

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Petis

Petis adalah komponen dalam masakan Indonesia yang dibuat dari produk sampingan pengolahan makanan berkuah (biasanya dari pindang, kupang, dan udang). Petis terbuat dari hasil fermentasi udang/ikan yang ditambahkan gula dan garam, bentuknya kental seperti pasta, warnanya coklat kehitaman atau hitam, dan dikemas dalam mangkuk plastik kecil (Arrizka dan Handajani, 2017). Petis merupakan salah satu jenis bumbu masak dan bahan campuran pada berbagai jenis kuliner seperti rujak petis, rujak cingur, tahu bumbu petis, dll (Fajrita, dkk, 2016).

2.1.1 Petis Udang

Menurut Christianti, dkk. Petis udang adalah hasil olahan dari campuran udang segar yang mengalami perlakuan, pencucian, penggilingan atau pencincangan dan pemasakan bersama dengan bahan tambahan. Petis udang biasa dibuat dari bahan dasar kaldu udang yang ditambah bahan pengental berupa tepung tapioka dan tepung beras serta bumbu-bumbu berupa bawang merah, bawang putih, daun salam, lengkuas, sereh, jahe, daun jeruk, garam, gula merah, gula pasir, dan vetsin.

2.2 Kualitas Menurut Taguchi

Arti kualitas menurut Taguchi adalah untuk menghasilkan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen berkaitan dengan umur produk atau jasa dengan meminimumkan kerugian. Pengertian kualitas tersebut hampir sama dengan pengertian kualitas pada umumnya dimana kualitas merupakan karakteristik atau bisa juga disebut spesifikasi (desain yang baik, daya tahan, kemudahan pemakaian, ekonomis dalam perawatan) dari suatu jasa atau produk yang dapat diterima oleh konsumen (Isnanta, 2017).

Menurut Balevendram (1995), secara lebih lengkap definisi Taguchi adalah *the quality of a product is the (minimum) loss imparted by the product to society from the time the product is shipped*. Dengan definisi ini, tujuan dari industri manufaktur adalah membuat produk yang sesuai harapan konsumen selama produksi itu digunakan oleh konsumen.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas didefinisikan sebagai salah satu sistem verifikasi dan perawatan dari suatu tingkatan atau produk atau proses yang dikehendaki dari perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi terus menerus serta tingkatan korektif bila mana diperlukan (Sugianto, 2016).

Pengendalian kualitas adalah penggunaan teknik-teknik dan aktivitas-aktivitas dalam upaya mencapai, mempertahankan dan memperbaiki kualitas dari suatu produk atau jasa (Desti, dkk., 2014).

Terdapat dua pendekatan dalam pengendalian kualitas yaitu:

2.3.1 On-line Quality Control

On-line Quality Control merupakan pengendalian kualitas yang relatif pada proses produksi yang sedang berjalan. Ada tiga bentuk *On-line Quality Control* yaitu: (Bellavendram, 1995)

1. Proses diagnosis dan penyesuaian
2. Prediksi dan Koreksi
3. Pengukuran dan aksi

2.3.2 Off-line Quality Control

Off-line Quality Control adalah pengendalian kualitas yang bersifat preventif. *Off-line quality control* dapat dikatakan sebagai desain proses dan produk sebelum sampai pada produksi *shop floor*. *Off-line Quality Control* dilakukan pada saat awal produk (*life cycle product*), yaitu perbaikan pada awal untuk menghasilkan produk dengan kualitas tinggi (Hartono, 2001).

Taguchi membagi tiga bagian utama dalam *Off-line Quality Control* yaitu:

1. System design, merupakan tahap pertama dalam desain dan merupakan tahanan konseptual pada pembuatan produk baru atau inovasi proses.
2. Parameter design, parameter design bertujuan untuk mereduksi ongkos dan meningkatkan kualitas dengan metode desain eksperimen.
3. Tolerance design adalah proses melakukan kontrol terhadap faktor-faktor yang mempunyai pengaruh pada target dengan cara meningkatkan kualitas komponen tetapi tanpa menaikkan ongkos.

2.4 Desain Eksperimen

Eksperimen adalah tes atau serangkaian tes perubahan-perubahan terhadap variabel input dari suatu proses atau sistem dapat mengamati dan mengidentifikasi penyebab dari perubahan-perubahan output dari respon eksperimen tersebut. Di suatu industri, penggunaan desain eksperimen ini sangat banyak antara lain untuk meneliti proses secara sistematis atau variabel produk yang dapat mempengaruhi kualitas produk (Kurniawan, 2010).

Tujuan eksperimen dalam industri manufaktur adalah menemukan cara untuk meminimalkan penyimpangan karakteristik kualitas dari target. Hal yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi semua faktor yang mempengaruhi karakteristik kualitas serta level faktor yang sesuai sehingga variasi dapat diminimasi (Hartono, 2001).

