

**PENGARUH JENIS MINYAK TERHADAP DEGRADASI MUTU
MINYAK PADA PENGGORENGAN AYAM FASE KETIGA
BERDASARKAN PARAMETER KIMIA, WARNA, DAN
*FOURIER TRANSFORM INFRARED***

SKRIPSI

Oleh

DANISH ARA FAADHILLAH



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

PENGARUH JENIS MINYAK TERHADAP DEGRADASI MUTU MINYAK
PADA PENGGORENGAN AYAM FASE KETIGA BERDASARKAN
PARAMETER KIMIA, WARNA, DAN
FOURIER TRANSFORM INFRARED

Oleh

DANISH ARA FAADHILLAH
NIM : 23020122140193

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknologi Pangan pada Program Studi S-1 Teknologi Pangan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danish Ara Faadhillah
 NIM : 23020122140193
 Program Studi : S-1 Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **PENGARUH JENIS MINYAK TERHADAP DEGRADASI MUTU MINYAK PADA PENGGORENGAN AYAM FASE KETIGA BERDASARKAN PARAMETER KIMIA, WARNA, DAN *FOURIER TRANSFORM INFRARED*** dan penelitian yang terkait dengan skripsi ini merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu: **Dr. Heni Rizqiati, S.Pt., M.Si** dan **Dr. Laila Rahmawati, S.TP.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, Juni 2026

Penulis,



Danish Ara Faadhillah

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Heni Rizqiati, S.Pt., M.Si

Dr. Laila Rahmawati, S.TP

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PENGARUH JENIS MINYAK TERHADAP
DEGRADASI MUTU MINYAK PADA
PENGGORENGAN AYAM FASE KETIGA
BERDASARKAN PARAMETER KIMIA,
WARNA, DAN *FOURIER TRANSFORM
INFRARED*

Nama Mahasiswa : DANISH ARA FAADHILLAH

NIM : 23020122140193

Program Studi/Departemen : S-1 TEKNOLOGI PANGAN/PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal ..2.3..JUN 2026

Pembimbing Utama

Dr. Heni Rizqiati, S.Pt., M.Si.

Pembimbing Anggota

Dr. Laila Rahmawati, S.TP.

Ketua Program Studi

Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program

Swastika Dewi, S.TP., M.Sc.



Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D.

Ketua Departemen

Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

RINGKASAN

DANISH ARA FAADHILLAH. 23020122140193. 2026. Pengaruh Jenis Minyak terhadap Degradasi Mutu Minyak pada Penggorengan Ayam Fase Ketiga berdasarkan Parameter Kimia, Warna, dan *Fourier Transform Infrared*. (Pembimbing: **HENI RIZQIATI** dan **LAILA RAHMAWATI**).

Minyak goreng merupakan bahan penting dalam proses pengolahan pangan, terutama penggorengan. Penggunaan minyak secara berulang dapat menurunkan kualitas minyak melalui peningkatan kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan perubahan warna akibat reaksi oksidasi, hidrolisis, serta polimerisasi. Selain itu, adulterasi minyak, seperti pencampuran minyak sawit dengan minyak babi, juga menjadi perhatian karena dapat memengaruhi kualitas, keamanan, dan kehalalan produk pangan.

Penelitian ini dilaksanakan pada Agustus 2025–Januari 2026 di Laboratorium Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Yogyakarta dan Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis minyak bekas penggorengan ayam fase ketiga terhadap kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, dan karakteristik gugus fungsi minyak dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan jenis minyak, yaitu P0 (100% minyak sawit), P1 (80% minyak sawit : 20% minyak babi), P2 (60% minyak sawit : 40% minyak babi), P3 (40% minyak sawit : 60% minyak babi), P4 (20% minyak sawit : 80% minyak babi), P5 (100% minyak babi) masing-masing dilakukan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Data kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan warna dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf keyakinan 95% ($\alpha = 0,05$), sedangkan data FTIR dianalisis menggunakan perangkat lunak OriginPro 2018.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak bekas penggorengan ayam fase ketiga mengalami penurunan kualitas, ditandai dengan peningkatan kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, perubahan warna, serta perubahan komposisi kimia berdasarkan FTIR. Kadar asam lemak bebas seluruh perlakuan telah melebihi batas SNI 7709:2019, yaitu 0,3%, dengan nilai tertinggi pada campuran 20% minyak sawit dan 80% minyak babi sebesar 0,96% dan nilai terendah pada campuran 80% minyak sawit dan 20% minyak babi sebesar 0,69%. Bilangan peroksida tertinggi terdapat pada 100% minyak babi sebesar 13,17 mEq O₂/kg sehingga melebihi batas SNI sebesar 10 mEq O₂/kg, sedangkan nilai terendah terdapat pada campuran 80% minyak sawit dan 20% minyak babi sebesar 4,05 mEq O₂/kg.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan hikmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Jenis Minyak terhadap Degradasi Mutu Minyak pada Penggorengan Ayam Fase Ketiga berdasarkan Parameter Kimia, Warna, dan *Fourier Transform Infrared*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi S-1 Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Penulis menyadari bahwa proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, motivasi, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada nama-nama berikut:

