

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Bakery*

Bakery merupakan makanan ringan yang di buat dari tepung terigu di campur denga bahan *bakery* seperti telur gula pasir, susu, margarin, ragi, dan air kemudian diaduk dengan mesin *mixing* kemudian di potong-potong dan di bentuk lalu di tempatkan di loyang lalu di oven setelah di oven kemudian di packing.

Tahap -Tahap Pembuatan Roti yang baik antara lain (yayath, 2009) :

1. Seleksi Bahan-Bahan

Bahan-bahan disiapkan sesuai dengan kebutuhan dan diperiksa kualitasnya serta harus diketahui sifat-sifat bahan tersebut. Bagi pengusaha harga haru diperhatikan untuk menghitung biaya produksi dan harga jual. Selain itu, daya tahan bahan-bahan dan cara penyimpanan yang baik harus diperhatikan.

2. Penimbangan Bahan-Bahan

Semua bahan ditimbang dengan baik, terutama ragi, garam, dan *additive* lainnya harus ditimbang dengan teliti. Hindari pemakaian sendok/ cangkir/ gelas sebagai takaran.

3. Pengadukan Bahan (*Mixing*)

Fungsi pengadukan adalah mencampur secara merata semua bahan, untuk mendapatkan hidrasi yang sempurna dari kanji dan protein serta untuk pembentukan gluten, dan pelunakan yang baik.

Dalam pengadukan dikenal, tahap-tahap:

- a. *Pick up*, adalah keadaan semua bahan telah tercampur jadi satu adonan.
- b. *Clean up*; adalah keadaan adonan sudah tidak melekat di tangan atau bowl mikser.
- c. *Develop*; ditandai dengan adonan mulai terlihat licin/ halus permukaannya.
- d. *Final*/ kalis; adalah permukaan adonan licin, halus dan kering. Tahap inilah yang merupakan tahap akhir dari proses pengadukan yang

diharapkan. Akan tetapi karena sesuatu hal, dapat saja terjadi dua kejadian selanjutnya, yaitu.

- e. *Let Down*; adonan mulai over mix (kelihatan basah, lengket, dan lembek.
- f. *Break Down*; adonan sudah over mix dan sudah tidak elastis lagi. Pada keadaan ini, adonan sudah tidak bisa digunakan lagi.

4. Fermentasi (Peragian)

Fermentasi terbentuk karena aktifitas ragi yang mengolah karbohidrat, menghasilkan:

- a. Gas CO₂, adalah gas yang menyebabkan adonan mengembang.
- b. Alkohol, menyebabkan adonan mengembang dan memberi aroma.
- c. Asam, memberi rasa dan memperlunak gluten.
- d. Panas, dihasilkan pula dari proses fermentasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi adonan :

- a. Jumlah ragi dalam adonan.
- b. Temperatur adonan.
- c. Keasamana.
- d. Absorpsi air.
- e. Jumlah beberapa bahan lain: garam, gula, susu dan sebagainya

5. Potong/ Timbang

Membagi-bagi adonan menurut berat yang dikehendaki, untuk menghasilkan produk yang seragam, semestinya dikerjakan dalam waktu yang sesingkat mungkin, mengingat proses teap berjalan terus dalam seluruh tahapan.

6. Membulatkan (*Rounding*)

Untuk membentuk lapisan film sehingga dapat menahan gas-gas yang dihasilkan selama proses peragian (*final proff*), dan memberi bentuk supaya mudah dikerjakan.

7. Istirahat (*Intermediate Proff*)

Membiarkan adonan istirahat untuk memudahkan pengerolan. Waktu berkisar 6-10 menit. Istirahat ini juga bergantung dari kondisi adonan.

8. Pengerolan (*Shetting*)

Memberi bentuk pada adonan sesuai jenis-jenis produk yang akan dihasilkan.

9. Dipulung (*Moulding*)

Memberi bentuk pada adonan sesuai jenis-jenis produk yang akan dihasilkan.

10. Meletakkan Dalam Cetakan/ Loyang

Meletakkan adonan di tengah-tengah cetakan dengan sambungan di bagian bawah supaya tidak terbuka dalam final proof atau pada saat dibakar/pemanggangan.