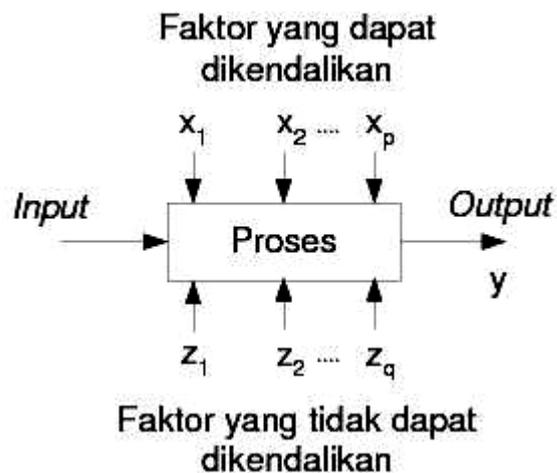
2.4.1 Tujuan Desain Eksperimen

Tujuan dari desain eksperimen (Kurniawan, 2010) yaitu

1. Menentukan variabel-variabel mana yang berpengaruh terhadap proses.
2. Menentukan dimana suatu X yang berpengaruh harus diset agar Y hampir selalu berada didekat harga nominal yang diinginkan.
3. Menentukan dimana X yang berpengaruh harus diet agar variabilitas dalam Y bisa sekecil mungkin.

4. Menentukan dimana X yang berpengaruh harus diset agar pengaruh variabel tidak terkendali Z dapat diminimalkan.

Secara umum proses yang terjadi dalam desain eksperimen dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Model Umum Suatu Proses

Sumber: Kurniawan, 2010

Keterangan:

Input = suatu yang masuk

Proses = pembuatan

X = faktor-faktor yang dapat dikendalikan

Z = faktor-faktor tidak dapat dikehendaki

Y = output yang dihasilkan

2.5 Metode Taguchi

Metode Taguchi pertama kali dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapatkan tugas untuk memperbaiki sistem di Jepang. Dr. Genichi Taguchi memiliki latar belakang *engineering*, juga mendalami statistika dan matematika tingkat lanjut, sehingga ia dapat menggabungkan antara teknik statistika dan pengetahuan *engineering*. Ia

mengembangkan metode Taguchi untuk melakukan perbaikan kualitas dengan percobaan ‘baru’, artinya melakukan pendekatan lain yang memberikan tingkat kepercayaan yang sama dengan SPC (*statistical process control*) (Sugiato, 2016).

Menurut Ermawati dan Hartanti (2014), Metode Taguchi merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode Taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses “tidak sensitif” terhadap berbagai faktor seperti material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, dan kondisi-kondisi operasional. Metode Taguchi menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap faktor gangguan (*noise*), karenanya metode taguchi ini disebut juga sebagai perancangan kokoh (*robush design*).

Filosofi Taguchi terdiri dari tiga konsep diantaranya (Isnanta, 2017) adalah

1. Mewajibkan kualitas harus didesain ke dalam sebuah produk dan bukan hanya sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target. Produk harus didesain sehingga kokoh terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
3. Kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standart tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Metode Taguchi

Kelebihan dari penggunaan metode Taguchi (Sugiato, 2016) adalah

1. Dapat mengurangi jumlah pelaksanaan percobaan jika dibandingkan dengan menggunakan percobaan full factorial sehingga dapat menghemat waktu dan biaya.
2. Dapat melakukan penghematan terhadap rata-rata dan variasi karakteristik kualitas sekaligus, sehingga ruang lingkup pemecahan masalah lebih luas.

3. Dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas melalui perhitungan *Average* dan rasio S/N, sehingga faktor-faktor yang berpengaruh tersebut dapat diberikan perhatian khusus.

Metode Taguchi ini juga memiliki kelemahan-kelemahan (Melia dan Purple), antara lain :

1. Dalam hal pengembangan produk metode ini, apabila diterapkan tanpa diikuti penerapan teknik-teknik yang dikembangkan oleh Deming, Juran dan Crosby, tidak akan memberikan hasil yang maksimal. Hal ini disebabkan karena metode ini hanya memberikan teknik bagaimana menghasilkan produk yang benar-benar sesuai dengan target dan menghitung biaya yang diserap oleh produk yang tidak dapat memenuhi nilai target, tetapi metode yang dikembangkan oleh Taguchi ini tidak memberikan teknik-teknik pengendalian dan pengembangan kualitas produk di masa yang akan datang.
2. Metode ini hanya cocok diterapkan untuk perusahaan industri manufaktur yang menghasilkan barang dengan tingkat ketelitian tinggi. Apabila produk yang dihasilkan menyimpang dari nilai target, maka sedikit saja penyimpangan akan menyebabkan konsumen tidak puas dan lari ke produk/merk lain.
3. Implementasi dari metode ini membutuhkan perhitungan statistik yang sedikit rumit, sehingga diperlukan sumber daya yang benar-benar mampu menerapkannya. Selain itu juga diperlukan keahlian khusus dalam menganalisis statistik.

