

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri makanan ringan mengalami pertumbuhan yang signifikan seiring perubahan preferensi konsumen yang semakin selektif. Saat ini, terdapat tuntutan kuat dari masyarakat yang menginginkan camilan praktis dengan cita rasa enak, namun tetap memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh. Pergeseran ke arah gaya hidup sehat ini mendorong industri pengolahan makanan secara global untuk memfokuskan inovasinya pada produk-produk berbasis nutrisi (World Bank, 2023).

Di Indonesia, industri makanan dan minuman merupakan salah satu sektor penting dalam perekonomian nasional. Hal ini terlihat dari kontribusi industri makanan dan minuman terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) industri pengolahan (BPS, 2023). Namun, data PDB tersebut bersifat umum karena menggambarkan kontribusi ekonomi sektor makanan dan minuman secara keseluruhan, bukan secara khusus menunjukkan perkembangan produk pangan berbasis nutrisi atau camilan sehat. Oleh karena itu, data PDB digunakan sebagai gambaran bahwa sektor makanan dan minuman memiliki peran ekonomi yang besar, sedangkan peluang pengembangan camilan sehat dijelaskan melalui perubahan preferensi konsumen terhadap produk pangan yang praktis, bermutu, dan lebih memperhatikan aspek kesehatan.

Pergeseran preferensi konsumen ini memicu pentingnya diversifikasi pangan berbasis komoditas lokal, termasuk inovasi camilan sehat dari sektor sayuran. Okra (*Abelmoschus esculentus*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang menjanjikan karena kandungan serat, vitamin C, dan antioksidannya yang melimpah (Gemede *et al.*, 2015). Pengolahan okra menjadi produk keripik tidak hanya meningkatkan nilai tambahnya, tetapi

juga sejalan dengan tren *healthy snack* yang kian diminati. Demikian, tantangan nyata di pelaku industri dan laboratorium terletak pada upaya menjaga stabilitas mutu produk akhir secara konsisten. Karakteristik fisik dan kimia keripik okra sangat sensitif terhadap parameter proses yang diaplikasikan. Apabila pengaturan suhu dan durasi waktu pengolahan tidak akurat, produk yang dihasilkan cenderung mengalami penurunan kualitas seperti tekstur yang kurang renyah, ketidakseragaman warna akibat proses pencoklatan (*browning*), serta rendemen yang rendah sehingga sulit bersaing di pasar modern.

Kualitas keripik okra sebagai produk akhir komersial sangat ditentukan oleh karakteristik fisik-kimia dan sensoris yang menjadi variabel respon utama dalam penelitian ini, yaitu rendemen, kadar air, kadar abu, dan mutu organoleptik. Di dalam dunia perdagangan makanan ringan, karakteristik ini memiliki relevansi ekonomi yang sangat tinggi. Kadar air dan tingkat kerenyahan (mutu sensoris) merupakan indikator vital yang menentukan stabilitas, daya terima konsumen, serta umur simpan (*shelf-life*) produk di etalase toko (Bouchon, 2009). Sementara itu, persentase rendemen berbanding lurus dengan efisiensi proses produksi; rendemen yang rendah mencerminkan pemborosan bahan baku yang berdampak langsung pada membengkaknya harga pokok penjualan (HPP) dan penurunan profitabilitas bisnis. Di sisi lain, kadar abu menjadi tolok ukur penting dalam perdagangan untuk menjamin standar kemurnian dan kandungan mineral produk setelah melewati proses termal. Mengingat proses pemanasan ekstrem dapat memicu degradasi struktur sel dan nutrisi okra (Adedeji & Ngadi, 2011), maka variasi kombinasi suhu dan durasi waktu penggorengan harus dikendalikan secara presisi (Krokida *et al.*, 2000). Tanpa adanya pendekatan eksperimental yang sistematis, penentuan parameter optimal hanya akan bergantung pada metode

trial and error yang tidak efisien dan merugikan secara finansial bagi industri.

Kajian mengenai dampak perlakuan termal terhadap karakteristik produk pangan telah berkembang pesat. Kajian terdahulu membuktikan bahwa dinamika suhu dan waktu secara radikal mengubah struktur mikro tekstur (Adedeji & Ngadi, 2011), mempercepat penurunan kadar air (Krokida *et al.*, 2000), memengaruhi difusi cairan (Bouchon, 2009), serta mengubah retensi nutrisi alami pada tanaman okra (Gemedede *et al.*, 2015).