11. Istirahat Terakhir (*Final Proofing*)

Bertujuan mengembangkan adonan untuk mencapai bentuk dan mutu yang baik pada temperatur 35-44°C dengan kelembaban 80-85% dalam waktu 45-90 menit.

12. Pembakaran/ Pemanggangan

Pada 5-6 menit pertama volume adonan bertambah (oven spring) Panas oven untuk jenis roti manis $\pm 180^{\circ}\text{C}$; untuk roti tawar $\pm 210^{\circ}\text{C}$.

2.2 Pengertian Kualitas

Dari definisi-definisi yang ada terdapat beberapa kesamaan. Elemen-elemennya antara lain (Soejanto, 2009):

- Kualitas mencakup jasa, proses, produk, lingkungan, dan manusia.
- Kualitas meliputi usaha untuk memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
- Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya saat dianggap mempunyai kualitas yang baik, mungkin pada masa mendatang dianggap kurang berkualitas).

Arti kualitas menurut taguchi adalah untuk menghasilkan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan harapan konsumen berkaitan dengan umur produk atau jasa.

2.3 Kualitas Rancangan

Kualitas menurut taguchi ada 2 segi umum yaitu kualitas rancangan dan kualitas kecocokan. Kualitas rancangan adalah variasi tingkat kualitas

yang ada pada suatu produk yang memang disengaja. Sedangkan kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang di isyaratkan oleh rancangan (Soejanto,2009).

2.4 Rekayasa Kualitas

Rekayasa Kualitas dapat diartikan sebagai proses pengukuran yang dilakukan selama perancangan produk atau proses. Kerangka dasar dari rekayasa kualitas merupakan suatu hubungan antara 2 disiplin ilmu yaitu teknik perancangan dan manufaktur dimana mencakup seluruh aktivitas pengendalian kualitas dalam setiap fase dari penelitian dan pengembangan produk, perancangan proses, perancangan produksi, dan kepuasan konsumen.

Target dari metodologi rekayasa kualitas adalah untuk mencapai target dari perbaikan terus menerus, penemuan yang dipercepat, penyelesaian masalah dengan cepat dan efektifitas biaya dalam meningkatkan kualitas produk (Soejanto,2009).

2.4.1 Rekayasa Kualitas Secara *Off-Line*

Dalam rekayasa kualitas secara *off line*, merupakan perancangan eksperimen merupakan peralatan yang sangat fundamental terutama pada kegiatan penelitian dan pengembangan produk. Metodologi perancangan rekayasa kualitas secara *off line* terbagi dalam 3 tahap yaitu: perancangan konsep, perancangan parameter dan perancangan toleransi.

2.4.2 Rekayasa Kualitas Secara *On-Line*

Rekayasa kualitas secara *on-line* merupakan suatu aktivitas untuk mengamati dan mengendalikan kualitas pada setiap proses produksi secara langsung. Aktivitas ini sangat penting dalam menjaga agar biaya produksi menjadi rendah dan secara langsung pula dapat meningkatkan mutu produk.

2.5 Rekayasa Kualitas Dalam Pelanggan

Meskipun pengawasan yang ketat telah dilaksanakan didalam tahapan dan perancangan dan produksi, masih mungkin dihasilkan beberapa produk cacat yang akan diterima oleh pelanggan. Produk-produk cacat demikian itu mungkin menimbulkan permasalahan pada proses-proses berikutnya atau akan menyebabkan timbulnya klaim-klaim pertanggung jawaban oleh pelanggan begitu

produk tersebut mencapai pasar. Pelayanan penjual yang sesuai harus tersedia bagi kasus-kasus dimana terjadi klaim oleh pelanggan (Soejanto,2009).

2.6 Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu 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 misalnya 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 ini disebut juga sebagai perancangan kokoh (*robust design*) (Soejanto,2009).

Salah satu tujuan Metode Taguchi dalam pengendalian kualitas adalah memproduksi suatu produk kokoh terhadap semua faktor gangguan. Rekayasa Kualitas dengan Metode Taguchi berguna untuk mempercepat penemuan, mencapai target dengan perbaikan terus menerus, *problem solving* yang cepat dan efektifitas efisiensi biaya dalam meningkatkan kualitas produk (Bhote, 2000) Filosofi Taguchi terdiri dari tiga konsep yaitu (Soejanto, 2009):

1. Kualitas harus di design dengan produk dan bukan sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target. Produk harus di design sehingga kokoh (*robust*) terhadap factor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
3. Kualitas yang diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Metode taguchi memiliki beberapa keunggulan seperti :

1. Desain Eksperimen taguchi lebih efisien karena memungkinkan untuk melaksanakan penelitian yang melibatkan banyak faktor dan jumlah.

