setting level yang dipilih
A	(1)	(1)	Kontribusi besar	A1
B	(1)	(1)	Kontibusi besar	B1
C	(2)	(2)	Kontribusi kecil	C2

Berdasarkan hasil tabel 4.21. diperoleh hasil yang sama untuk faktor dan level yang berpengaruh dan memiliki kontribusi besar pada rasa, ketahanan, dan kerenyahan kerupuk lipat (A1,B1,C2) baik dari perhitungan rata-rata maupun SNR.

Berikut ini adalah perhitungan perkiraan kondisi optimal dan interval kepercayaan.

1. Perkiraan Kondiri optimal untuk nilai rata-rata seluruh data

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

$$\text{Nilai rata-rata seluruh data } (\bar{y}) = 4,62$$

b) Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$$\mu_{\text{predicted}} = \bar{y} + (A1 - \bar{y}) + (B1 - \bar{y})$$

$$\mu_{\text{predicted}} = A1 + B1 - \bar{y}$$

$$\mu_{\text{predicted}} = 4,70 + 4,54 - 4,62$$

$$\mu_{\text{predicted}} = 4,62$$

c) Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

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

Perhitungan untuk n_{eff} :

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

$$n_{\text{eff}} = \frac{4 \times 2}{V_{\mu} + V_A + V_B + V_C}$$

$$n_{\text{eff}} = \frac{4 \times 2}{1+1+1+1}$$

$$n_{eff} = 2,00$$

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

$$Cl\ mean = \pm \sqrt{(F_{\alpha, v1, v2}) \times MSpooled \times \frac{1}{n_{eff}}}$$

$$Cl\ mean = \pm \sqrt{(F_{0,05,1,4} \times 0,8 \times \frac{1}{2,00})}$$

$$Cl\ mean = \pm \sqrt{7,71 \times 0,8 \times \frac{1}{2,00}}$$

$$Cl\ mean = \pm 0,5553$$

Maka interval kepercayaan nilai rata-rata untuk proses optimal:

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

$$4,62 - 0,5553 \leq \mu_{predicted} \leq 4,62 + 0,5553$$

$$4,0647 \leq \mu_{predicted} \leq 5,1753$$

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

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

$$\text{Nilai SNR seluruh data } (\Gamma) = 13,29.$$

- b) Perhitungan nilai prediksi rata-rata

$$\mu_{predicted} = \bar{y} + (A1 - \bar{y}) + (B1 - \bar{y}) + (C2 - \bar{y})$$

$$\mu_{\text{predicted}} = A1 + B1 + C2 - 2\bar{y}$$

$$\mu_{\text{predicted}} = 13,44 + 13,52 + 13,43 - 2(13,29)$$

$$\mu_{\text{predicted}} = 13,81$$

c) Perhitungan interval kepercayaan nilai rata-rata

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{(F_{\alpha, v1, v2} \times MSpooled \times \frac{1}{n_{eff}})}$$

Perhitungan untuk n_{eff} :

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

$$n_{eff} = \frac{4}{V_{\mu} + V_A + V_B + V_C}$$

$$n_{eff} = \frac{4}{1+1+1+1} = 2,00$$

Maka perhitungan interval kepercayaan adalah sebagai berikut:

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{(F_{0,05, 1, 4} \times 0,08 \times \frac{1}{n_{eff}})}$$

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{(F_{0,05, 1, 4}) \times 0,08 \times \frac{1}{2,00}}$$

$$CI_{SNR} = \pm \sqrt{7,71 \times 0,08 \times \frac{1}{2,00}}$$

$$CI_{SNR} = \pm 0,5553$$

Maka interval kepercayaan untuk proses optimal:

$$\mu_{\text{predicted}} - CI_{\text{mean}} \leq \mu_{\text{predicted}} \leq \mu_{\text{predicted}} + CI_{\text{mean}}$$

$$13,81 - 0,5553 \leq \mu_{predicted} \leq 13,81 + 0,5553$$

$$13,2547 \leq \mu_{predicted} \leq 14,3653$$

Berdasarkan hasil perhitungan prediksi kondisi optimum diperoleh nilai $\mu_{prediksi}$ sebesar 13,81, nilai tersebut berada pada rentang selang kepercayaan yaitu $13,2547 \leq \mu_{prediksi} \leq 14,3653$ yang artinya pengukuran warna uji organoleptik tersebut berada pada batas rentang pengukuran warna uji organoleptik yang optimal.

