

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN SUMBER DANA MANDIRI**



SKEMA PENELITIAN RISET MANDIRI

**PENERAPAN METODE TAGUCHI UNTUK OPTIMALISASI KUALITAS ROTI
MANIS DI 99 BAKERY**

TIM PENGUSUL

Annisa'u Choirun, S.T.P, M.T.
Resti Pranata Putri, S.Si., M.Sc.

NIDN. 0004079501
NIDN. 0004128702

Bidang Fokus Penelitian : Pangan / Pertanian

POLITEKNIK NEGERI JEMBER

2025



LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Penerapan Metode Taguchi untuk Optimalisasi Kualitas Roti Manis di 99 Bakery
Skema : Riset Mandiri
Jenis TKT : TKT jenis pertanian/perikanan/peternakan
Level TKT : Awal Penelitian : Akhir Penelitian : 2
1

1. Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Annisa'u Choirun, S.T.P., M.T
b. NIDN : 0004079501
c. Program Studi : Teknologi Rekayasa Pangan
d. Pendidikan Terakhir : S2
e. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
f. ID SINTA : 6796365
g. Score SINTA Over All : 362

2. Anggota Peneliti (Dosen)

No	Nama	NIDN	Pendidikan Terakhir /Jabatan Fungsional
1.	Resti Pranata Putri, S.Si., M.Sc	00041287002	S2/Asisten Ahli

3. Anggota Peneliti (Mahasiswa)

No	Nama	NIM	Program Studi
1.	Lisna Dwi Lestari	B41222056	Teknologi Rekayasa Pangan

4. Jangka Waktu Pelaksanaan: 4 Bulan

Biaya : Rp. 3.000.000

Mengetahui,
Kepala Jurusan Teknologi Pertanian

Prof. Dr. Ir. Budi Hariono, M.Si
NIP. 196605191992021001

Jember, 3 September 2025
Ketua Peneliti,


Annisa'u Choirun, S.T.P., M.T
NIP. 199507042022032014

Menyetujui,
Kepala P3M Politeknik Negeri Jember

Dr. Ir. Hariadi Subagja, S.Pt., M.P., IPM
NIP. 197012131997031002

IDENTITAS DAN URAIAN UMUM

Bagian ini berisi informasi sebagai berikut :

Judul Penelitian : Penerapan Metode Taguchi Untuk Optimalisasi Kualitas Roti Manis Di 99 Bakery

Tim Peneliti :

No	Nama	Jabatan	Bidang Keilmuan	Instansi Asal	Alokasi Waktu (Jam/Minggu)
1	Annisa'u Choirun, STP, M.T.	Ketua	Rekayasa Pangan	Prodi Teknologi Rekayasa Pangan	20
2	Resti Pranata Putri, S.Si., M.Sc	Anggota	Teknologi Rekayasa Pangan	Politeknik Negeri Jember	15
3	Lisna Dwi Lestari	Mahasiswa	Teknologi Rekayasa Pangan	Prodi Teknologi Rekayasa Pangan	5

Obyek Penelitian : Optimasi proses pemanggangan pada roti manis

Masa Pelaksanaan : 10 Agustus 2025 - 30 September 2025

Jumlah Dana Mandiri : Rp 3.000.000

Lokasi Penelitian : 99 Bakery

Instansi lain yang terlibat : -

Temuan yang ditargetkan :

1. Roti manis dengan kualitas yang optimal berdasarkan dua faktor, yaitu suhu pemanggangan dan waktu pemanggangan.

Kontribusi mendasar pada suatu bidang ilmu :

belum pernah dilakukan di 99 Bakery. Harapan dengan adanya riset tersebut, didapatkan hasil produk roti manis dengan kualitas yang optimal sehingga bisa diterapkan di 99 Bakery.

Rencana Luaran dan Target Pencapaian:

Rencana Luaran	Tahun Pendaftaran	Tahun Perolehan
Luaran Wajib		
1. Publikasi artikel pada jurnal sinta 4	2025	2026

RINGKASAN

Isian ringkasan penelitian tidak lebih dari 300 kata yang berisi urgensi, tujuan, metode dan luaran yang ditargetkan

Urgensi penelitian ini didasarkan pada pentingnya peningkatan daya saing UMKM melalui kualitas produk yang konsisten dan efisien. Produksi roti manis di 99 Bakery saat ini belum berbasis standar yang baku, melainkan masih bergantung pada kebiasaan atau metode coba-coba. Hal ini menyebabkan ketergantungan pada operator dan tingginya risiko variasi mutu. Untuk menjawab tantangan tersebut, dibutuhkan metode optimisasi pada kualitas roti manis, salah satunya adalah metode Taguchi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter proses optimal pada roti manis. Parameter yang dikaji meliputi tekstur, kadar air, dan kadar abu. Dengan menggunakan metode Taguchi, penelitian ini akan melakukan eksperimen terstruktur menggunakan orthogonal array untuk menentukan faktor-faktor paling berpengaruh dan kombinasi terbaik dari parameter yang diuji. Evaluasi kualitas roti manis dilakukan berdasarkan atribut fisik, yakni seperti tekstur, kadar air, dan kadar abu. Metode yang digunakan adalah eksperimen Taguchi dengan rancangan L9 (32) yang memungkinkan efisiensi jumlah percobaan. Analisis data dilakukan menggunakan signal to noise ratio (S/N ratio) untuk menentukan pengaruh masing-masing faktor terhadap kualitas produk, serta analisis varians (ANOVA) untuk mengidentifikasi signifikansi faktor. Dengan menerapkan metode Taguchi di 99 Bakery, diharapkan dapat ditemukan kombinasi parameter yang optimal dalam proses pembuatan roti manis, sehingga kualitas produk menjadi lebih stabil dan sesuai dengan harapan konsumen. Luaran dari penelitian ini adalah model standar proses produksi roti manis berbasis metode Taguchi yang aplikatif untuk skala UMKM. Luaran tambahan berupa artikel ilmiah yang ditargetkan untuk publikasi pada jurnal nasional terakreditasi. Selain itu, diharapkan tersusun dokumentasi teknis standar operasional produksi bagi 99 Bakery.

I. PENDAHULUAN

Pendahuluan penelitian tidak lebih dari 1500 kata yang memuat latar belakang, rumusan permasalahan yang akan diteliti, pendekatan pemecahan masalah, state-of-the-art dan kebaruan, peta jalan (roadmap) penelitian setidaknya 5 tahun. Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan (style vancouver).