2. Desain Eksperimen Taguchi memungkinkan diperolehnya suatu proses yang menghasilkan produk-produk yang konsisten dan kokoh terhadap factor yang tidak dapat dikontrol (faktor gangguan).
3. Metode Taguchi menghasilkan kesimpulan mengenai respon faktor-faktor dan level dari faktor-faktor kontrol yang menghasilkan respon optimum.

2.7 Desain Eksperimen Taguchi

Pada umumnya desain eksperimen taguchi dibagi menjadi tiga tahap utama yang mencakup semua pendekatan eksperimen. Tiga tahap tersebut adalah (Soejanto, 2009) :

1. Tahap Perencanaan

Tahap Perencanaan adalah tahap yang terpenting, kadangkala informasi yang diperoleh akan positif dan juga negatif. Informasi yang positif merupakan indikasi dari faktor-faktor dan level-level manakah yang akan mengarah kepada peningkatan performansi produk/proses. Tahap Perencanaan meliputi (Soejanto, 2009) :

a. Perumusan Permasalahan

Langkah pertama adalah merumuskan atau mendefinisikan masalah atau fokus yang diselidiki dalam eksperimen. Perumusan masalah harus secara spesifik dan jelas secara teknis dan harus dapat dituangkan ke dalam eksperimen yang dilakukan.

b. Tujuan Eksperimen

Tujuan yang melandasi eksperimen harus dapat menjawab apa yang telah dinyatakan pada perumusan masalah, mencari sebab yang menjadi akibat pada masalah yang kita amati.

c. Identifikasi Faktor-Faktor

Faktor adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor-faktor mana saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang diteliti adalah *Brainstorming*, *Flow Chart* dan *Diagram Sebab Akibat*.

d. Pemisahan Faktor *Control*

Faktor-faktor yang diamati terbagi atas faktor kontrol dan faktor gangguan. Dalam metode taguchi keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antar kedua faktor tersebut berbeda.

e. Penentuan Jumlah Level dan nilai faktor

Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan ongkos pelaksanaan eksperimen, makin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen akan lebih teliti karena data yang diperoleh lebih banyak tetapi banyaknya level akan meningkatkan jumlah pengamatan sehingga menaikkan ongkos eksperimen perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati.

f. Pemilihan Matrik Orthogonal

Pemilihan Matriks Orthogonal yang sesuai tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan dari nilai level dari tiap-tiap faktor. Penentuan ini akan mempengaruhi total jumlah derajat kebebasan yang berguna untuk menentukan jenis matriks orthogonal yang dipilih.

2. Tahap Pelaksanaan

Tahap Pelaksanaan merupakan tahap terpenting berikutnya ketika hasil-hasil pengujian dikumpulkan. Jika eksperimen terencana dan terlaksana secara baik, analisa akan jauh lebih mudah dilakukan dan akan menghasilkan informasi positif tentang faktor dan level (Soejanto, 2009).

➤ Jumlah Replikasi.

Jumlah Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu percobaan dalam kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi. Replikasi dilakukan untuk tujuan yaitu menambah ketelitian data eksperimen, mengurangi tingkat kesalahan pada eksperimen dan memperoleh harga taksiran

kesalahan eksperimen sehingga memungkinkan diadakannya uji signifikan hasil eksperimen.

3. Tahap Analisa

Tahap Analisa merupakan tahap yang kepentingannya paling kecil dalam kaitannya dengan apakah eksperimen memperoleh hasil yang positif. Namun fase ini paling bersifat statistik. Karena keterlibatan statistiknya paling besar, tahap analisa merupakan tahap yang paling kurang dimengerti oleh ahli produk atau proses. Tahap Analisa Eksperimen meliputi (Soejanto, 2009):

a. Analisis Varians Taguchi

Analisis Varians adalah teknik yang digunakan menganalisis data yang telah di susun dalam perencanaan eksperimen secara statistika. Analisis Varians untuk suatu matrik orthogonal dilakukan berdasarkan perhitungan jumlah kuadrat untuk masing-masing kolom. Untuk analisis varians dua arah adalah data eksperimen yang terdiri dai 2 faktor atau lebih dan 2 level atau lebih.