Meskipun landasan teoretis makro telah terbentuk namun masih sedikit model empiris yang secara komprehensif memetakan kombinasi optimal suhu dan waktu penggorengan vakum terhadap parameter fisik-kimia dan sensoris keripik okra secara simultan. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengusulkan perancangan eksperimen terstruktur menggunakan pendekatan multivariat. Melalui pendekatan analisis faktor dan *response optimizer*, penelitian ini memberikan kontribusi berupa rekomendasi parameter proses yang presisi untuk menghasilkan produk camilan sehat yang bermutu tinggi dan konsisten.

Keterbatasan penelitian terdahulu terlihat pada fokus yang cenderung parsial, yaitu hanya mengamati faktor proses tertentu, menggunakan objek bahan pangan yang berbeda, atau belum mempertimbangkan hubungan antarparameter mutu secara menyeluruh. Garayo dan Moreira (2002), misalnya, meneliti proses *vacuum frying* pada *potato chips* dengan fokus terbatas pada pengaruh suhu minyak dan tekanan vakum terhadap laju pengeringan serta penyerapan minyak. Objek dan parameter tersebut tentu berbeda secara signifikan dengan karakteristik fisik-kimia pada keripik okra. Selanjutnya, Da Silva dan Moreira (2008) mengkaji *vacuum frying* pada beberapa produk camilan berbasis buah dan sayur, seperti *sweet potato*,

green beans, *mango*, dan *blue potato*, tetapi penekanannya hanya pada perbandingan mutu hasil penggorengan vakum dan atmosferik. Sementara itu, Ayustaningwarno *et al.* (2020) meneliti *vacuum-fried mango* dengan meninjau pengaruh tingkat kematangan, suhu, dan waktu terhadap mutu fisik-kimia serta nutrisi produk.

Berbagai penelitian tersebut membuktikan bahwa metodologi *vacuum frying* menjadi pilihan utama dalam pengolahan produk pangan berbasis camilan sehat. Efisiensi mekanis dan termal dari *vacuum frying* terbukti jauh lebih unggul dibandingkan dengan metode penggorengan atmosferik biasa. Pada proses penggorengan biasa, tingginya suhu operasi tidak hanya mempercepat kerusakan minyak, tetapi juga menyebabkan degradasi kualitas fisik-kimia pada sayuran berlendir seperti okra. Sebaliknya, *vacuum frying* memanfaatkan tekanan negatif untuk menawarkan keseimbangan optimal antara kecepatan dehidrasi, penghematan energi, dan retensi kualitas produk yang tinggi. Namun demikian, kajian yang secara spesifik mengevaluasi interaksi kombinasi suhu dan durasi waktu penggorengan vakum terhadap matriks respon rendemen, kadar air, kadar abu, serta mutu sensoris keripik okra masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi celah tersebut menggunakan pendekatan desain eksperimen faktorial.

Luaran dari penelitian ini diharapkan mampu merumuskan model kuantitatif yang memetakan hubungan kausal antara parameter proses dan spesifikasi produk akhir. Secara teoretis, studi ini memperkaya literatur rekayasa kualitas pada bidang teknik industri dan teknologi pangan. Secara aplikatif, model optimasi yang dihasilkan dapat menjadi standarisasi bagi pelaku industri dalam mengeksplorasi parameter produksi yang paling efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh faktor suhu, durasi waktu penggorengan vakum (*vacuum frying*), serta interaksi keduanya secara signifikan terhadap karakteristik mutu fisik-kimia (rendemen, kadar air, kadar abu) dan mutu sensoris keripik okra?
2. Bagaimana hubungan struktural dan korelasi antar-variabel respon (rendemen, kadar air, kadar abu, dan uji organoleptik) dalam menentukan standarisasi mutu akhir keripik okra?
3. Berapakah kombinasi parameter suhu dan waktu penggorengan vakum optimal yang menghasilkan kualitas keripik okra terbaik berdasarkan pendekatan *Response Optimizer*?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh faktor suhu, durasi waktu penggorengan vakum (*vacuum frying*), serta interaksi di antara keduanya secara signifikan terhadap karakteristik mutu fisik-kimia (rendemen, kadar air, kadar abu) dan mutu sensoris keripik okra.
2. Menganalisis hubungan struktural dan korelasi antar-variabel respon (rendemen, kadar air, kadar abu, dan uji organoleptik) dalam menentukan standar kualitas akhir produk keripik okra.
3. Menentukan kombinasi parameter suhu dan waktu penggorengan vakum (*vacuum frying*) paling optimal yang menghasilkan kualitas keripik okra terbaik berdasarkan pendekatan *Response Optimizer*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Manfaat Akademik

Penelitian tentang ini memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu teknik industri dan teknologi pangan, khususnya dalam penerapan desain eksperimen untuk menganalisis pengaruh parameter proses terhadap kualitas produk. Hasil penelitian diharapkan memperkaya literatur mengenai pengolahan keripik okra serta menjadi referensi metodologis bagi penelitian selanjutnya dalam perancangan dan pengendalian proses produksi berbasis data.