2.6 Tahap Perancangan Eksperimen

Desain eksperimen Taguchi pada umumnya dibagi menjadi tiga tahap yang mencakup semua pendekatan eksperimen. Adapun tiga tahapan tersebut adalah

2.6.1 Tahap Perencanaan Eksperimen

Tahap perencanaan merupakan tahap yang penting dimana dalam tahap ini meliputi pembentukan rumusan masalah, tujuan eksperimen, penentuan variabel tak bebas, identifikasi faktor-faktor (variabel bebas), pemisah faktor kontrol dan gangguan, penentuan jumlah level, letak dari kolom interaksi, perhitungan derajat kebebasan, dan pemilihan orthogonal array. Berikut ini merupakan uraian pengertian lebih lanjut mengenai tahap perencanaan eksperimen:

1. Perumusan masalah

Merupakan hal pertama yang harus dilakukan dalam sebuah eksperimen guna untuk mendefinisikan masalah. Perumusan masalah harus jelas secara teknis dan spesifik, sehingga respon atau hasil eksperimen dinyatakan jelas ketika ide rumusan masalah dituangkan ke dalam sebuah eksperimen yang akan dilakukan (Isnanta, 2017).

2. Tujuan eksperimen

Tujuan eksperimen dalam industri manufaktur adalah menemukan cara untuk meminimasi penyimpangan karakteristik kualitas dari target. Hal yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi semua faktor yang memengaruhi karakteristik kualitas serta mencari level faktor yang sesuai sehingga variasi dapat diminimasi (Hartono, 2001).

3. Penentuan variabel tak bebas

Variabel tak bebas merupakan variabel yang perubahannya dipengaruhi atau tergantung dari variabel-variabel lain. Penentuan variabel tak bebas sangat penting ketika merencanakan suatu eksperimen. Dalam eksperimen Taguchi, variabel tak bebas mempunyai karakteristik yang dapat diukur, karakteristik atribut dan karakteristik dinamik (Isnanta, 2017).

4. Identifikasi Faktor-faktor (Variabel Bebas)

Variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor-

faktor yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Dalam seluruh percobaan tidak seluruh faktor yang diperkirakan mempengaruhi variabel yang diselidiki, sebab hal ini akan membuat pelaksanaan percobaan dan analisis menjadi kompleks. Hanya faktor-faktor yang dianggap penting saja yang diselidiki. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang akan diteliti adalah brainstorming, flowcharting, dan cause effect diagram.

5. Pemisahan Faktor kontrol dan faktor Gangguan

Faktor-faktor yang diamati terbagi menjadi faktor kontrol dan faktor gangguan, dalam menerapkan metode Taguchi keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antara kedua faktor tersebut (Isnanta, 2017).

6. Penentuan Jumlah Level dan Nilai Faktor

Penentuan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil percobaan dan ongkos pelaksanaan percobaan. Makin banyak level yang diteliti maka hasil percobaan akan lebih teliti karena data yang diperoleh akan lebih banyak, tetapi banyaknya level juga akan meningkatkan ongkos percobaan.

7. Perhitungan derajat kebebasan (*degree of freedom*)

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum percobaan yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.

8. Pemilihan *Orthogonal Array*

Pemilihan *Orthogonal Array* yang sesuai didasarkan pada nilai faktor dan interaksi yang diharapkan. Total jumlah derajat kebebasan juga berpengaruh terhadap pemilihan jenis *orthogonal array* yang dapat digunakan.

9. Penugasan untuk faktor dan interaksinya pada *orthogonal array*

Penugasan faktor-faktor baik faktor kontrol maupun faktor gangguan dan interaksi-interaksinya pada *Orthogonal Array* terpilih dengan memperhatikan grafik linier dan tabel triangular.

Kedua hal tersebut merupakan alat bantu penugasan faktor yang dirancang oleh Taguchi. Grafik linier mengidentifikasi berbagai kolom ke dalam faktor-faktor tersebut. Tabel triangular berisi semua hubungan interaksi-interaksi yang mungkin antara faktor-faktor (kolom-kolom) dalam suatu *Orthogonal Array*.

2.6.2 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Pada tahap pelaksanaan eksperimen ada dua kegiatan yang perlu dilakukan yaitu:

1. Jumlah Replikasi

Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu percobaan dengan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi (Isnanta, 2017). Replikasi bertujuan untuk: (1) mengurangi tingkat kesalahan percobaan, (2) menambah ketelitian data percobaan, dan (3) mendapatkan harga estimasi kesalahan percobaan sehingga memungkinkan diadakan *test signifikansi* hasil eksperimen (Kurniawan, 2010).

2. Randomisasi

Secara umum randomisasi dimaksudkan untuk: (1) meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit percobaan, (2) memberikan kesempatan yang sama pada semua unit percobaan untuk menerima suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh pada setiap perlakuan yang sama, dan (3) mendapatkan hasil pengamatan yang bebas (independen) satu sama lain (Kurniawan, 2010).