1. Kedua orang tua dan kedua adik perempuan penulis yang selalu menjadi sumber doa, semangat, dukungan, dan motivasi dalam setiap langkah penulis. Terima kasih atas kasih sayang, kesabaran, pengorbanan, serta dukungan yang diberikan sehingga penulis dapat menempuh pendidikan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah mengizinkan penulis untuk mengikuti seluruh kegiatan perkuliahan, penelitian hingga penulisan skripsi guna memperoleh gelar Sarjana.
3. Dr. Heni Rizqiati, S.Pt., M.Si. selaku Wakil Dekan I Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro sekaligus dosen pembimbing utama, atas segala saran, masukan, serta arahan yang diberikan sejak awal hingga terselesaikannya

penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknologi Pangan, sekaligus Ketua Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi.
5. Ibu drh. Siti Susanti, Ph.D. dan Bapak Setya Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku koordinator laboratorium Kimia dan Gizi Pangan dan Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian.
6. Bapak Dr. Rafli Zulfa Kamil, S.T.P. selaku Dosen Wali penulis yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan arahan dalam merencanakan kegiatan perkuliahan hingga penyelesaian masa studi.
7. Ibu Dr. Bhakti Etza Setiani, S.Pt., M.Sc dan Ibu Yasmin Aulia Rachma, S.TP., M.Sc selaku dosen penguji, serta Ibu Swastika Dewi, S.TP., M.Sc. selaku Panitia Ujian Akhir Program (PUAP), yang telah meluangkan waktu, memberikan kritik, saran, serta arahan yang membangun kepada penulis selama proses penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
8. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro atas ilmu, pengalaman, dan bantuan yang diberikan selama masa perkuliahan.
9. Bapak Satriyo Krido Wahono, S.T., Ph.D. selaku Kepala Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Playen, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

10. Ibu Dr. Laila Rahmawati, S.TP. selaku dosen pembimbing anggota atas bimbingan, arahan, dan bantuan yang diberikan selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.
11. Bapak Andi Febrisiantosa, S.Pt., M.Si., Ph.D. selaku Ketua Kelompok Riset Autentikasi dan Substitusi Bahan Pangan Halal yang telah menerima penulis, memberikan pengalaman Magang Riset di Kelompok Riset Autentikasi dan Substitusi Bahan Pangan Halal serta memberikan arahan, masukan, dan motivasi kepada penulis terkait keberjalanan magang riset, penelitian hingga skripsi.
12. Seluruh peneliti BRIN pada Kelompok Riset Autentikasi dan Substitusi Bahan Pangan Halal, dan Kelompok Riset Teknologi Rekayasa Proses Produk Hewani, yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menggali pengalaman melalui skema Magang Riset, meningkatkan keterampilan teknis laboratorium, serta memfasilitasi penggunaan alat dan bahan selama kegiatan Magang Riset dan Penelitian.
13. Seluruh Bapak/Ibu Pengelola Laboratorium Kawasan Sains Terpadu (KST) Umar Anggara Jenie, atas segala bantuan, bimbingan, serta fasilitas teknis yang diberikan selama proses penelitian berlangsung.
14. Yayasan Karya Salemba Empat yang telah memberikan dukungan dan kesempatan kepada penulis untuk menjadi bagian keluarga *awardee* Beasiswa Karya Salemba Empat Universitas Diponegoro.
15. Mas dan Mbak *Research Assistant*, dan Teman-teman skema Magang Riset dan Tugas Akhir Badan Riset Inovasi Nasional Kawasan Sains Terpadu (KST) Umar Anggara Jenie yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas

kebersamaan, bantuan, dukungan, dan motivasi selama menjalani proses magang dan penelitian berlangsung.