2. Manfaat Praktis

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah memungkinkan pelaku usaha mengimplementasikan *setting* parameter produksi yang optimal dan pengembangan efisiensi alat penggorengan vakum. Data empiris yang dihasilkan dari penelitian ini dapat langsung diadopsi untuk meminimalkan metode *trial and error* saat menyetel mesin produksi. Dengan mengendalikan parameter suhu dan durasi waktu secara ketat berdasarkan rekomendasi model statistik, industri dapat meningkatkan efisiensi proses (rendemen tinggi), menghemat biaya operasional, serta menetapkan standar proses produksi yang baku demi menjaga kualitas produk keripik okra.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bahan baku yang digunakan dibatasi pada tanaman okra segar, dengan metode pengolahan menggunakan *vacuum frying* pada variasi parameter variabel bebas berupa suhu dan durasi waktu penggorengan.
2. Mesin *vacuum frying* yang digunakan adalah alat skala laboratorium/UMKM dengan spesifikasi dan kapasitas tertentu, serta tidak membahas perancangan atau modifikasi mekanis alat, melainkan hanya memfokuskan pada *setting* parameter operasionalnya.
3. Variabel respon diukur berdasarkan karakteristik fisik-kimia (rendemen, kadar air, kadar abu) dan uji organoleptik menggunakan panelis pada atribut rasa, warna, serta tekstur. Penelitian ini tidak menguji umur simpan (*shelf-life*), analisis mikrobiologi, maupun kandungan gizi lengkap.
4. Analisis ekonomi dibatasi pada perhitungan biaya produksi yang berkaitan langsung dengan efisiensi penggunaan bahan baku dan proses penggorengan, serta tidak mencakup analisis kelayakan investasi menyeluruh seperti *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Return* (IRR), *Break-Even Point* (BEP), maupun studi pasar.
5. Optimasi proses difokuskan pada penentuan kombinasi perlakuan terbaik berdasarkan pemodelan statistik parametrik multivariat dari data respon yang diperoleh.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan adalah langkah-langkah penulisan yang digunakan dalam penelitian yang tujuannya untuk mempermudah dan

memperjelas dalam bagian penelitian ini terdapat 5 bab. Masing-masing akan dijelaskan sebagai berikut.

BAB I Pendahuluan

Bab ini memuat latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Bab ini berfungsi sebagai landasan awal yang menjelaskan urgensi penelitian, permasalahan yang dikaji, serta arah penelitian secara keseluruhan.

BAB II Landasan Teori

Bab ini berisi teori-teori yang relevan dengan penelitian, meliputi okra, proses pengolahan keripik, vacuum frying, parameter proses penggorengan, karakteristik mutu produk, rendemen, kadar air, kadar abu, uji organoleptik, desain eksperimen, serta penelitian terdahulu yang mendukung. Bab ini menjadi dasar teoritis dalam penyusunan metode dan analisis penelitian.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi langkah penelitian, jenis dan pendekatan penelitian, objek penelitian, sumber data, variabel penelitian, dasar penentuan parameter dan level perlakuan, desain eksperimen, alat dan bahan, prosedur eksperimen, teknik pengumpulan data, serta teknik analisis data. Bab ini disusun agar proses penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah..

BAB IV Pengumpulan dan Pengolahan Data

Bab ini menyajikan data hasil eksperimen dan output pengolahan data menggunakan Minitab. Data yang ditampilkan meliputi rendemen, kadar air, kadar abu, dan uji organoleptik. Pada bab ini juga disajikan hasil ANOVA/GLM, *General factorial regression*, Factor Analysis, MANOVA, dan Response Optimizer. Penjelasan pada bab ini difokuskan pada cara membaca output, nilai utama yang diperoleh, serta keputusan statistik.

BAB V Analisis Data

Bab ini berisi analisis dan pembahasan terhadap hasil pengolahan data yang telah disajikan pada BAB IV. Pembahasan dilakukan untuk menjelaskan pengaruh suhu dan waktu penggorengan terhadap kualitas keripik okra, pengaruh interaksi suhu dan waktu, penentuan kondisi perlakuan terbaik, serta hubungan antar variabel respon. Grafik hasil pengolahan data seperti Pareto Chart, Interaction Plot, Scree Plot, Response Optimizer Plot, dan Residual Plot juga dibahas pada bab ini.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini berisi kesimpulan yang disusun berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan dibuat untuk menjawab tujuan penelitian. Selain itu, bab ini juga memuat saran yang ditujukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya maupun penerapan praktis dalam proses produksi keripik okra.