1. S_r - jumlah kuadrat total.

Jumlah kuadrat total ada sebagai berikut :

$$SS_r = \sum_{l=1}^N Y^2 \dots\dots\dots (1)$$

Di mana :

N = Jumlah percobaan

Y = data yang diperoleh dari percobaan

2. S_A - jumlah kuadrat faktor A.

Jumlah kuadrat faktor A sebagaiberikut :

$$SS_R = \left[\sum_{i=1}^{KA} \left(\frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} \dots\dots\dots (2)$$

Di mana :

A_i = level ke I faktor A

N_{Ai} = jumlah percobaan level ke I faktor A

3. $S_{A \times B}$ - jumlah kuadrat faktor A

Dengan cara yang sama, jumlah kuadrat interaksi AxB sebagai berikut:

$$S_{A \times B} = \frac{[TOTAL A \times B1]^2}{n_1} + \frac{[TOTAL A \times B2]^2}{n_2} + \frac{[TOTAL A \times B]^2}{n_1 + n_2} \dots \dots \dots (3)$$

4. SS_e - jumlah kuadrat *error*.

Jumlah kuadrat *error* sebagai berikut:

$$SS_r = SS_A + SS_B + SS_{A \times B} + SS_e$$

$$SS_e = SS_r - SS_A - SS_B - SS_{A \times B} \dots \dots \dots (4)$$

b. Uji F

Hasil Analisis Varians tidak membuktikan adanya perbedaan perlakuan dan pengaruh faktor dalam percobaan, pembuktian ini dilakukan Uji Hipotesa F.

Uji Hipotesa F dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan masing-masing faktor dan variansi *error*. Varians *error* adalah varians setiap individu dalam pengamatan yang timbul karena faktor-faktor yang timbul karena faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan dalam hal ini (Soejanto, 2009):

$$F_{sumber} = \frac{\text{variansi karena perlakuan} + \text{variansi karena error}}{\text{variansi karena error}} \dots \dots \dots (5)$$

Nilai F_{sumber} tersebut dibandingkan dengan nilai F table pada harga α tertentu dengan derajat kebebasan $[(K - 1).(N - K)]$. Dimana K adalah jumlah level suatu faktor dan N adalah jumlah total perlakuan. pengujian dalam suatu percobaan adalah:

H_0 : tidak ada pengaruh perlakuan, sehingga $\mu_1 - \mu_2 - \dots - \mu_j - \mu_k$

H_1 : ada pengaruh perlakuan, sehingga sedikit ada satupun μ_1

Yang tidak sama

Apabila F test lebih kecil nilai F tabel ($F_{hitung} < F_{tabel}$), maka hipotesa (H_0) diterima atau berarti tidak ada perlakuan. Namun jika nilai F test lebih besar dari nilai F tabel ($F_{hitung} > F_{tabel}$), maka hipotesa (H_0) ditolak dan berarti ada perbedaan perlakuan.

c. Strategi *Pooling Up*

Strategi *Pooling Up* dirancang taguchi untuk mengestimasi varians *error* pada analisis varians. Sehingga estimasi yang dihasilkan akan lebih baik, karena strategi ini akan mengakumulasi beberapa faktor yang kurang berarti. Strategi *Pooling Up* cenderung memaksimalkan jumlah kolom yang dipertimbangkan signifikan. Dengan keputusan signifikan faktor-faktor tersebut akan digunakan dalam putaran percobaan selanjutnya atau dalam desain produk/proses.

d. Rasio S/N

Rasio S/N (*Rasio Signal-To-Noise*) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. Rasio S/N merupakan rancangan untuk transformasi pengulangan data kedalam suatu nilai yang merupakan ukuran variasi yang timbul. Penggunaan Rasio S/N untuk mengetahui level faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Rasio S/N terdiri dari beberapa karakteristik kualitas, yaitu (Soejanto, 2009):

1. Semakin kecil, semakin baik

Semakin kecil semakin baik adalah karakteristik terukur non-negatif yang memiliki keadaan ideal atau target 0 (nol). Contohnya adalah pemakaian ban. semakin kecil keausan ban, semakin baik ban tersebut karena targetnya nol.