Industri pangan khususnya usaha bidang roti, menghadapi tantangan besar dalam menjaga dan meningkatkan kualitas produknya di tengah persaingan pasar yang semakin ketat. UMKM merupakan tulang punggung ekonomi nasional, terutama di sektor pangan yang berkontribusi besar terhadap penyediaan makanan siap konsumsi. Salah satu produk yang banyak dikembangkan oleh UMKM adalah roti manis, makanan yang disukai berbagai kalangan karena cita rasanya yang lezat, harga terjangkau, dan mudah dikonsumsi. 99 Bakery sebagai salah satu pelaku UMKM di sektor ini, memproduksi berbagai jenis roti, termasuk roti manis yang menjadi produk unggulan. Namun, masih ditemukan ketidakkonsistenan dalam kualitas roti manis yang dihasilkan, terutama dari segi tekstur, rasa, dan tingkat kematangan. Kondisi ini menimbulkan urgensi untuk melakukan perbaikan dan optimalisasi proses produksi agar dapat menghasilkan produk yang stabil dan berkualitas tinggi secara konsisten (Kusnedi, 2021).

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi produk di tengah persaingan industri roti yang semakin ketat. Berdasarkan hasil observasi awal, variasi hasil produk di 99 Bakery sebagian besar disebabkan oleh tidak

optimalnya pengendalian parameter proses produksi, seperti tekstur, kadar air, dan kadar abu. Selama ini, penyesuaian parameter dilakukan secara trial and error, yang tidak hanya memakan waktu dan biaya, tetapi juga menghasilkan hasil yang tidak konsisten. Oleh karena itu, dibutuhkan metode ilmiah untuk mengidentifikasi, mengontrol, dan mengoptimalkan parameter-parameter proses produksi tersebut (Afridhal, 2017).

Permasalahan utama yang dihadapi adalah variabilitas kualitas roti manis yang dipengaruhi oleh beberapa faktor proses, seperti suhu pemanggangan dan waktu pemanggangan. Variasi ini tidak hanya memengaruhi kepuasan pelanggan, tetapi juga berdampak pada efisiensi produksi dan biaya operasional. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengoptimalkan parameter-parameter proses yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk (Efendy, 2017).

Metode Taguchi merupakan salah satu metode perancangan eksperimen (Design of Experiments atau DoE) yang efektif digunakan untuk meningkatkan kualitas produk dengan cara meminimalkan variasi dan mengoptimalkan parameter proses. Metode ini menekankan pentingnya robust design, yaitu desain proses yang tahan terhadap variasi tanpa perlu biaya tinggi. Dengan menerapkan metode Taguchi di 99 Bakery, diharapkan dapat ditemukan kombinasi parameter yang optimal dalam proses pembuatan roti manis, sehingga kualitas produk menjadi lebih stabil dan sesuai dengan harapan konsumen (Anggraini, dkk, 2015).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter proses optimal pada roti manis menggunakan metode Taguchi. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan memberikan solusi praktis dan berbasis data untuk peningkatan mutu produk secara berkelanjutan.

Berdasarkan penelitian terdahulu Safitri, dkk (2025), menunjukkan bahwa metode Taguchi diterapkan dengan karakteristik “smaller the better” untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan produk pada UMKM Roti Masempo. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan metode Taguchi dalam skala UMKM, khususnya pada produksi roti manis di 99 Bakery dengan tujuan untuk mengetahui parameter proses optimal pada roti manis. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak dilakukan di industri skala besar, sementara pendekatan ilmiah seperti ini masih jarang diterapkan pada skala usaha kecil. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi contoh aplikatif penerapan metode Taguchi pada sektor UMKM Bakery.

Manfaat penelitian ini diharapkan tidak hanya dirasakan oleh 99 Bakery dalam bentuk peningkatan kualitas produk dan efisiensi proses produksi, tetapi juga oleh pelaku UMKM lain yang dapat menjadikan metode ini sebagai acuan dalam upaya peningkatan mutu produk mereka. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi kontribusi ilmiah dalam pengembangan penerapan metode optimasi kualitas di industri pangan berskala kecil dan menengah.

State of the Art

Berikut adalah beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dengan topik ini, yakni sebagai berikut:

Tabel 1.1 State of the Art

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Safitri, R., Wolok, E., dan Lahay, I. H. (2025)	Analisis pengendalian kualitas produk roti menggunakan metode Taguchi pada UMKM Roti Masempo	Penerapan metode Taguchi berhasil mengidentifikasi kombinasi parameter optimal yang meningkatkan kualitas roti manis di UMKM Roti Masempo.

Arizky, R., Silviana, N. A., dan Siregar, N. A. (2022)	Analisis pengendalian kualitas produk dengan metode Taguchi di PT. XYZ	Hasil percobaan metode Taguchi ke eksperimen menunjukkan bahwa rata-rata hasil eksperimen konfirmasi berada pada interval kepercayaan eksperimen Taguchi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil eksperimen dapat direproduksi.
Haniza, Sutrisno, Lubis, A. H., dan Aryza, S. (2018)	<i>Implement application of Taguchi method for analyzing the quality control of crude palm oil production</i>	Penerapan metode Taguchi berhasil mengidentifikasi faktor-faktor yang secara signifikan memengaruhi kualitas CPO.

Roadmap Penelitian

Roadmap penelitian ini merupakan rencana strategis riset dalam jangka waktu yang panjang. Tahapan-tahapan *roadmad* penelitian, yakni sebagai berikut:



Gambar 1.1 Tahapan *Roadmap* Penelitian

Tabel 1.1 Tahapan *Roadmap* Penelitian

Tahap	Fokus Penelitian	Tujuan Tahunan
Tahap 1	Identifikasi permasalahan dan parameter kritis proses produksi	- Menganalisis proses produksi roti manis secara menyeluruh di 99 Bakery. - Menentukan parameter kualitas (respon) dan faktor kontrol utama.
Tahap 2	Desain eksperimen menggunakan metode Taguchi	- Menyusun desain eksperimen menggunakan Taguchi L₉. - Melakukan uji coba produksi berdasarkan rancangan tersebut. - Mengumpulkan data kadar air, tekstur, dan kadar abu.
Tahap 3	Analisis dan validasi optimasi proses produksi	- Menganalisis data menggunakan ANOVA dan S/N Ratio untuk menentukan kombinasi optimal parameter produksi. - Validasi hasil dengan uji ulang menggunakan kombinasi optimal.
Tahap 4	Implementasi skala produksi dan evaluasi ekonomi	- Menerapkan parameter optimal dalam skala produksi di 99 Bakery.

Tahap 5 Integrasi dengan sistem manajemen mutu dan pengembangan produk baru

- Menganalisis dampak terhadap efisiensi, biaya produksi, dan kualitas produk akhir.
- Mengintegrasikan hasil optimasi ke SOP produksi dan sistem manajemen mutu.
- Meneliti pengembangan produk baru dengan pendekatan serupa.