4.7.4. Pengujian Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi merupakan tahap 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 terbaik. Eksperimen konfirmasi didalamnya terdapat perhitungan rata-rata serta perkiraan selang kepercayaan dan analisis hasil eksperimen konfirmasi. Pengujian kualitas dari kerupuk lipat ini dilakukan dengan menyebar kuisioner pada responden terkait hasil uji pembuatan kerupuk lipat dari level faktor optimal.

Eksperimen Konfirmasi menggunakan Setting Level Optimal sebagai berikut:

Tabel 4.23. Faktor Terkendali Setting Level Optimal

Faktor Terkendali	Faktor
Pengeringan	7 jam
Pemanggangan	13 menit
Penggorengan	2 menit

Hasil eksperimen konfirmasi dengan setting level optimal eksperimen *Taguchi* kualitas kerupuk lipat dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.24. Hasil Pengujian Kualitas Kerupuk Lipat

No. Sampel	Hasil Kuisioner	Keterangan
1	4,87	Sangat Puas
2	4,56	Sangat Puas
3	4,67	Sangat Puas
4	4,73	Sangat Puas

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

1. Kualitas kerupuk lipat

a. Perhitungan Nilai Rata - Rata

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

$$\mu = \frac{1}{4} (4,87 + 4,56 + 4,67 + 4,73)$$

$$\mu = 4,71$$

Perhitungan variansi

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

$$\sigma^2 = \frac{1}{4-1} (4,87 - 4,71)^2 + (4,56 - 4,71)^2 + (4,67 - 4,71)^2 + (4,73 - 4,71)^2$$

$$\sigma^2 = 0,017$$

b. Nilai hasil perhitungan SNR *Larger The Better*

1) Perhitungan MSD SNR *Larger The Better*

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

$$= \frac{1}{4} x \left(\frac{1}{4,872} + \frac{1}{4,562} + \frac{1}{4,672} + \frac{1}{4,732} \right) = 0,045$$

2) Perhitungan SNR *Larger The Better*

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

$$\eta = -10 \log_{10} [0,045] = 13,47$$

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 kerupuk lipat adalah:

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

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

$$Cl_{mean} = \pm \sqrt{7,71 \times 0,08 \left[\frac{1}{2,00} + \frac{1}{4} \right]}$$

$$Cl_{mean} = \pm 0,6797$$

Sehingga selang kepercayaan nilai rata-rata eksperimen konfirmasi respon kualitas kerupuk lipat adalah:

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

$$4,71 - 0,6797 \leq \mu_{confirmation} \leq 4,71 + 0,6797$$

$$4,0303 \leq \mu_{confirmation} \leq 5,3897$$

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 didapatkan kualitas kerupuk lipat melalui pendapat respon diharapkan dapat memperbaiki kualitas kerupuk lipat yang terjadi yang selama ini terjadi pada proses pembuatan kerupuk lipat.

4.8. Analisis dan Pembahasan

Seperti yang telah dijelaskan pada tahap sebelumnya dapat disimpulkan bahwa dengan metode *Taguchi* didapat setting level optimal yang digunakan untuk memperbaiki kualitas kerupuk lipat. Dari hasil penentuan faktor, level faktor dan derajat kebebasan maka penelitian ini menggunakan *Orthogonal Array* $L_4(2^3)$ dan menggunakan karakteristik kualitas *Larger The Better* yakni semakin tinggi maka nilainya akan semakin baik. Penilaian kualitas kerupuk lipat dilakukan dengan menyebarkan kuisioner terhadap responden untuk memberikan nilai terhadap rasa, ketahanan, dan kerenyahan dari kerupuk lipat yang dibuat berdasarkan faktor dan level faktor yang telah ditetapkan. Responden yang dipilih adalah konsumen UMKM Kerupuk Pak Husnul.

Terdapat 4 perlakuan eksperimen dengan jumlah faktornya adalah 3 faktor dan pada tiap faktornya terbagi 2 level faktor. Antara lain Pengeringan (7 jam, 8 jam), Pemanggangan (13 menit, 15 menit), dan Penggorengan (1 menit, 2 menit).