2.6.3 Tahap Analisa

Pada tahap analisa dilakukan pengumpulan data dan pengolahan data yaitu meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam suatu lay out tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih untuk suatu percobaan yang dipilih. Selain itu, perhitungan dan penyajian data statistik analisis variasi, tes hipotesa dan penerapan rumusan-rumusan empiris pada data hasil percobaan.

2.7 Orthogonal Array

Menurut Zayendra, Yozza, dan Maiyastri, dalam metode Taguchi digunakan matriks orthogonal array untuk menentukan jumlah run percobaan minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin tentang semua faktor yang mempengaruhi hasil percobaan. Array disebut *orthogonal* karena setiap level dari masing-masing faktor adalah seimbang dan dapat dipisah dari pengaruh faktor lain dalam percobaan. *Orthogonal array* adalah matriks faktor dan level yang disusun sehingga pengaruh suatu faktor dan level tidak berbaaur dengan faktor dan level lainnya. Bagian terpenting dari orthogonal array terletak pada pemilihan kombinasi level dari variabel-variabel input untuk masing-masing percobaan. Notasi *orthogonal array* adalah $L_n(l^f)$ dimana f adalah banyak faktor, l adalah banyak level, n adalah banyaknya run percobaan, L adalah lambang orthogonal array.

Tabel 2.1 *Orthogonal Array* Standart Dari Metode Taguchi

2 Level	3 Level	4 Level	5 Level	Level Gabungan
$L_4(2^3)$	$L_9(3^4)$	$L_{16}(4^5)$	$L_{25}(5^6)$	$L_{81}(2^1 \times 3^7)$
$L_8(2^7)$	$L_{27}(3^{13})$	$L_{64}(4^{21})$		$L_{32}(2^1 \times 3^4)$
$L_{12}(2^{11})$	$L_{81}(3^{40})$			$L_{36}(2^3 \times 3^{12})$
$L_{16}(2^{15})$				$L_{36}(2^3 \times 3^{13})$
$L_{32}(2^{31})$				$L_{54}(2^1 \times 3^{25})$
$L_{64}(2^{63})$				$L_{50}(2^1 \times 3^{11})$

Sumber: *Quality by Design*, Nicole Belavendram, 1995

Contoh: $L_8(2^7)$

Keterangan:

1. 8 maksudnya mengalami perlakuan sebanyak 8 kali.
2. 2 maksudnya ada 2 level dari faktor
3. 7 maksudnya jumlah faktor

Tabel 2.2 Contoh Matriks *Orthogonal Array* $L_8(2^7)$

Exp	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

Sumber: *Quality by Design*, Nicole Belavendram, 1995

Menurut Kurniawan (2010), *Orthogonal Array* ini merupakan suatu matrik yang berisi sekumpulan eksperimen dengan pengaturan kombinasi yang bermacam-macam sesuai dengan parameter dengan pengaturan proses/produk. Jumlah baris dalam *orthogonal array* menunjukkan jumlah eksperimen, sedangkan jumlah kolom menunjukkan jumlah maksimum dari faktor.

Menurut Hartono (2001), *Orthogonal Array* Taguchi lebih baik dari *fractional factorial experiment*, dengan alasan sebagai berikut:

1. Efisiensi dari *fractional factorial experiment* semakin berkurang jika semakin banyak faktor yang terlibat.
2. *Orthogonal Array* Taguchi memberikan hasil yang serupa dan konsisten walaupun eksperimen dilakukan oleh orang yang berbeda.
3. Tabel *Orthogonal Array* dapat digunakan untuk menentukan kontribusi dari setiap faktor yang berpengaruh terhadap kualitas.
4. *Orthogonal Array* taguchi lebih mudah dipahami walaupun terdapat banyak faktor yang terlibat.

Menurut Hartono (2001), Hasil yang diperoleh dari *Orthogonal Array* kemudian dianalisis untuk mencapai tujuan berikut:

1. Mengestimasi kontribusi dari faktor yang berpengaruh terhadap kualitas.

2. Memperoleh kondisi proses atau produk yang terbaik (optimum).
3. Memperkirakan respon dari parameter desain produk pada kondisi optimum.

2.8 Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan merupakan banyaknya perbandingan yang harus dilakukan antara level-level faktor (efek utama) atau interaksi yang digunakan untuk menentukan jumlah percobaan minimum yang dilakukan. Perhitungan derajat bebas dilakukan agar diperoleh suatu pemahaman mengenai hubungan antara suatu faktor dengan level yang berbeda-beda terhadap karakteristik kualitas yang dihasilkan (Sugianto, 2016).