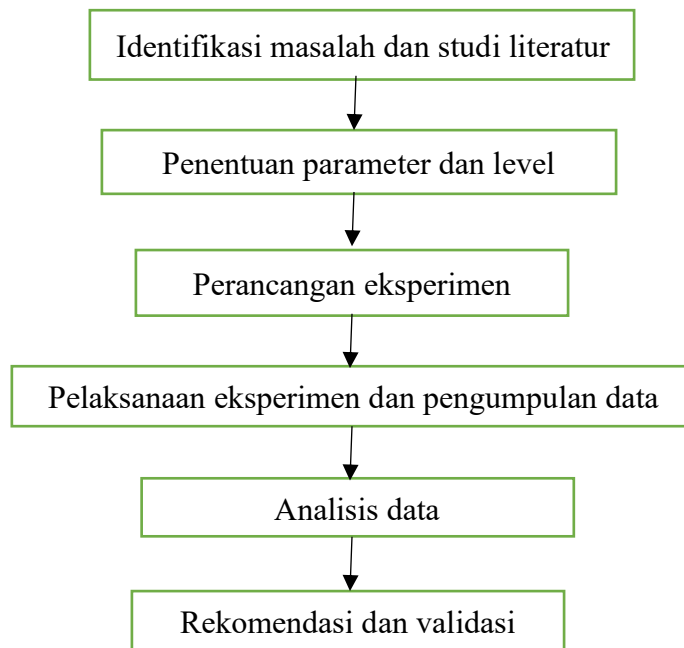
II. METODE

Isian metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan tidak lebih dari 1000 kata. Pada bagian ini wajib dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG. Metode penelitian harus memuat sekurang-kurangnya prosedur penelitian, hasil yang diharapkan, indikator capaian yang ditargetkan, serta anggota tim/mitra yang bertanggung pada setiap tahapan penelitian. Metode penelitian harus sejalan dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Penelitian yang akan dilakukan termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif eksperimental. Lokasi penelitian ini di 99 Bakery dan di Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember. Objek penelitian ini, yakni roti manis dengan variabel penelitian, yakni faktor meliputi suhu pemanggangan dan waktu pemanggangan, sedangkan responnya meliputi tekstur, kadar air, dan kadar abu. Desain eksperimen menggunakan *orthogonal array* L_9 (3^2) sesuai jumlah faktor dan level. Langkah penelitian meliputi identifikasi parameter penting dan level masing-masing, rancangan eksperimen dengan metode Taguchi, produksi sampel sesuai desain, evaluasi hasil (uji organoleptik dan fisik), dan analisis data menggunakan SNR (*Signal-to-Noise Ratio*) dan ANOVA.

Penelitian ini menggunakan metode Taguchi untuk optimalisasi kualitas roti manis di 99 Bakery. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam merancang eksperimen dengan efisien dan mengidentifikasi kombinasi faktor yang optimal. Diagram alir penelitian yang menggambarkan tahapan penelitian secara sistematis, yakni sebagai berikut :

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah-Langkah Metode Taguchi

Berikut adalah langkah-langkah untuk merancang eksperimen menggunakan metode Taguchi (Lolytha, 2017):

1. Perumusan Masalah

Langkah pertama adalah merumuskan masalah atau mendefinisikan masalah atau fokus yang akan diselidiki dalam eksperimen.

2. Tujuan Eksperimen

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

3. Penentuan Variabel Tak Bebas

Dalam merencanakan suatu eksperimen harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang akan diselidiki. Dalam eksperimen taguchi variabel tak bebas adalah karakteristik kualitas yang terdiri dari tiga kategori, yaitu karakteristik yang dapat diukur, karakteristik atribut, dan karakteristik dinamik.

4. Identifikasi Faktor-Faktor (Variabel Bebas)

Identifikasi variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor mana saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan.

5. Pemisahan Faktor Kontrol dan Faktor Gangguan

Faktor-faktor yang diamati terbagi atas faktor kontrol dan faktor gangguan. Dalam metode Taguchi keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antar kedua tersebut berbeda. Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat di atur atau dikendalikan.

6. Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor

Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan ongkos pelaksanaan eksperimen. Semakin 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.

7. Perhitungan Derajat Kebebasan

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

8. Pemilihan Matriks Orthogonal

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

9. Penempatan Kolom Untuk Faktor dan Interaksi ke dalam Matriks Orthogonal

Penempatan kolom untuk faktor dan interaksi ke dalam matriks orthogonal Taguchi menyatakan grafik linier dan tabel triangular untuk memudahkan peletakan faktor dan interaksi untuk setiap matriks orthogonal.

10. Rancangan Tabel Eksperimen

11. Pengumpulan Data Eksperimen

12. Perhitungan Nilai *Rasio Signal to Noise*

Rasio S/N digunakan untuk mengukur kualitas dan stabilitas produk. Rasio S/N adalah metode untuk mentransformasikan data pengukuran menjadi nilai yang mengukur tingkat variasi yang muncul. Nilai dari S/N *ratio* dihasilkan dari transformasi data ulang beberapa kali sehingga mencerminkan kualitas variasi yang terjadi (Aprilyanti dan Suryani, 2020). Ada beberapa jenis Rasio S/N yang dapat digunakan tergantung pada tujuan eksperimen, yaitu:

- a. *Larger the Better* : Digunakan untuk memaksimalkan respon.
- b. *Smaller the Better* : Digunakan untuk meminimalkan respon.
- c. *Nominal the Best* : Digunakan untuk mencapai nilai respon tertentu yang optimal.

13. Analisis Uji Varians

ANOVA untuk menentukan faktor-faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas produk. ANOVA membantu memisahkan variabilitas total dalam data menjadi variabilitas yang disebabkan oleh masing-masing faktor dan variabilitas acak.

Penelitian ini merupakan bagian dari *roadmap* penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu studi awal mengenai parameter kritis dalam proses pembuatan roti manis, serta identifikasi pengaruh perlakuan suhu pemanggangan dan waktu pemanggangan terhadap mutu akhir produk. Hasil dari studi pendahuluan ini menjadi dasar dalam penentuan faktor dan level pada desain eksperimen Taguchi.

Metode ini digunakan untuk menjawab masalah urgensi penelitian, yaitu bagaimana mengoptimalkan kualitas roti manis dengan efisien dan akurat melalui variasi perlakuan suhu dan waktu pemanggangan. Dengan menggunakan metode Taguchi, variasi faktor diuji dalam jumlah eksperimen yang minimal namun tetap menghasilkan informasi maksimal. Respon penelitian yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, dan tekstur. Kadar air diukur dengan menggunakan metode oven, kadar abu diukur dengan menggunakan metode gravimetri dengan cara pengabuan dalam tanur (*furnace*) pada suhu tinggi, serta tekstur diukur menggunakan *Texture Analyzer*.