Hasil penilaian responden terhadap kualitas kerupuk lipat selanjutnya dihitung nilai rata-ratanya, untuk penilaian rasa diberi bobot 0,48, untuk penilaian ketahanan bobotnya 0.28, dan untuk penilaian kerenyahan bobotnya 0.24. Bobot rasa diberikan lebih besar dikarenakan dalam membeli produk kerupuk tentu rasa merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan sesuai dengan hasil penyebaran kuisioner yang disebarkan kepada konsumen dan pihak UMKM. Kerupuk Pak Husnul yang terdapat pada lampiran. 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 ketiga faktor memberikan pengaruh terhadap kualitas kerupuk lipat. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai *F-ratio* ketiga faktor yang lebih besar dari *F* tabel. Dari ketiga faktor tersebut nilai yang memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas kerupuk lipat dengan persen kontribusi yang cukup besar adalah faktor B (Pemanggangan) dan faktor A (Pengeringan). Sedangkan faktor C (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. 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*).

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.

Pendekatan metode Taguchi dalam perbaikan kualitas kerupuk lipat dapat membantu mengidentifikasi faktor-faktor proses produksi yang berpengaruh signifikan terhadap kualitas akhir, terutama dalam mengurangi defect atau cacat pada produk. Berdasarkan hasil eksperimen dengan metode Taguchi, dalam proses penggorengan, suhu minyak dan durasi penggorengan adalah faktor utama yang mempengaruhi rasa kerupuk lipat. Jika suhu terlalu tinggi, kerupuk bisa menjadi

terlalu matang atau gosong, yang akan memunculkan rasa pahit. Jika suhu terlalu rendah, kerupuk mungkin tidak matang sempurna dan bisa terasa mentah atau berminyak. Proses pemanggangan sebelum penggorengan berperan dalam mengurangi kadar air lebih lanjut, yang berdampak langsung pada ketahanan atau daya simpan kerupuk. Jika pemanggangan kurang optimal (suhu atau durasi terlalu rendah), kerupuk cenderung masih mengandung kadar air yang cukup tinggi sehingga cepat melempem. Sebaliknya, pemanggangan dengan suhu atau durasi terlalu tinggi bisa membuat kerupuk menjadi terlalu kering dan rapuh. Metode Taguchi membantu menentukan kombinasi suhu dan waktu pemanggangan optimal yang menghasilkan kerupuk dengan daya tahan lebih baik. Proses Pengeringan adalah faktor penting yang memengaruhi kerenyahan kerupuk lipat. Jika pengeringan kurang sempurna, kadar air pada adonan masih cukup tinggi, menyebabkan kerupuk kurang renyah setelah digoreng dan lebih mudah melempem. Dengan metode Taguchi, variasi waktu dan suhu pengeringan dapat dioptimalkan untuk memastikan kadar air yang ideal, sehingga menghasilkan tekstur kerupuk yang renyah dan tahan lama.

Metode Taguchi melibatkan eksperimen terkontrol dengan tiga faktor utama (misalnya penggorengan, pemanggangan, dan pengeringan) yang masing-masing memiliki dua atau lebih level (misalnya tinggi atau rendah). Rasa, diukur dengan uji organoleptik atau panel penilaian dari konsumen, yang memberi skor untuk kualitas rasa, termasuk gurihnya, tidak adanya rasa pahit atau gosong. Ketahanan, diukur melalui pengujian daya simpan, misalnya dengan uji ketahanan dalam lingkungan lembap atau pada suhu ruang untuk melihat apakah kerupuk tetap kering dan tidak melempem dalam jangka waktu tertentu. Kerenyahan, dinilai

dengan uji kerenyahan menggunakan metode subjektif (pengujian konsumen) memastikan kerupuk memiliki tekstur yang renyah dan tidak keras. Dengan melakukan uji coba faktor-faktor tersebut pada berbagai level melalui metode Taguchi, UMKM bisa menentukan kombinasi optimal yang menghasilkan kerupuk lipat berkualitas tinggi dengan mengurangi defect rasa, ketahanan, dan kerenyahan.

Setelah dilakukan perbaikan kualitas dengan pendekatan metode taguchi, diperoleh bahwa hasil yang diharapkan telah sesuai dengan UMKM dan konsumen dari rasa kerupuk yakni gurih dan tidak pahit , dari ketahanan kerupuk dapat bertahan selama 8-9 hari, dan dari kerenyahan terdapat tekstur yang renyah dan tidak keras.