Tabel 2.3 Menghitung Derajat Kebebasan

Faktor/Interaksi	Derajat Kebebasan
Overall Mean	1
Faktor dengan 2 level	$(KA - 1)$
Faktor dengan 3 level	$(KB - 1)$
Faktor Interaksi	$(KA - 1) \times (KB - 1)$
Total Df	Jumlah Semua Df

Sumber: Kurniawan, 2010

Keterangan:

KA = jumlah level faktor A

KB = jumlah level faktor B

2.9 Signal To Noise Ratio (SNR)

Menurut Wahyudi dan Pramono (2001), SNR adalah logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadratik dan digunakan untuk mengevaluasi kualitas suatu produk. SNR mengukur tingkat unjuk kerja dan efek dari faktor noise dari unjuk kerja tersebut dan juga mengevaluasi stabilitas unjuk kerja dari karakteristik mutu output. Semakin tinggi unjuk kerja

yang diukur dengan tingginya SNR sama dengan kerugian yang mengecil. Seperti fungsi kerugian mutu, SNR merupakan ukuran obyektif dari kualitas yang memuat baik mean dan varian dalam perhitungan.

Karakteristik kualitas adalah hasil dari proses yang berkaitan dengan kualitas. Taguchi membagi karakteristik kualitas menjadi 3 kategori (Ermawati dan Hartanti, 2014) yaitu:

1. *Nominal the better*

Suatu produk dikatakan baik apabila pada karakteristik kualitas tertentu, nilainya mendekati nilai target yang telah ditentukan.

Nilai S/N untuk *nominal the better* adalah

$$S / N_T = 10 \log \left(\frac{\bar{y}^2}{s^2} \right)$$

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

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

2. *Larger the better*

Suatu produk memiliki kualitas yang baik apabila memiliki nilai yang semakin tinggi pada karakteristik kualitas tertentu.

Nilai S/N untuk *larger the better* adalah

$$\frac{S}{N_L} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

3. *Smaller the better*

Suatu produk dikatakan berkualitas baik apabila pada karakteristik kualitas tertentu, memiliki nilai yang semakin rendah.

Nilai S/N untuk *smaller the better* adalah

$$\frac{S}{N_L} = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right)$$

Keterangan:

N = jumlah pengulangan tiap eksperimen

Yi = data eksperimen

Perhitungan efek tiap faktor diperlukan untuk mengetahui seberapa besar efek yang ditimbulkan suatu faktor dalam mengurangi noise. Jadi

semakin besar efek faktor SNR yang dihasilkan maka faktor tersebut merupakan faktor yang paling besar pengaruhnya untuk mengurangi *variation (noise)* (Julianingsih dan Prasetyo, 2003).

$$\text{Efek – Faktor} = \frac{1}{a} \sum SNR$$

Keterangan: a = jumlah munculnya tiap level faktor dalam suatu kolom matriks *orthogonal*.

2.10 Mean

Perhitungan mean ini digunakan untuk mencari rata-rata dari respon dan bertujuan untuk meningkatkan maupun menurunkan nilai rata-rata dari respon. Jadi besar kecilnya nilai mean bergantung dari tujuan yang diharapkan (Kurniawan, 2010).

$$\bar{y}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Keterangan:

y = mean dari tiap eksperimen

Perhitungan efek tiap faktor diperlukan untuk mengetahui seberapa besar efek yang ditimbulkan suatu faktor dalam mengurangi noise. Jadi semakin besar efek faktor SNR yang dihasilkan maka faktor tersebut merupakan faktor yang paling besar pengaruhnya untuk mengurangi *variation (noise)* (Julianingsih dan Prasetyo, 2003).

$$\text{Efek – Faktor} = \frac{1}{a} \sum SNR$$

Keterangan: a = jumlah munculnya tiap level faktor dalam suatu kolom matriks *orthogonal*.

2.11 Analysis of Variance (ANOVA)

Menurut Sugianto (2016), analisis varians pada metode Taguchi digunakan sebagai metode Statistik untuk menginterpretasikan data-data hasil percobaan. Analisis varians adalah teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif mengestimasi kontribusi dari setiap

faktor pada semua pengukuran respon. Analisis varians yang digunakan pada desain parameter berguna untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan.

Tabel 2.4 Tabel ANOVA Dua Arah

Sumber Variasi	Derajat Bebas(db)	SS	MS	F Hitung	Persen Kontribusi
Faktor A	V_A	SS_A	MS_A	$\frac{MS_A}{MS_E}$	$\frac{SS'_A}{SS'_T}$
Faktor B	V_B	SS_B	MS_B	$\frac{MS_B}{MS_E}$	$\frac{SS'_B}{SS'_T}$
Interaksi A x B	$V_A \times V_B$	$SS_A \times B$	$MS_A \times B$	$\frac{MS_{AXB}}{MS_E}$	$\frac{SS'_{AXB}}{SS'_T}$
Residual	V_E	SS_E	SS_E		$\frac{SS'_E}{SS'_T}$
Total	V_T	SS_T			100 %