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r Y_i^2 \right] \dots\dots\dots (6)$$

Di mana :

n = jumlah pengurangan dari suatu *trial*

2. Semakin besar, semakin baik

Semakin besar semakin baik adalah karakteristik terukur non negatif yang memiliki keadaan ideal atau target tak terhingga. contohnya adalah efisiensi bahan bakar. semakin banyak kilometer per liter bahan bakar, semakin baik efisiensi bahan bakar karena targetnya tak terbatas

$$S/N = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^r \frac{1}{Y_i^2} \right] \dots\dots\dots (7)$$

2.8 Matrik Orthogonal

Setelah tim eksperimen menyimpulkan fase perencanaan dari eksperimen, aktivitas berikutnya adalah menyusun percobaan atau mendesain eksperimen. Dalam Desain Eksperimen, kita akan mendiskusikan Matriks Orthogonal, Derajat Kebebasan, Grafik Linier, dan semua Struktur Matriks Eksperimen.

Matriks Orthogonal adalah suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor yang dapat diubah dalam eksperimen. Baris merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen. Matriks disebut Orthogonal karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain dalam eksperimen. Jadi matriks ortogonal adalah matriks seimbang dari faktor dan level sedemikian hingga pengaruh suatu faktor atau level tidak baur dengan pengaruh faktor level yang lain (Soejanto,2009).

Dalam memilih Matriks Orthogonal yang cocok atau sesuai, diperlukan suatu persamaan dari matriks ortogonal tersebut yang mempresentasikan jumlah faktor, jumlah level dan jumlah pengamatan yang akan dilakukan. Bentuk umum model Matriks Orthogonal adalah(Soejanto,2009):

$$L_a(b^c) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

L = rancangan bujursangkar latin

a = banyak baris/eksperimen

b = banyak level

c = banyak kolom/faktor

Matriks Orthogonal Standar 2 Level

Matrik Orthogonal Standar Dengan 2 Level mempunyai beberapa pilihan

Matriks seperti dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Matriks Orthogonal Standar 2 Level

Matriks Orthogonal 2 Level					
L ₄ (2 ³)	L ₈ (2 ⁷)	L ₁₂ (2 ¹¹)	L ₁₆ (2 ¹⁵)	L ₃₂ (2 ³¹)	L ₆₄ (2 ⁶³)

Tabel 2.2 Contoh Matriks Ortogonal Standar Array $L_{16}(2^{15})$

$L_{16}(2^{15})$															
Exp	Kolom / Faktor														
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1

Sumber: (Soejanto,2009)

2.9 Derajat Kebebasan

Derajat Kebebasan adalah banyaknya pengukuran bebas yang dapat dilakukan untuk menaksir sumber informasi. Angka derajat kebebasan menunjukkan banyak perbandingan bebas yang dapat dilakukan pada sekelompok data. Dalam lingkup eksperimen, definisi ini diterjemahkan “jumlah perbandingan antara faktor (efek utama) atau level interaksi yang dibuat untuk menemukan level mana yang lebih baik dan secara khusus seberapa bagus level tersebut” (Soejanto,2009).

2.9.1 Derajat Kebebasan Faktor Atau Efek Utama

Derajat kebebasan diperlukan dalam mempelajari faktor atau efek utama, yaitu sama dengan jumlah level dikurangi satu dalam eksperimen. Secara umum, angka derajat kebebasan suatu faktor (V_{ff}) adalah banyaknya level dikurangi satu (Soejanto, 2009).

$$V_{ff} = \text{banyaknya level} - 1 \quad \dots\dots\dots (9)$$

Derajat kebebasan :

Faktor (efek utama) = banyaknya level - 1

2 level = 2 - 1 = 1 derajat kebebasan

3 level = 3 - 1 = 2 derajat kebebasan

4 level = 4 - 1 = 3 derajat kebebasan

n level = n - 1 derajat kebebasan

2.9.2 Derajat Kebebasan Interaksi

Jika kita berpikir interaksi sebagai produk silang ($A \times B$) dari dua faktor (A dan B) dan memberi efek kombinasi, kita dapat merasakan logika derajat kebebasan dari faktor individu menyusun interaksi.