16. Teman-teman Staf Ahli Bidang Sosial Masyarakat 2024 Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Peternakan dan Pertanian atas motivasi dan dukungan selama penulis menjalani perkuliahan.
17. Teman-teman pengurus Paguyuban Karya Salemba Empat Universitas Diponegoro, khususnya Departemen *Social dan Entrepreneur* periode 2024/2025, Departemen HRD dan Minat Bakat periode 2025/2026, serta pengurus Askara Cakrawala dan Pradipta Karya, atas kebersamaan, dukungan, dan berbagai dinamika organisasi yang telah menjadi sarana pembelajaran serta memberikan dukungan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
18. Seluruh teman-teman Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro angkatan 2022, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas dukungan serta menjadi tempat bagi penulis untuk berkembang dan tetap berproses di luar penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang terdapat dalam penulisan skripsi ini dan berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta pihak-pihak yang membutuhkan.

Semarang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR ILUSTRASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Minyak Goreng.....	4
2.2 Minyak Kelapa Sawit	6
2.3 Minyak Babi	8
2.4 Adulterasi.....	10
2.5 <i>Deep Frying</i>	12
2.6 Parameter Pengujian	14
BAB III MATERI DAN METODE	19
3.1 Materi	19
3.2 Metode.....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Asam Lemak Bebas	31
4.2 Bilangan Peroksida.....	36
4.3 Warna	38
4.4 <i>Fourier Transform Infrared</i>	43

BAB V SIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Simpulan.....	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	59
RIWAYAT HIDUP	80

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Syarat Mutu Minyak Goreng	6
2. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit	7
3. Komposisi Asam Lemak Minyak Babi	9
4. Desain Percobaan Perbandingan Jenis Minyak pada Penggorengan Ayam Fase Ketiga	21
5. Hasil Uji Asam Lemak Bebas	31
6. Hasil Uji Bilangan Peroksida	36
7. Data Hasil Intensitas Warna Minyak Goreng	39
8. Gugus Fungsi Umum FTIR pada Minyak Sawit dan Minyak Babi Penggorengan Berulang	44

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Sampel Minyak Sawit dan Minyak Babi Sebelum Perlakuan	23
2. Spektrum FTIR Penggorengan 3x Sampel Minyak	43

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Data Hasil Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Goreng	57
2.	Data Hasil Bilangan Peroksida Minyak Goreng	58
3.	Data Hasil Intensitas Warna Minyak Goreng	59
4.	Data Hasil <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> Minyak Goreng	60
5.	Perhitungan Kadar Asam Lemak Bebas	61
6.	Perhitungan Bilangan Peroksida	64
7.	Perhitungan <i>Hue Angle</i>	67
8.	<i>Output</i> SPSS Uji <i>One-Way</i> ANOVA dan Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Goreng	72
9.	<i>Output</i> SPSS Uji <i>One-Way</i> ANOVA dan Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Bilangan Peroksida Minyak Goreng	73
10.	<i>Output</i> SPSS Uji <i>One-Way</i> ANOVA dan Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Intensitas Warna Minyak Goreng	74
11.	Dokumentasi Penelitian	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan minyak goreng secara berulang pada suhu tinggi dapat menyebabkan penurunan kualitas minyak akibat reaksi oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi selama proses pemanasan. Reaksi tersebut ditandai dengan peningkatan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan perubahan warna yang menunjukkan terjadinya degradasi minyak (Mahiran *et al.*, 2023). Selain itu, pemanasan berulang juga dapat menghasilkan senyawa oksidasi yang berpotensi memengaruhi mutu dan keamanan produk pangan (Taufik dan Atma, 2021).