Sumber : Sugianto, 2016

Dimana:

$$V_T = \text{Derajat bebas total} = N - 1$$

$$V_A = \text{Derajat bebas faktor} = K_A - 1$$

$$V_B = \text{Derajat bebas faktor} = K_B - 1$$

$$V_E = \text{Derajat bebas eror} = V_T - V_A - V_B$$

$$CF = \text{Faktor koreksi} = \frac{T}{N}$$

$$T = \text{Jumlah keseluruhan} = \sum_{i=1}^N yi^2 - CF$$

$$SS_T = \text{Jumlah kuadrat total}$$

$$SS_A = \text{Jumlah kuadrat faktor A}$$

$$SS_A = \text{Jumlah keseluruhan} = \sum_{l=1}^{K_A} \left(\frac{A_j^2}{n_{BJ}} \right) - CF$$

$$SS_B = \text{Jumlah kuadrat faktor B}$$

$$SS_B = \text{Jumlah keseluruhan faktor} = \sum_{l=1}^{K_B} \left(\frac{A_j^2}{n_{BJ}} \right) - CF$$

$$SS_{AXB} = \text{Jumlah Kuadrat Interaksi} = \left[\sum_{i=j=1}^{k_A k_B} \left(\frac{(A_i B_j)^2}{n_{ij}} \right) \right] -$$

$$CF - SS_A$$

$$SS_E = \text{Jumlah kuadrat error} = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AXB}$$

$$MS_A = \text{Rata-rata jumlah kuadrat faktor A} = SS_A/V_A$$

$$MS_B = \text{Rata-rata jumlah kuadrat faktor B} = SS_B/V_B$$

$$MS_{AXB} = \text{Rata-rata jumlah kuadrat interaksi} = SS_E/V_{AXB}$$

$$K_A = \text{Jumlah level untuk faktor A}$$

$$K_B = \text{Jumlah level untuk faktor B}$$

$$N = \text{Jumlah total percobaan}$$

$$N_{Ai.nBj} = \text{jumlah pengamatan faktor A dan B}$$

Model pengamatan yang mewakili pengamatan diatas adalah

$$Y_{ikr} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau\beta_{ij} + \epsilon_{ijr}$$

Keterangan:

$$I = 1,2,\dots,g$$

$$J = 1,2,\dots,n$$

μ = mean keseluruhan

$$\tau_i = \text{Efek faktor A taraf ke } i$$

β_{ij} = Efek faktor B taraf ke j

$$\tau\beta_{ij} = \text{Efek interaksi faktor Ax B}$$

2.12 Uji F

Uji F digunakan untuk membuktikan adanya perbedaan perlakuan dan pengaruh faktor dalam percobaan diperlukan uji hipotesa F. Uji hipotesa dilakukan dengan cara membandingkan variasi yang disebabkan masing-masing faktor dan variasi error. Variasi error merupakan variasi setiap individu yang terdapat dalam pengamatan yang timbul akibat faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan.

Berikut ini merupakan rumus untuk Uji F:

$$F_{\text{sumber}} = \frac{\text{variasi karena perlakuan} + \text{variasi karena error}}{\text{variasi karena error}}$$

Hasil perhitungan F sumber kemudian dibandingkan dengan nilai F pada tabel pada harga α tertentu dengan menggunakan derajat

kebebasan $(k-1).(N-k)$. Dimana k merupakan jumlah level suatu faktor dan N merupakan jumlah total perlakuan. Berikut ini merupakan hipotesa yang dipakai dalam suatu percobaan :

1. H_0 : tidak ada pengaruh perlakuan, sehingga $\mu_1 = \mu_2$
2. H_1 : ada pengaruh perlakuan, sehingga sedikitnya ada satu μ_1 yang tidak sama.

Jika nilai F test lebih kecil dari nilai F tabel ($F_{hitung} < F_{tabel}$), maka hipotesa (H_0) diterima, berarti tidak ada perbedaan. Berbeda apabila nilai F test lebih besar dari nilai F tabel ($F_{hitung} > F_{tabel}$), maka hipotesa (H_0) ditolak dan (H_1) diterima karena ada perbedaan (Isnanta, 2017).

2.13 Uji Organoleptik

Menurut Julianingsih dan Prasetyo (2003), Uji organoleptik merupakan salah satu metode pengujian yang mengandalkan indera peraba, penciuman, penglihatan, perasa serta pendengaran (panca indera) untuk memberikan penilaian terhadap suatu bahan atau produk. Metode ini bersifat subyektif karena setiap individu mempunyai kepekaan panca indera yang berbeda-beda. Maka, menimbulkan perbedaan nilai yang akan diberikan terhadap produk meskipun waktu dan tempat yang sama.

Menurut Desti, dkk (2014), uji organoleptik adalah uji yang menggunakan panca indera manusia sebagai instrumennya. Uji organoleptik ini sering digunakan untuk penilaian suatu mutu komoditas hasil pertanian dan pangan. Metode pengujian pada uji organoleptik adalah uji hedonik, dimana uji hedonik ini panelis diminta untuk memberikan kesan suka atau tidak suka terhadap suatu kualitas pada produk yang sedang diujikan. Pada uji hedonik ini menggunakan skala penilaian dengan keterangan suka sampai tidak suka sesuai dengan skala penilai yang sudah dikehendaki.

Dalam uji organoleptik ini sudah sering digunakan untuk penilaian suatu kualitas dalam bidang pangan di penelitian sebelumnya contohnya pada skripsi “Kurniawan, Indra. 2010.