Berdasarkan penelitian Nurwahidah, dkk (2021) dan Fitriani, dkk (2018), suhu pemanggangan roti manis yang umum berkisar antara 160°C hingga 200°C. Arifin, dkk (2020) dan Sari dan Ramadhani (2019) menyebutkan bahwa waktu panggang optimal untuk roti manis ada di kisaran 10–20 menit, tergantung berat dan kelembapan adonan. Level suhu pemanggangan, yakni level 1 160°C, level 2 180°C, dan level 3 200°C. Sedangkan level waktu pemanggangan, yakni level 1 10 menit, level 2 15 menit, dan level 3 20 menit. Tabel faktor dan level yang digunakan pada penelitian, yakni sebagai berikut :

Tabel 2.1 Faktor dan Level Penelitian

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
A. Suhu Pemanggangan	160°C	180°C	200°C
B. Waktu Pemanggangan	10 menit	15 menit	20 menit

III. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Capain hasil dan luaran yang dijanjikan

3.1 Roti Manis

Roti merupakan produk makanan yang sudah sangat dikenal oleh masyarakat Indonesia, baik sebagai makanan pengganti nasi maupun sebagai makanan selingan. Roti merupakan salah satu pangan olahan yang terbentuk dari fermentasi terigu dengan menggunakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*) atau bahan pengembang lainnya kemudian dipanggang. Roti berdasarkan rasanya ada dua macam, yaitu roti manis dan roti tawar (Ramadhani, 2022).

Roti manis merupakan salah satu produk roti yang diformulasikan dengan tambahan gula, susu, dan lemak untuk memberikan rasa manis serta tekstur yang lembut. Proses fermentasi dengan ragi memungkinkan pembentukan gas CO₂ yang berperan dalam pembentukan pori-pori *crumb*. Kombinasi bahan dan proses ini menentukan kualitas sensoris akhir seperti aroma, rasa, dan kelembutan roti (Santiago, et al., 2015).

Tekstur roti manis sangat dipengaruhi oleh kadar air dan distribusi gas selama fermentasi dan pemanggangan. Penggunaan bahan tambahan seperti *emulsifier* mampu meningkatkan volume roti dan mengurangi kekerasan *crumb*. Penambahan *emulsifier* juga membantu menjaga kelembaban sehingga roti tetap lembut selama penyimpanan (Pratama, dkk, 2024).

3.2 Metode Taguchi

Metode Taguchi dikembangkan oleh Genechi Taguchi, yang digunakan untuk memperbaiki penerapan *Total Quality Control* di Jepang. Metode Taguchi merupakan metodologi dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan untuk menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin (Silaban, 2019). Metode Taguchi merupakan pendekatan DoE (*Design of Experiments*) yang memanfaatkan *orthogonal array* untuk meminimalkan jumlah percobaan tapi tetap mengoptimasi faktor-faktor penting.

Metode ini merupakan suatu metode pengendalian kualitas sebelum proses berlangsung atau sering juga dinamakan *off-quality control*. Metode ini sangat efektif dalam peningkatan kualitas dan juga mengurangi biaya. Rekayasa kualitas yang diusulkan Taguchi bertujuan agar performansi produk atau prosesnya tidak sensitif atau tangguh terhadap faktor yang sulit dikendalikan (Hadi, 2020).

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 ini disebut juga sebagai perancangan kokoh (*robust design*). Aplikasi Taguchi mampu mengidentifikasi pengaruh faktor utama (*main effect*) dan interaksi terhadap kualitas akhir produk pangan, sekaligus meminimalkan variabilitas proses (Sugiyono, 2018).

Dari hasil penelitian Penerapan Metode Taguchi untuk Optimalisasi Kualitas Roti Manis di 99 *Bakery* ini didapatkan rancangan *orthogonal array*. Parameter pengamatan meliputi kadar air, kadar abu, dan tekstur. Setelah percobaan dilakukan berdasarkan matriks *orthogonal array*, selanjutnya dilakukan pengujian sesuai parameter pengamatan. Data yang diperoleh dari pengujian akan diproses menggunakan analisa SNR (*Signal to Noise Ratio*). Berikut rancangan *orthogonal array* pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Rancangan *Orthogonal Array*

Percobaan	Suhu Pemanggangan	Waktu Pemanggangan
1	160°C	10 menit
2	160°C	15 menit
3	160°C	20 menit
4	180°C	10 menit
5	180°C	15 menit
6	180°C	20 menit
7	200°C	10 menit
8	200°C	15 menit
9	200°C	20 menit

3.3 Langkah-Langkah Metode Taguchi

Berikut adalah langkah-langkah untuk merancang eksperimen menggunakan metode Taguchi (Lolytha, 2017):

1. Perumusan Masalah

Langkah pertama adalah merumuskan masalah atau mendefinisikan masalah atau fokus yang akan diselidiki dalam eksperimen.

2. Tujuan Eksperimen

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

3. Penentuan Variabel Tak Bebas

Dalam merencanakan suatu eksperimen harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang akan diselidiki. Dalam eksperimen taguchi variabel tak bebas adalah karakteristik kualitas yang terdiri dari tiga kategori, yaitu karakteristik yang dapat diukur, karakteristik atribut, dan karakteristik dinamik.

4. Identifikasi Faktor-Faktor (Variabel Bebas)

Identifikasi variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor mana saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan.

5. Pemisahan Faktor Kontrol dan Faktor Gangguan

Faktor-faktor yang diamati terbagi atas faktor kontrol dan faktor gangguan. Dalam metode Taguchi keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antar kedua tersebut berbeda. Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat di atur atau dikendalikan.

6. Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor

Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan ongkos pelaksanaan eksperimen. Semakin 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.

7. Perhitungan Derajat Kebebasan

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

8. Pemilihan *Matriks Orthogonal*

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

9. Penempatan Kolom Untuk Faktor dan Interaksi ke dalam *Matriks Orthogonal*

Penempatan kolom untuk faktor dan interaksi ke dalam *matriks orthogonal* Taguchi menyatakan grafik linier dan tabel *triangular* untuk memudahkan peletakan faktor dan interaksi untuk setiap *matriks orthogonal*.

10. Rancangan Tabel Eksperimen

11. Pengumpulan Data Eksperimen

12. Perhitungan Nilai *Rasio Signal to Noise*

Rasio S/N digunakan untuk mengukur kualitas dan stabilitas produk. Rasio S/N adalah metode untuk mentransformasikan data pengukuran menjadi nilai yang mengukur tingkat variasi yang muncul. Nilai dari S/N *ratio* dihasilkan dari transformasi data ulang beberapa kali sehingga mencerminkan kualitas variasi yang terjadi (Aprilyanti dan Suryani, 2020). Ada beberapa jenis Rasio S/N yang dapat digunakan tergantung pada tujuan eksperimen, yaitu:

- a. *Larger the Better* : Digunakan untuk memaksimalkan respon.
- b. *Smaller the Better* : Digunakan untuk meminimalkan respon.
- c. *Nominal the Best* : Digunakan untuk mencapai nilai respon tertentu yang optimal.

13. Analisis Uji Varians

ANOVA untuk menentukan faktor-faktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas produk. ANOVA membantu memisahkan variabilitas total dalam data menjadi variabilitas yang disebabkan oleh masing-masing faktor dan variabilitas acak.