Selain mengalami degradasi akibat pemanasan berulang, minyak goreng juga rentan terhadap adulterasi, yaitu pencampuran bahan pangan dengan komponen lain yang tidak semestinya. Salah satu bentuk adulterasi yang menjadi perhatian adalah pencampuran minyak sawit dengan minyak babi. Perbedaan komposisi asam lemak antara kedua minyak tersebut dapat memengaruhi stabilitas oksidatif selama proses pemanasan sehingga berpotensi menyebabkan perubahan karakteristik kimia dan mutu minyak (Bahara *et al.*, 2024). Selain berdampak pada kualitas minyak, keberadaan minyak babi dalam produk pangan juga menjadi perhatian karena berkaitan dengan aspek keamanan dan kehalalan pangan, khususnya bagi konsumen Muslim (Megawati *et al.*, 2020).

Dalam konteks keamanan pangan, keberadaan minyak babi dalam produk pangan menjadi perhatian karena berkaitan dengan aspek kehalalan dan

kepercayaan konsumen. Selain itu, kontaminasi silang maupun adulterasi dapat menyebabkan masuknya komponen yang tidak sesuai dengan spesifikasi produk sehingga diperlukan upaya pengawasan yang memadai (Adenan *et al.*, 2025). Risiko tersebut dapat terjadi selama proses produksi meskipun telah diterapkan sistem pengendalian mutu dan jaminan halal (Mavani *et al.*, 2025). Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang mampu mendeteksi keberadaan komponen non-halal sekaligus mengevaluasi perubahan kualitas minyak akibat proses pengolahan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Amanda *et al.* (2026) menunjukkan bahwa penggorengan berulang dapat mempercepat degradasi minyak yang ditandai dengan peningkatan asam lemak bebas dan bilangan peroksida sebagai indikator penurunan mutu minyak. Selain itu, Megawati *et al.* (2020) menunjukkan bahwa *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) mampu mengidentifikasi perbedaan komposisi asam lemak antara lemak ikan tuna dan minyak babi berdasarkan karakteristik spektrum inframerah yang dihasilkan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Ghazali dan Azira (2021) berhasil membedakan minyak sawit murni dan minyak sawit yang teradulterasi minyak babi menggunakan *Raman Spectroscopy*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode spektroskopi berpotensi digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik kimia minyak dan mendeteksi adulterasi. Meskipun demikian, penelitian yang mengkaji pengaruh penggorengan berulang dan adulterasi minyak secara simultan masih terbatas, khususnya pada minyak sawit, minyak babi, dan campuran keduanya hingga fase ketiga penggorengan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi perubahan kualitas minyak akibat penggorengan

berulang menggunakan parameter kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, serta analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Dalam penelitian ini, FTIR digunakan untuk mengidentifikasi perubahan karakteristik kimia dan gugus fungsi minyak yang terjadi akibat proses penggorengan berulang maupun adulterasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis perubahan mutu dan karakteristik kimia minyak sawit, minyak babi, serta campuran minyak sawit dan minyak babi setelah digunakan hingga fase ketiga penggorengan melalui pengujian kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, dan FTIR, yang masih jarang dilaporkan pada penelitian sebelumnya.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jenis minyak pada penggorengan ayam fase ketiga terhadap perubahan kualitas minyak yang meliputi kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, karakteristik warna, serta profil gugus fungsi berdasarkan analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai perubahan mutu minyak akibat proses penggorengan berulang, serta menjadi dasar dalam pengawasan kualitas, keamanan, dan autentikasi pangan, khususnya terkait potensi adulterasi minyak sawit dengan minyak babi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Minyak Goreng

Minyak goreng merupakan bahan pangan yang banyak digunakan dalam proses pengolahan pangan, terutama sebagai media penghantar panas pada proses penggorengan. Minyak goreng tersusun terutama atas trigliserida, yaitu senyawa yang terdiri atas gliserol dan tiga rantai asam lemak. Selain berfungsi sebagai media penggorengan, minyak juga berperan sebagai sumber energi dan penyedia asam lemak esensial bagi tubuh (Sihombing dan Ritonga, 2021). Karakteristik kimia minyak, terutama komposisi asam lemaknya, berperan penting dalam menentukan kestabilan minyak selama pemanasan serta memengaruhi kualitas produk pangan yang dihasilkan (Cherif dan Slama, 2022).