Derajat kebebasan :

$$\text{Interaksi (AxB)} = [(\text{banyaknya level untuk faktor A}) - 1] \times [(\text{banyaknya level untuk faktor B}) - 1] \quad \dots\dots\dots (10)$$

Perhitungan derajat kebebasan interaksi

1.) A = 2 level, B = 2 level :

$$A \times B = (2 - 1) \times (2 - 1) = 1 \text{ derajat kebebasan}$$

2.) A = 3 level, B = 3 level :

$$A \times B = (3 - 1) \times (3 - 1) = 4 \text{ derajat kebebasan}$$

3.) A = 2 level, B = 3 level :

$$A \times B = (2 - 1) \times (3 - 1) = 2 \text{ derajat kebebasan}$$

4.) A = 3 level, B = 4 level :

$$A \times B = (3 - 1) \times (4 - 1) = 6 \text{ derajat kebebasan}$$

Jadi :

$A = n_A$ level, $B = n_B$ level :

$A \times B = (n_A - 1) \times (n_B - 1) = n_A \cdot n_B - n_A - n_B + 1$ derajat kebebasan

2.9.3 Derajat Kebebasan Matriks Ortogonal

Derajat kebebasan yang ada dalam Matriks Ortogonal berhubungan dengan jumlah level yang ada dalam jumlah kolom. Untuk menghitung total derajat kebebasan dalam sebuah matriks, kita dapat menarik keuntungan dari tata urutan normal untuk menjelaskan tiap matriks. Sebagai derajat kebebasan dalam kolom sama dengan jumlah derajat kebebasan untuk seluruh matriks sama dengan jumlah derajat kebebasan individu tiap kolom.

Oleh karena itu jika kita menggunakan standart konversi matematika untuk $L_A(B^c)$ untuk menjelaskan matriks ortogonal, total derajat kebebasan untuk tiap matriks dapat dihitung (Soejanto,2009):

$$\frac{\text{derajat kebebasan per kolom}}{\text{jumlah kolom}} = \frac{(B - 1)}{C} \dots\dots\dots (11)$$

2.9.4 Membandingkan Derajat Kebebasan

Dalam Matriks Ortogonal paling banyak pertimbangan, banyaknya derajat kebebasan Matriks Ortogonal adalah sama dengan derajat kebebasan faktor level dalam Matriks Ortogonal itu. Kita ilustrasikan dengan beberapa contoh(Soejanto, 2009).

Derajat kebebasan Matriks Ortogonal V_{MO} selalu kurang kurang kurang 1 dari banyaknya eksperimen:

$$V_{MO} = \text{banyaknya eksperimen} - 1 \dots\dots\dots (12)$$

2.10 Rasio S/N

Metode Taguchi telah mengembangkan konsep Rasio S/N (*rasio signal-to-noise*) untuk eksperimen yang melibatkan banyak faktor. Eksperimen yang demikian sering disebut eksperimen faktor ganda. Rasio S/N diformulasikan sedemikian hingga peneliti selalu dapat memilih nilai level

faktor terbesar untuk mengoptimalkan karakteristik kualitas dari eksperimen jadi, metode perhitungan Rasio S/N tergantung pada karakteristik kualitas, apakah responya semakin kecil, semakin baik; semakin besar, semakin baik; atau tertuju pada nilai tertentu (Soejanto, 2009).

Desain eksperimen dapat dikelompokan menjadi dua tipe yaitu:

- 1.) Fungsi statis
- 2.) Fungsi dinamis

2.11 Analisis 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. Dapat di lihat tabel Tabel 2.3 ANOVA Dua Arah.

Tabel 2.3 ANOVA Dua Arah

Sember Variasi	Derajat Bebas(db)	SS	MS	F Hitung	Persen Kombinasi
Faktor A	SSA	MSA	MSA	MSA / MSE	SS'A/SS'T
Faktor B	SSB	SSB	MSB	MSB / MSE	SS'B/SS'T
Interaksi A X B	VA X VB	SS X SSB	MSA X B	MSA X B / MSE	SSS'AXB/SS'T
RESIDUAL	VE	SSE	SSE		SS'E/SS'T
TOTAL	VT	SST			100%

Sumber : Sugianto,2016

Keterangan :