3.4 Optimalisasi Kualitas

Optimalisasi kualitas adalah proses sistematis dalam suatu perusahaan untuk menyesuaikan parameter operasional agar produk akhir memenuhi standar mutu terbaik dengan variabel-variabel yang saling berkaitan dikendalikan secara efisien. Proses ini melibatkan identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi mutu produk, pengukuran variabilitas, dan penggunaan metode analisis (misalnya respon permukaan atau algoritma multi-*objective*) untuk menemukan kondisi operasional optimal (suhu, bahan baku, dan sejenisnya) yang menghasilkan produk berkualitas tinggi. Dalam sektor manufaktur pangan khususnya *bakery*, optimalisasi kualitas tidak hanya mencakup aspek fisik dan sensoris tetapi juga keamanan pangan serta konsistensi antara *batch* produksi (Khozein dkk, 2024).

Tujuan optimalisasi kualitas termasuk mengurangi tingkat cacat produk, meminimalkan limbah dan biaya kegagalan internal dan eksternal, serta meningkatkan kepuasan konsumen dengan menyediakan produk yang stabil mutu dan performanya (Khozein dkk, 2024). Selain itu, optimalisasi kualitas juga bertujuan memperkuat daya saing perusahaan melalui efisiensi proses produksi, peningkatan produktivitas, dan penggunaan sumber daya yang lebih efektif agar margin keuntungan meningkat (Yusup dkk, 2020). Manfaat yang diperoleh meliputi reputasi merk yang baik, loyalitas pelanggan, pengurangan biaya perbaikan/pengembalian produk, dan kepatuhan terhadap regulasi keamanan pangan.

3.5 Kadar Air

Penentuan kadar air dalam produk roti dapat dilakukan dengan metode oven, yaitu dengan mengeringkan sampel pada suhu tertentu hingga berat konstan. Metode ini merupakan metode standar yang banyak digunakan karena hasilnya dianggap akurat dan representatif untuk bahan pangan padat seperti roti. Suhu dan waktu pengeringan yang umum digunakan adalah 105°C selama 3-4 jam, sesuai standar AOAC (Budiarti, dkk, 2021).

Pengukuran kadar air dengan metode gravimetri atau oven dilakukan sesuai dengan standar AOAC. Pengukuran awal dengan menimbang cawan kosong dan mencatat bobotnya. Kemudian cawan ditambahkan sampel dan ditimbang sebanyak 5 gram. Selanjutnya sampel dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam atau sampai berat konstan. Setelah bobot konstan, sampel disimpan dalam desikator selama 30 menit

atau hingga dingin dan ditimbang kembali. Bobot akhir sampel dicatat. Lalu kadar air sampel dihitung berdasarkan data yang telah didapatkan (Safitri dan Hakiki, 2024).

Tabel 3.2 Hasil Uji Kadar Air pada Roti Manis

Percobaan	Suhu Pemanggangan	Waktu Pemanggangan	Kadar Air (%)
1	160°C	10 menit	19,957
2	160°C	15 menit	16,957
3	160°C	20 menit	16,469
4	180°C	10 menit	21,296
5	180°C	15 menit	18,188
6	180°C	20 menit	14,966
7	200°C	10 menit	17,886
8	200°C	15 menit	12,602
9	200°C	20 menit	12,580

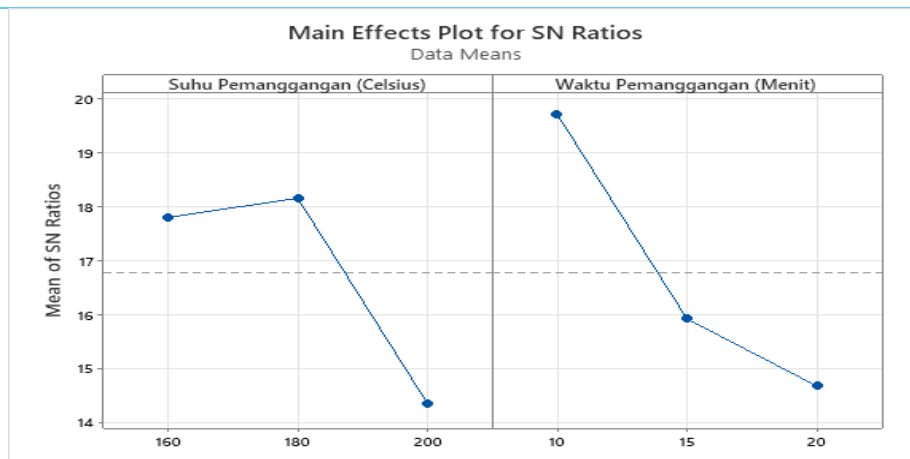
Berdasarkan hasil analisis *Signal to Noise Ratio (SNR)* pada tabel 3.3, terlihat bahwa faktor suhu pemanggangan dan waktu pemanggangan berpengaruh nyata terhadap kadar air roti manis. Nilai SNR yang lebih tinggi menunjukkan kondisi kadar air yang lebih stabil dan mendekati target. Pada faktor suhu, level terbaik diperoleh pada 180°C dengan SNR sebesar 18,15, sedangkan pada faktor waktu, level optimal terjadi pada 10 menit dengan SNR sebesar 19,71. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi suhu 180°C dan waktu 10 menit menghasilkan kondisi kadar air yang paling baik.

Apabila dilihat dari nilai *delta*, faktor waktu pemanggangan ($\Delta = 5,04$) memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan dengan suhu pemanggangan ($\Delta = 3,79$). Artinya, perubahan waktu pemanggangan akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap kadar air dibandingkan dengan perubahan suhu. Grafik *Main Effects Plot* juga mendukung hasil ini, dimana pola garis menunjukkan tren penurunan kadar air yang tajam seiring bertambahnya waktu pemanggangan, sementara pada suhu pemanggangan, nilai optimal hanya berada di titik tengah yaitu 180°C.

Secara ilmiah, hasil ini dapat dijelaskan bahwa pemanggangan dengan suhu yang terlalu tinggi (200°C) maupun waktu yang terlalu lama (15–20 menit) menyebabkan penguapan air lebih besar sehingga kadar air roti menurun drastis. Sebaliknya, pemanggangan pada suhu terlalu rendah (160°C) tidak cukup memberikan efek pengembangan dan hanya menghasilkan kadar air sedang. Oleh karena itu, kondisi optimal yang mampu menjaga kelembutan tekstur roti dan kadar air yang sesuai adalah pada suhu 180°C dengan waktu 10 menit.

Tabel 3.3 Analisa Data SNR Kadar Air

Level	Suhu Pemanggangan (Celsius)	Waktu Pemanggangan (Menit)
1	17,79	19,71
2	18,15	15,92
3	14,36	14,67
Delta	3,79	5,04
Rank	2	1



Gambar 3.1 Grafik Efek Plot Data SNR Variabel Respon Kadar Air

3.6 Kadar Abu

Kadar abu adalah parameter kimia yang menunjukkan kandungan mineral total yang tertinggal setelah bahan pangan dibakar sempurna. Dalam industri roti, kadar abu digunakan sebagai indikator tingkat kehalusan dan kemurnian tepung yang digunakan. Tepung dengan kadar abu rendah umumnya menghasilkan roti dengan warna *crumb* lebih cerah dan tekstur lebih lembut (Kusnandar, dkk, 2022).