Oksidasi lipid merupakan salah satu mekanisme utama degradasi minyak selama proses penggorengan pada suhu tinggi. Reaksi ini terjadi akibat interaksi antara asam lemak tidak jenuh dengan oksigen yang menghasilkan radikal bebas serta produk oksidasi primer dan sekunder. Selama proses penggorengan, pembentukan radikal bebas dapat memicu reaksi berantai yang menghasilkan berbagai senyawa oksidasi dan berkontribusi terhadap penurunan kualitas minyak goreng (Bazina *et al.*, 2025). Pembentukan senyawa oksidasi tersebut juga dapat menyebabkan perubahan warna, aroma, dan cita rasa minyak sehingga menurunkan mutu produk pangan yang dihasilkan (Asokapandian *et al.*, 2019).

Dalam proses penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai media penghantar panas yang efisien sehingga dapat mempercepat perpindahan panas ke bahan pangan. Suhu tinggi pada minyak menyebabkan penguapan air dari bahan pangan dan membentuk tekstur renyah pada permukaan produk goreng (Kishimoto dan Takano, 2021). Selama proses penggorengan, sebagian air yang menguap dari bahan pangan akan digantikan oleh minyak sehingga memengaruhi tekstur, cita rasa, dan karakteristik sensori produk akhir. Selain memengaruhi kualitas produk pangan, suhu tinggi selama proses penggorengan juga dapat mempercepat degradasi minyak akibat kontak terus-menerus dengan oksigen, uap air, dan residu bahan pangan (Bazina *et al.*, 2025)

Minyak goreng juga berperan dalam pembentukan warna, rasa, dan aroma pada produk gorengan. Asokapandian *et al.* (2019) menyatakan bahwa reaksi pencoklatan non-enzimatis, seperti reaksi Maillard dan karamelisasi, dapat terjadi akibat suhu tinggi selama proses penggorengan. Reaksi tersebut menghasilkan warna cokelat keemasan serta membentuk aroma dan cita rasa khas pada produk goreng. Penggunaan minyak goreng secara berulang pada suhu tinggi dapat meningkatkan pembentukan senyawa oksidatif dan menurunkan mutu sensori minyak maupun produk gorengan (Yadav *et al.*, 2023).

Kualitas minyak goreng di Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7709:2019 yang mencakup parameter fisik dan kimia minyak goreng. Beberapa parameter mutu yang digunakan antara lain kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, kadar air, warna, serta cemaran logam berat.

Tabel 1. Syarat Mutu Minyak Goreng

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Warna		Kuning sampai jingga
3	Kadar dan bahan menguap	Fraksi massa, %	maks. 0,1
4	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam palmitat)	Fraksi massa, %	maks. 0,3
5	Bilangan peroksida	mEq O ₂ /kg	maks. 10
6	Vitamin A (total)	IU/g	min. 45
7	Minyak pelikan	-	Negatif
8	Cemaran logam berat		
8.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,10
8.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,10
8.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40/250
8.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
9	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,10

Sumber: Standar Nasional Indonesia 7709: 2019

Parameter kadar asam lemak bebas digunakan sebagai indikator kerusakan minyak akibat reaksi hidrolisis trigliserida selama proses pemanasan. Sementara itu, bilangan peroksida menunjukkan tingkat oksidasi primer minyak yang terjadi akibat pembentukan senyawa hidroperoksida selama penggorengan. Peningkatan kedua parameter tersebut menunjukkan penurunan kualitas minyak goreng akibat penggunaan berulang pada suhu tinggi.

2.2 Minyak Kelapa Sawit

Minyak kelapa sawit merupakan minyak nabati yang diperoleh dari daging buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dan banyak digunakan dalam industri pangan maupun nonpangan. Hal ini sesuai dengan Pendapat Purnama *et al.* (2020)

menyatakan bahwa Minyak ini dikenal memiliki produktivitas tinggi serta kestabilan termal yang baik sehingga sering digunakan sebagai minyak goreng pada proses pengolahan pangan suhu tinggi. Karakteristik tersebut dipengaruhi oleh komposisi asam lemak penyusunnya yang didominasi oleh asam palmitat dan asam oleat (Mohamed *et al.*, 2022). Komposisi asam lemak minyak kelapa sawit secara lebih rinci disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit

Jenis Komponen	% Total
Asam laurat	0,23
Asam miristat	1,09
Asam palmitat	44,02
Asam palmitoleat	0,12
Asam stearat	4,54
Asam oleat	39,15
Asam linoleat	10,12
Asam linolenat	0,37
Asam arakhidat	0,38

Sumber: Ulfah (2021)