- V_r = Derajat bebas total = N-1
- V_a = Derajat bebas Faktor = $K_A - 1$
- V_B = Derajat bebas Faktor = $K_b - 1$
- V_E = Derajat bebas Faktor = $K_A - 1$

- CF = Faktor Koreksi = $\frac{T}{N}$
- T = Jumlah Keseluruhan = $\sum_{i=1}^N Y_2 - CF$
- SS_T = jumlah kuadrat total
- SS_A = jumlah kuadrat faktor A
- SS_A = jumlah kuadrat faktor A = $\sum_{l=1}^{K_A} \left(\frac{A_j^2}{n_{BJ}} \right) - CF$
- SS_B = jumlah kuadrat faktor B
- SS_B = jumlah kuadrat faktor B = $\sum_{l=1}^{K_A} \left(\frac{A_j^2}{n_{BJ}} \right) - CF$
- SS_{AXB} = jumlah kuadrat interaksi $\left[\sum_{l=1}^{K_A} \sum_{j=1}^{K_B} \left(\frac{(A_i B_j)^2}{n_{ij}} \right) \right] - CS - SS_A$
- SS_E = jumlah kuadrat error = $SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AXB}$
- MS_A = Rata-rata jumlah kuadrat faktor A = SS_A / V_A
- MS_B = Rata-rata jumlah kuadrat faktor B = SS_B / V_B
- MS_{AXB} = Rata-rata jumlah kuadrat interaksi = SS_E / V_{AXB}
- K_A = Rata-rata jumlah kuadrat faktor A
- K_B = Rata-rata jumlah kuadrat faktor B
- N = jumlah total percobaan
- K_{AinBj} = Jumlah pengamatan faktor A dan B

Model pengamatan yang mewakili pengamatan di atas adalah

$$K_{ikr} = \mu + \tau_i + \beta_j + \beta_{ij} + \epsilon_{ijr} \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan :

- I = 1,2,.....,g
- J = 1,2,.....,n
- μ = mean keseluruhan
- τ_i = efek faktor A taraf ke i
- β_{ij} = efek faktor B taraf ke j
- ε_{ijr} = efek interaksi faktor AxB

2.12 Uji Organoleptik

Menurut Afani, Nurul (2018), 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.

2.13 Penelitian Pendahuluan

Adapun penelitian – penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Endang Sulistyarningsih, M. Syahri, Dyah Rachmawati Lucitasari. 2018. Penentuan Kombinasi Kromium-Gambir Terhadap Kekuatan Tarik Pada Proses Penyamakan Kulit Ikan Talang-Talang (*Queenfish*) Dengan Metode Taguchi. Jurnal OPSI Vol 11 No.1 pp.19-27.

Penelitian ini menjelaskan tentang Kelangkaan pemasokan kulit ikan ke industri penyamakan kulit, terutama pada sulitnya mendapatkan kulit ikan yang bermutu untuk penyamakan. Kulit ikan talang-talang merupakan limbah buangan, sehingga dapat diolah menjadi kulit tersamak dan dapat dijadikan produk tas atau dompet, yang harus mempunyai kekuatan tarik yang baik, di mana tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kombinasi kromium-gambir terhadap kekuatan tarik pada proses penyamakan kulit ikan talang-talang dengan metode taguchi. Identifikasi dan penentuan faktor-faktor yang berpengaruh dan penetapan level faktor yaitu : Krome okside (Cr_2O_3), Bahan gambir, waktu proses *retanning*, dan Minyak sulfat. Karakteristik kualitas yang diterapkan adalah *larger the better*, di mana semakin besar maka semakin baik. Dalam penelitian ini menggunakan faktor terkendali yaitu Cr_2O_3 (krome okside) 1,5%, 2,5%, 3,5%, bahan gambir 6%, 8%, 10%, waktu proses *retanning* 20 menit, 40 menit, 60 menit, minyak sulfat 10%, 11%, 12%. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa kombinasi faktor dan level yang paling baik adalah faktor A (krome okside) level 3 yaitu 3,5%, faktor B (bahan gambir) level 3 yaitu 10%, faktor C (waktu proses *retanning*) level 2 yaitu 40 menit, faktor D (minyak sulfat) level 1 yaitu 10%.