Kadar abu juga memengaruhi daya serap air adonan, yang pada akhirnya akan memengaruhi volume, porositas, dan kekenyalan roti manis. Pengukuran kadar abu biasanya dilakukan dengan metode gravimetri melalui pembakaran dalam *furnace* pada suhu 550-600°C. Nilai kadar abu yang tinggi dapat menunjukkan adanya pencampuran tepung dengan bagian kulit gandum atau mineral luar yang tidak diinginkan (Laeliocattleya dan Wijaya, 2018).

Tabel 3.4 Hasil Uji Kadar Abu pada Roti Manis

Percobaan	Suhu Pemanggangan	Waktu Pemanggangan	Kadar Abu (%)
1	160°C	10 menit	0,99275
2	160°C	15 menit	0,99260
3	160°C	20 menit	0,99257
4	180°C	10 menit	0,99275
5	180°C	15 menit	0,99272
6	180°C	20 menit	0,99251
7	200°C	10 menit	0,99231
8	200°C	15 menit	0,99211
9	200°C	20 menit	0,99231

Tabel 3.5 Analisa Data SNR Kadar Abu

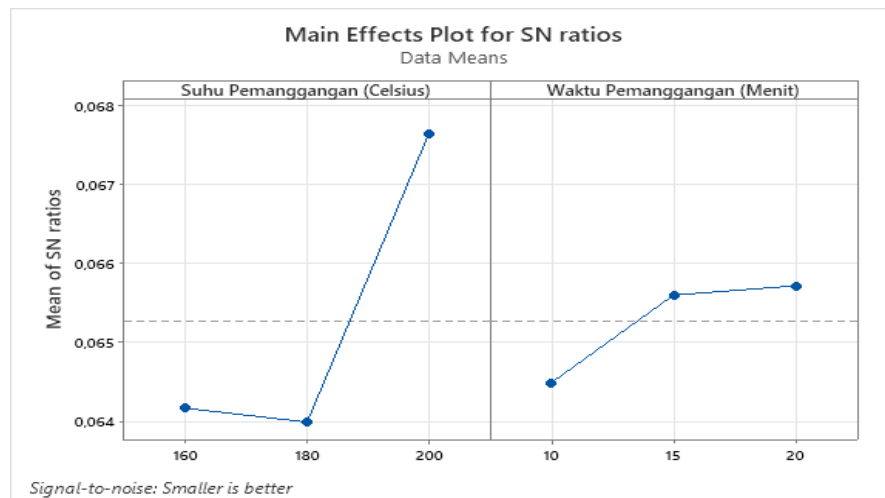
Level	Suhu Pemanggangan (Celsius)	Waktu Pemanggangan (Menit)
1	0,06416	0,06449
2	0,06399	0,06559
3	0,06764	0,06571
Delta	0,00365	0,00123
Rank	1	2

Hasil analisis *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) dengan karakteristik *Smaller is Better* menunjukkan bahwa kadar abu pada roti manis dipengaruhi oleh faktor suhu dan waktu pemanggangan. Berdasarkan tabel 4.5, faktor suhu memiliki nilai delta sebesar 0,00365 yang lebih besar dibandingkan dengan waktu pemanggangan sebesar 0,00123. Hal ini berarti bahwa suhu pemanggangan memberikan pengaruh yang lebih dominan terhadap perubahan kadar abu dibandingkan dengan lama waktu pemanggangan.

Grafik *Main Effects Plot for SN ratios* memperlihatkan bahwa semakin tinggi suhu pemanggangan, nilai SNR kadar abu cenderung meningkat. Pada suhu 200°C, kadar abu menunjukkan nilai tertinggi, yang menandakan bahwa pemanasan berlebih dapat memicu peningkatan residu mineral akibat proses dekomposisi bahan organik. Sebaliknya, kadar abu terendah diperoleh pada suhu 180°C, sehingga kondisi tersebut dapat dianggap sebagai suhu optimal dalam menekan pembentukan abu.

Sementara itu, pada faktor waktu pemanggangan, perbedaan antar level tidak begitu signifikan. Nilai SNR terendah diperoleh pada waktu 10 menit, sedangkan pada waktu 15–20 menit kadar abu cenderung sedikit meningkat. Hal ini dapat dijelaskan bahwa semakin lama roti dipanggang, semakin besar kemungkinan terjadinya penguapan air dan degradasi komponen organik, sehingga meningkatkan kandungan abu pada sampel roti (Pratama et al., 2020).

Dengan demikian, kombinasi perlakuan yang paling optimal untuk menghasilkan kadar abu rendah adalah suhu 180°C dengan waktu pemanggangan 10 menit. Kondisi ini sesuai dengan prinsip karakteristik *Smaller is Better* pada metode Taguchi, di mana kualitas roti yang baik ditunjukkan oleh kadar abu yang rendah karena kadar abu berhubungan dengan residu mineral dan tingkat kemurnian bahan (Winarno, 2008).



Gambar 3.2 Grafik Efek Plot Data SNR Variabel Respon Kadar Abu

3.7 Tekstur

Tekstur merupakan atribut fisik penting dalam kualitas roti manis karena memengaruhi tingkat kesukaan konsumen terhadap produk. Pengukuran tekstur secara instrumental dapat dilakukan dengan menggunakan *Texture Analyzer*, yang dapat mengukur parameter seperti kekerasan, kekenyalan, dan elastisitas *crumb* roti. Alat ini bekerja dengan prinsip kompresi atau penekanan terhadap sampel menggunakan *probe* tertentu, lalu menganalisis respon gaya dan waktu (Santiago, et al., 2015).

Texture Analyzer memberikan data kuantitatif yang konsisten sehingga digunakan secara luas dalam penelitian pengembangan produk pangan. Parameter kekerasan roti yang terlalu tinggi menunjukkan *crumb* yang keras, sedangkan nilai yang terlalu rendah dapat menandakan roti terlalu lembek atau tidak cukup terstruktur. Dengan alat ini, formulasi

adonan dan kondisi pemrosesan dapat dievaluasi secara akurat untuk mencapai tekstur optimal (Pratama, dkk, 2024).