Perancangan Eksperimen Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Kerupuk Palembang Dengan Metode Taguchi (Study Kasus: Usaha Kecil Menengah (UKM) Dua Dara)” dan pada jurnal “Julianingsih dan Prasetyo, F. 2003. *Penentuan Kondisi Pengolahan dan Penyajian Bumbu Rawon Instan Bubuk Dengan Metode Taguchi*. Jurnal Teknik Industri Vol.5 No.2 Hal.90-100” dan “Desti, S. A. , Wuryandari, T. , dan Sudarno. 2014. *Penentuan Komposisi Waktu Optimal Produksi dengan Metode Taguchi (Study Kasus: Pabrik Krupuk Rambak Stik Cap Ikan Bawang, Semarang)*. Jurnal Gaussian, Vol.3 No.1 Hal.11-20”.

2.14 Pooling Faktor

Persen kontribusi merupakan angka atau fungsi yang menunjukkan kekuatan relative dari faktor utama dan faktor interaksi antar faktor utama yang signifikan, terhadap pengurangan variasi dari respon yang dihasilkan. Persen kontribusi didapat dari perbandingan jumlah kuadrat selain faktor tersebut dengan jumlah kuadrat totalnya. Penempatan level atau interaksi jika dikendalikan dengan benar maka total varian dapat dikurangi sebanyak persen kontribusi. Variansi yang berhubungan dengan suatu faktor atau interaksi, juga mencakup jumlah tertentu yang berhubungan dengan *error*, perhitungan persen kontribusi didasarkan pada tabel ANOVA. Pertanyaan berikut menyatakan variansi dalam faktor A. Dari tabel ANOVA diperoleh nilai MS_A dan MS_e dan selanjutnya dimasukkan dalam rumus ini:

$$MS'_A = MS_A - MS_e$$

MS_A = Jumlah Variansi dari faktor A

Dengan mengubah susunan rumus diatas, maka:

$$MS'_A = MS_A - MS_e$$

Dimana

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

Sehingga

$$MS'_A = \frac{SS'_A}{V_A}$$

Maka

$$\frac{SS'_A}{V_A} = \frac{SS_A}{V_A} - MS_e$$

Diperoleh

$$SS'_A = SS_A - (V_A \times MS_e)$$

Selanjutnya besar persen kontribusi untuk faktor lain yang mengacu pada perhitungan diatas. Semakin besar persen kontribusi maka faktor tersebut mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap variasi respon yang dihasilkan (Sugianto, 2016).

2.15 Faktor

Pemilihan faktor merupakan salah satu hal yang sangat penting dalam melakukan desain eksperimen dimana, faktor dapat mempengaruhi karakteristik kualitas kualitas (respon variabel) dari suatu produk. Berikut ini adalah jenis-jenis faktor yang mempengaruhi karakteristik kualitas (Belanverandram, 1995) :

2.15.1 Faktor Gangguan

Adalah suatu parameter yang menyebabkan penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai targetnya. Faktor gangguan dapat menyebabkan pengaruh pada karakteristik secara tidak terkendali dan sulit untuk diprediksi. faktor gangguan biasanya sulit, mahal dan tidak menjadi sasaran pengendalian, tetapi untuk tujuan eksperimen perlu dikendalikan dalam skala kecil (Soejanto, 2009).

2.15.2 Faktor Kontrol

Adalah parameter-parameter yang nilai-nilainya ditentukan oleh ahli teknik. Faktor-faktor kontrol dapat mempunyai nilai satu atau lebih disebut dengan level. Pada akhir eksperimen, suatu level faktor kontrol yang sesuai akan dipilih. Salah satu aspek dari perancangan kokoh adalah mencari kondisi level yang paling optimal untuk faktor kontrol sehingga, karakteristik kualitas tidak sensitif terhadap

gangguan. Contoh dari faktor kontrol adalah jenis bahan baku, gaya, dan temperatur (Soejanto, 2009).

2.15.3 Faktor Signal

Adalah faktor-faktor yang mengubah nilai-nilai karakteristik kualitas yang sebenarnya yang akan diukur. Karakteristik kualitas dalam perancangan eksperimen dimana faktor signal mempunyai nilai konstan (dalam hal ini tidak dimasukkan sebagai faktor) disebut karakteristik statis. Maka faktor signal dapat mengambil banyak nilai, karakteristik mempunyai sifat dinamik. Faktor signal tidak ditentukan oleh ahli teknik, tetapi oleh konsumen berdasarkan hasil yang diinginkan (Soejanto, 2009).

2.15.4 Faktor Skala

Faktor ini digunakan untuk mengubah rata-rata level karakteristik kualitas untuk mencapai hubungan fungsional yang diperlukan antara faktor signal dengan karakteristik kualitas. Faktor skala disebut juga faktor penyesuaian (Soejanto, 2009).