2. Afani, nurul. 2018. Desain Eksperimen Pembuatan Petis Udang Grade A dengan Menggunakan Pendekatan Metode Taguchi UD. Agung Jaya di Kecamatan Bungah Gresik. JIT pp.1-9

Penelitian ini menjelaskan tentang penentuan komposisi dan proses produksi petis udang Grade A pada peneliian tersebut

menggunakan matriks ortogonal $L_8(27)$ dengan 5 faktor dan 2 level yaitu gula (50kg, 60kg), sari udang (80kg, 85kg), tepung ketan (2kg, 3kg), tepung terigu (5kg, 4kg), lama pemasakan (5jam, 6jam). Dengan pengolahan data menggunakan Metode Taguchi melalui *software minitab* diperoleh hasil *signal to noise ratio*, efek faktor dari *signal to noise ratio*, ANOVA. Sehingga diperoleh hasil faktor-faktor yang berpengaruh terhadap respon rasa pada produk petis udang grade A yaitu faktor gula, sari udang, tepung ketan dan lama pemasakan. Didapatkan Komposisi yang optimal yaitu gula 50kg, sari udang 85kg, tepung ketan 2kg, tepung terigu 5kg dan lama pemasakan 5jam.

3. Zayendra, siska, Yozza, hazmira, maiyastri. 2016. Penerapan Metode Taguchi Untuk Optimalisasi Hasil Produksi Roti Di Usaha Roti Meyza *Bakery*, Padang Sumatera Barat. Jurnal Matematika UNAND Vol.5 No.3 Hal.122-130.

Usaha pembuatan roti merupakan usaha yang cukup diminati karena pangsa pasarnya besar. Banyaknya usaha di bidang ini membuat produsen harus melakukan strategi untuk mengendalikan kualitas produk. Dalam statistika, pengendalian kualitas secara *off-line* dapat dilakukan dengan Metode Taguchi, yang bertujuan menghasilkan produk yang lebih tangguh dan berupaya mengoptimalkan rancangan produk serta proses. Pada penelitian ini akan dikaji penggunaan metode Taguchi untuk optimalisasi produk roti. Percobaan dilaksanakan di usaha roti Meyza *Bakery* dengan melibatkan empat faktor yaitu takaran ragi, lama adonan didiamkan, waktu penggorengan, dan takaran air dengan respon persentase produk tidak layak jual. Disimpulkan bahwa keempat faktor berpengaruh terhadap persentase produk yang layak jual. Hasil yang optimal diperoleh untuk rancangan dengan takaran ragi sebanyak 11 gram, lama adonan didiamkan selama 30 menit, waktu penggorengan selama tiga menit dan takaran air sebanyak 0.4 liter.

4. Putra, Dodi Aneka.2016. Pengendalian Kualitas Produk Kerupuk Dengan Metode Taguchi. Teknik Industri Vol.1 No.1 Hal.1-13

Penelitian ini menjelaskan tentang peningkatan kualitas dengan menggunakan metode taguchi pada pembuatan dan pengolahan produk kerupuk pada laboratorium universitas Bina Darma. Dengan menentukan respon teknis yang terjadi akibat gangguan kualitas pada produk kerupuk sehingga dapat memenuhi harapan konsumen. Faktor yang diamati dan akan diteliti adalah tepung tapioka, air, ikan, bumbu yang digunakan untuk membuat kerupuk. Dari masing-masing faktor tersebut ditentukan 3 level yang akan diteliti yaitu tepung pada level 1 sejumlah 15 gr, level 2 sejumlah 18 gr, dan level 3 sejumlah 22 gr. Untuk air level 1 sebanyak 4 ml, level 2 sebanyak 6 ml, dan level 3 sebanyak 10 ml. Selanjutnya pada faktor ikan pada level 1 yaitu sejumlah 5 gr, level 2 sejumlah 8 gr, dan level 3 sejumlah 10 gr. Pada faktor bumbu level 1 sebanyak 3 gr, level 2 sebanyak 6 gr dan level 3 sebanyak 10 gr. Pada perhitungan total derajat kebebasan dalam eksperimen menghasilkan 16 derajat kebebasan dan menggunakan Matriks *Orthogonal Array* L27(3¹³). Dan hasil penelitian yang diperoleh didapatkan respon rata-rata komposisi kerupuk ikan yaitu tepung tapioka 15 gr, air 6 ml, ikan 5 gr dan bumbu 3 gr.