Tabel 3.6 Hasil Uji Tekstur pada Roti Manis

Percobaan	Suhu Pemanggangan	Waktu Pemanggangan	Tekstur (Gram Force)
1	160°C	10 menit	5,3491
2	160°C	15 menit	5,3133
3	160°C	20 menit	3,9163
4	180°C	10 menit	5,4141
5	180°C	15 menit	5,2986
6	180°C	20 menit	5,1096
7	200°C	10 menit	5,1081
8	200°C	15 menit	5,0424
9	200°C	20 menit	3,8761

Tabel 3.7 Analisa Data SNR Tekstur

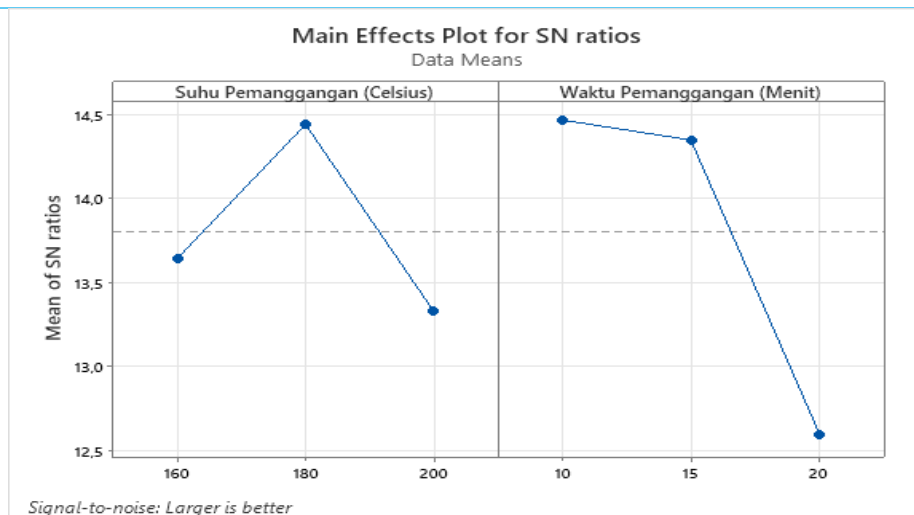
Level	Suhu Pemanggangan (Celsius)	Waktu Pemanggangan (Menit)
1	13,64	14,47
2	14,44	14,35
3	13,33	12,60
Delta	1,11	1,87
Rank	2	1

Berdasarkan tabel hasil perhitungan SNR, terlihat bahwa faktor suhu pemanggangan dan waktu pemanggangan memiliki pengaruh berbeda terhadap tekstur roti. Nilai rata-rata SNR pada suhu menunjukkan bahwa level 2 (180°C) memberikan nilai tertinggi (14,44), sedangkan level 3 (200°C) menghasilkan nilai terendah (13,33). Hal ini menunjukkan bahwa tekstur roti paling optimal diperoleh pada suhu menengah, yaitu 180°C, sedangkan suhu terlalu tinggi cenderung menurunkan kualitas tekstur karena menyebabkan roti menjadi lebih keras.

Sementara itu, pada faktor waktu pemanggangan, nilai SNR tertinggi terdapat pada level 1 (10 menit) sebesar 14,47, sedangkan nilai terendah terdapat pada level 3 (20 menit) sebesar 12,60. Perbedaan nilai *delta* waktu pemanggangan (1,87) lebih besar dibandingkan dengan delta suhu (1,11). Hal ini berarti bahwa lama waktu pemanggangan memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap tekstur roti dibandingkan dengan suhu pemanggangan.

Grafik *Main Effects Plot for SN ratios* memperlihatkan bahwa kurva suhu membentuk pola naik pada 180°C, kemudian turun tajam pada 200°C. Sedangkan pada waktu pemanggangan, grafik menunjukkan penurunan yang konsisten seiring bertambahnya waktu, di mana tekstur terbaik diperoleh pada waktu 10 menit dan terburuk pada 20 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama roti dipanggang, teksturnya semakin keras sehingga menurunkan mutu roti manis.

Dengan demikian, kombinasi perlakuan terbaik untuk menghasilkan tekstur yang baik (empuk) adalah suhu 180°C dengan waktu pemanggangan 10 menit. Kombinasi ini sesuai dengan karakteristik *Larger is Better*, karena semakin tinggi nilai SNR menandakan kualitas tekstur roti yang semakin optimal.



Gambar 3.3 Grafik Efek Plot Data SNR Variabel Respon Tekstur

3.8 Penentuan Level Optimum Kualitas Roti Manis

Langkah selanjutnya setelah melakukan analisa SNR pada setiap parameter adalah penetapan kondisi level optimal dari setiap parameter. Penentuan kondisi level optimal ini berguna untuk menentukan level manakah yang memberikan efek optimum untuk masing-masing parameter terhadap kualitas roti manis. Dari semua parameter pengamatan seperti kadar air, kadar abu, dan tekstur, hasil yang paling optimal untuk kualitas roti manis dengan menggunakan metode Taguchi, terdapat pada faktor suhu pemanggangan yakni suhu 180°C dengan waktu pemanggangan 10 menit, yang dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Hasil Data Analisa Nilai Optimum

Parameter	Faktor	
	Suhu Pemanggangan	Waktu Pemanggangan
Kadar Air	180°C	10 menit
Kadar Abu	180°C	10 menit
Tekstur	180°C	10 menit

3.9 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan, yakni disarankan agar proses pemanggangan roti manis dilakukan pada suhu 180°C selama 10 menit, karena kondisi tersebut menghasilkan kualitas terbaik dari segi kadar air, kadar abu, dan tekstur. Pihak 99 Bakery perlu melakukan standarisasi prosedur pemanggangan agar setiap *batch* roti memiliki mutu yang seragam. Selain itu, pemantauan suhu dan waktu pemanggangan secara berkala menggunakan alat digital yang terkalibrasi perlu diterapkan untuk menjaga konsistensi kualitas. Proses pelatihan operator oven juga penting dilakukan agar parameter optimal dapat diterapkan dengan benar di lapangan. Dengan penerapan kondisi optimal ini, diharapkan efisiensi produksi meningkat dan produk roti manis memiliki kualitas yang lebih stabil serta disukai konsumen.

IV. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Sampaikan rencana tahapan kegiatan berikutnya untuk mendukung penyelesaian kegiatan penelitian dan luaran yang telah dijanjikan

Rencana tahap berikutnya adalah publikasi artikel pada jurnal terakreditasi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Jadwal disusun berdasarkan pelaksanaan penelitian, harap disesuaikan berdasarkan lama tahun penelitian

Berdasarkan data penelitian di atas dapat ditarik kesimpulan, yakni hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor suhu pemanggangan dan waktu pemanggangan berpengaruh terhadap parameter pengamatan kadar air, kadar abu, dan tekstur pada roti manis. Faktor suhu pemanggangan menempati *rank* 2 dan waktu pemanggangan menempati *rank* 1 pada parameter pengamatan kadar air. Faktor suhu pemanggangan menempati *rank* 1 dan waktu pemanggangan menempati *rank* 2 pada parameter pengamatan kadar abu. Faktor suhu pemanggangan menempati *rank* 2 dan waktu pemanggangan menempati *rank* 1 pada parameter pengamatan tekstur. Dari semua parameter pengamatan seperti kadar air, kadar abu, dan tekstur, hasil yang paling optimal untuk kualitas roti manis dengan menggunakan metode Taguchi, terdapat pada faktor suhu pemanggangan yakni suhu 180°C dengan waktu pemanggangan 10 menit,