2.16 Penelitian-Penelitian Sebelumnya

Adapun penelitian-penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Sugianto, Achmad. 2016. *Peningkatan Kualitas Produk Sabun Translucent dengan Pendekatan Taguchi (Study Kasus: PT. Wilmar Nabati Indonesia)*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri UMG.

Dari rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan maka, dapat disimpulkan dalam penelitian proses produksi sabun Translucent di PT. Wilmar Nabati Indonesia Gresik menggunakan karakteristik kualitas yang berjenis *Smaller The Better*. Sehingga dari eksperimen yang telah dilakukan dan pengumpulan dan pengolahan data maka dapat diketahui kontribusi dari faktor yang signifikan dalam penelitian ini adalah pemakaian Glycerin (B) 29.419%, bahan baku (A) 23.513%, bahan baku X pemakaian Glycerin (AB) 22.808%.

sedangkan komposisi level faktor yang optimum adalah jenis bahan baku (A) (SN 8020), pemakaian glycerin (B) (1,1 kg), waktu proses mixing (60 menit), pemakaian demin water (D) (200 MI).

2. Isnanta, F. M. 2017. *Penerapan Metode Taguchi pada Proses Fermentasi pupuk Guano Cair Untuk Menghasilkan Kandungan NPK yang Optimal Di UD. Pupuk Guanoku*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri UMG.

Dari rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan dalam penelitian proses fermentasi Pupuk Guano di UD. Pupuk Guanoku menggunakan karakteristik kualitas yang berjenis *Large The Better*. Dari eksperimen yang telah dilakukan maka, didapatkan faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap rasio kandungan Nitrogen yang optimal adalah Faktor A1, B3, A1xB3, C3, B3xC3, D1, E3, F1 dengan nilai respon optimal 28,59287 % (29,12506 dB), kandungan Phospore yang optimal adalah A1, B3, A1xB3, C3, B3xC3, D1, E3, F1 dengan nilai respon optimal 23,67469 % (27,48561 dB) dan kandungan Kalium yang optimal adalah A3, B1, A3xB1, C2, B1xC2, D1, E2, F2 dengan nilai respon optimal 21,69575% (26,72738 dB).

3. Kurniawan, Indra. 2010. *Perancangan Eksperimen Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Kerupuk Palembang Dengan Metode Taguchi (Study Kasus: Usaha Kecil Menengah (UKM) Dua Dara)*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru.

Dari rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan dalam penelitian pada produk Krupuk Palembang menggunakan karakteristik kualitas yang berjenis *Large The Better*. Sehingga dari eksperimen yang telah dilakukan maka, dapat mengetahui faktor yang berpengaruh terhadap citra rasa dan kemampuan mengembang dari produk

krupuknya adalah Suhu minyak pada pengorengan kedua adalah 170⁰C, Jumlah garam sebanyak 73 Gram, Jumlah Penyedap rasa sebanyak 5 gram, Jumlah Vetsin sebanyak 5 Gram, jumlah Ketumbar Sebanyak 6 Gram, Jumlah bawang Putih sebanyak 20 Gram dan lamanya pengukusan adalah 19 menit. Sehingga setelah dilakukannya eksperimen jumlah konsumen yang menyukai kerupuk Palembang naik sebesar 67% dari sebelumnya 37%.

4. Julianingsih dan Prasetyo, F. 2003. *Penentuan Kondisi Pengolahan dan Penyajian Bumbu Rawon Instan Bubuk Dengan Metode Taguchi*. Jurnal Teknik Industri Vol.5 No.2 Hal.90-100. Dari rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan maka, dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian penentuan kondisi pengolahan dan penyajian Bumbu Rawon Instan menggunakan karakteristik yang berjenis *Large The Better*. Sehingga dari eksperimen yang telah dilakukan didapatkan rancangan yang disukai tentang kondisi pengolahan dan penyajian bumbu rawon adalah jenis media penumis (mentega), jumlah media penumis (2 gram), suhu pengeringan (140⁰c), lama pengeringan (65 menit), jumlah bahan pengisi (4 gram), cara penyimpanan (plastik), lama penyimpanan (6 minggu), perbandingan komposisi bumbu rawon instan bubuk dengan kaldu (1:27,5 gr/ml).
5. Desti, S. A. , Wuryandari, T. , dan Sudarno. 2014. *Penentuan Komposisi Waktu Optimal Produksi dengan Metode Taguchi (Study Kasus: Pabrik Krupuk Rambak Stik Cap Ikan Bawang, Semarang)*. Jurnal Gaussian, Vol.3 No.1 Hal.11-20. Dari rangkuman hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan dalam penelitian penentuan komposisi waktu yang optimal produksi pada pabrik Kerupuk Rambak yang menggunakan karakteristik kualitas berjenis *Large The Better*.

Sehingga dari penelitian tersebut dapat mengetahui komposisi waktu yang optimal adalah pengukusan (19 menit), penjemuran pertama (7 jam), penjemuran kedua (9 jam), dan penggorengan (2menit 30 detik).