DAFTAR PUSTAKA

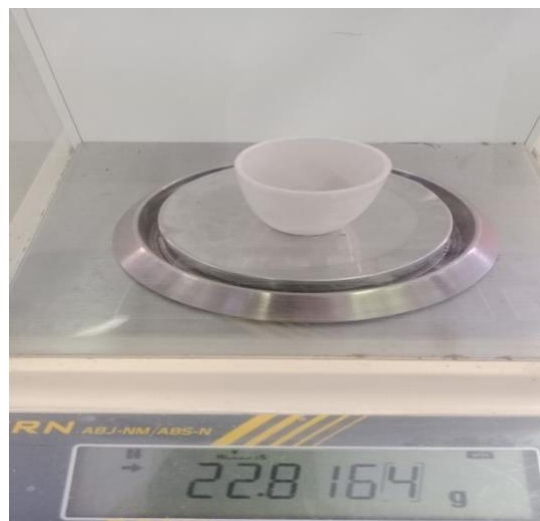
Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan (style vancouver). Hanya Pustaka yang disitasi yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka

- Aprilyanti, S. dan Suryani, F. (2020). Penerapan desain eksperimen taguchi untuk meningkatkan kualitas produksi batu bata dari sekam padi. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 15(2), pp.102-108. <https://doi.org/10.14710/jati.15.2.102-108>
- Budiarti, G. I., Sya'bani, I., dan Alfarid, M. A. (2021). Pengaruh pengeringan terhadap kadar air dan kualitas bolu dari tepung sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Jurnal Fluida*, 14(2), pp.73-79.
- Hadi, U. (2020). Kajian kualitas minyak goreng sawit dengan metode Taguchi Quality Loss Function. *Journal OE*. <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index/php/oe/article/view/529>
- Khozein, A., Mohammadi, J. & Abbasi Zarmehri, M. (2024). *Cost of quality and quality optimization in manufacturing. European Online Journal of Natural and Social Sciences*.
- Kusnandar, F., Danniswara, H., dan Sutriyono, A. (2022). Pengaruh komposisi kimia dan sifat reologi tepung terigu terhadap mutu roti manis. *Jurnal Mutu Pangan*, 9(2), pp.67-75. <https://doi.org/10.29244/jmpi.2022.9.2.67>
- Laeliocattleya, R. A. dan Wijaya, J. (2018). Pengaruh variasi komposisi grist gandum (*Triticum asetivum* L.) terhadap kadar air dan kadar abu tepung terigu. *J Ilmu Pangan Hasil Pertanian*, 2(1), pp.34-39. <https://doi.org/10.26877/jiphp.v2il.2284>
- Lolytha, A. (2017). Desain eksperimen menggunakan metode taguchi untuk meningkatkan kualitas produk genteng beton di UKM Gunung Jati Medan. *Skripsi*. Medan: Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Pratama, R., Santoso, B., & Lestari, D. (2020). Pengaruh suhu dan lama pemanggangan terhadap mutu roti manis. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 15(2), 45–53.

- Pratama, Y., Hardiyanti, F. P., dan Hintono, A. (2024). Improving sweet bread properties with Diacetyl Tartaric Acid Ester of Monoglyceride (DATEM). *Journal of Applied Food Technology*, 11(1), pp.8-13. <https://doi.org/10.17728/jaft.23112>
- Ramadhani, A. (2022). Substitusi tepung terigu dengan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) terhadap karakteristik mutu roti manis ubi jalar ungu (*Ippomea batatas* L. Poiret). *Skripsi*. Padang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang.
- Safitri dan Hakiki, D. N. (2024). Validasi dan verifikasi pengukuran kadar air gabah menggunakan Grain Moisture Tester dan Infrared Moisture Balance. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 7(1), pp.19-25.
- Santiago, D. M., Matsushita, K., Tsuboi, K., Yamada, D., Murayama, D., Kawakami, S., Shimada, K., Koaze, H., dan Yamauchi, H. (2015). Texture and structure of bread supplemented with purple sweet potato powder and treated with enzymes. *Food Science and Technology Research*, 21(4), pp.537-548. <https://doi.org/10.3136/fstr.21.537>
- Silaban, F. (2019). Optimasi penentuan level parameter proses pencetakan rotogravure menggunakan metode taguchi untuk menurunkan presentase cacat. *Technology Science and Engineering Journal*, 1(3).
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Winarno, F. G. (2008). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yusup, M. Z., Wan Mahmood, W. H., Salleh, M. R., Muhamad, M. R. & Saptari, A. (2020). Product Quality Improvement Policies in Industry 4.0: Characteristics, Enabling Factors, Barriers, and Evolution Toward Zero Defect Manufacturing. *Frontiers in Computer Science*, 2(26), 1-15. doi:10.3389/fcomp.2020.00026.

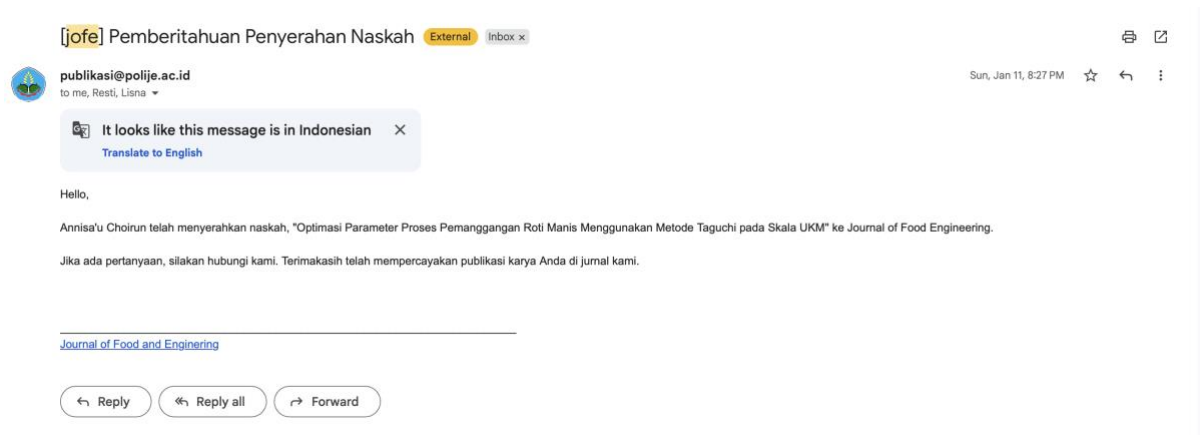
LAMPIRAN

A. Log Book Penelitian



B. Luaran Wajib Penelitian

1. Bukti Submit Jurnal



2. Bukti accepted