Minyak kelapa sawit mengandung asam palmitat sebesar 44,02%, asam oleat sebesar 39,15%, serta asam linoleat sebesar 10,12% (Ulfah, 2021). Dominasi asam lemak jenuh dan *monounsaturated fatty acids* (MUFA) tersebut menyebabkan minyak kelapa sawit memiliki kestabilan oksidatif yang relatif lebih baik dibandingkan minyak yang kaya akan *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) (Li *et al.*, 2018). Kestabilan oksidatif minyak sangat dipengaruhi oleh komposisi asam lemak dan tingkat ketidakjenuhan rantai karbon yang dimiliki. Minyak dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi cenderung lebih rentan mengalami oksidasi karena ikatan rangkap pada asam lemak merupakan lokasi utama terjadinya reaksi oksidatif {Formatting Citation}. Selain itu, minyak kelapa sawit

memiliki titik asap yang relatif tinggi sehingga sesuai untuk digunakan pada proses penggorengan suhu tinggi tanpa mengalami degradasi awal yang signifikan (Maszewska *et al.*, 2018).

Meskipun memiliki kestabilan termal yang baik, penggunaan minyak kelapa sawit secara berulang tetap dapat menyebabkan penurunan kualitas minyak akibat reaksi oksidasi dan hidrolisis selama proses pemanasan. Pemanasan berulang dapat meningkatkan pembentukan asam lemak bebas, senyawa oksidatif, serta perubahan warna minyak yang menjadi indikator degradasi minyak goreng (Ceylan dan Basturk, 2022). Selain itu, akumulasi produk oksidasi selama penggorengan berulang dapat menurunkan mutu minyak melalui peningkatan bilangan peroksida serta perubahan aroma dan rasa yang mengarah pada ketengikan (Astuti *et al.*, 2019). Oleh karena itu, karakteristik kimia dan kestabilan minyak kelapa sawit selama proses penggorengan menjadi faktor penting dalam evaluasi kualitas minyak goreng.

2.3 Minyak Babi

Minyak babi merupakan lemak hewani yang diperoleh melalui proses pemanasan jaringan adiposa babi, terutama dari jaringan subkutan dan lemak visceral. Minyak ini banyak digunakan dalam industri pangan karena memiliki karakteristik sensori yang khas serta mampu memberikan tekstur dan cita rasa yang baik pada produk pangan. Menurut Marikkar *et al.* (2022) minyak babi diperoleh melalui metode *wet rendering* dan *dry rendering* serta telah digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi kuliner maupun produk pangan komersial. Komposisi asam

lemak merupakan salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik fisik dan kimia minyak babi (Zhang *et al.*, 2023). Minyak babi mengandung berbagai jenis asam lemak jenuh maupun tidak jenuh dengan proporsi yang berbeda-beda. Kandungan asam lemak pada minyak babi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Asam Lemak Minyak Babi

Jenis Komponen	% Lemak Babi
Asam butirat	1,83
Asam miristat	0,86
Asam pentadekanoat	-
Asam cis 10-pentadekenoat	-
Asam palmitat	19,63
Asam palmitoleate	1,31
Asam heptadekanoat	0,39
Asam cis 10-heptadekenoat	-
Asam stearat	11,42
Asam elaidat	-
Asam oleat	35,99
Asam linolelaidat	-
Asam linoleat	25,31
Asam cis-11-eikosenoat	0,64
Asam linolenat	0,83

Sumber: Prabawati dan Fajriati (2018)

Berdasarkan komposisi tersebut, minyak babi didominasi oleh asam oleat, asam linoleat, asam palmitat, dan asam stearat. Komponen tersebut dapat digunakan sebagai penciri awal komposisi minyak babi, terutama tingginya asam oleat dan asam linoleat. Namun, asam oleat dan asam palmitat tidak dapat digunakan sebagai *marker* tunggal yang spesifik karena keduanya juga banyak ditemukan pada minyak nabati, termasuk minyak sawit. Perbedaan yang lebih menonjol antara minyak babi dan minyak sawit terletak pada proporsi asam linoleat dan asam stearat yang relatif lebih tinggi pada minyak babi, sedangkan minyak sawit lebih dicirikan oleh kandungan asam palmitat yang tinggi. Oleh karena itu, komposisi asam lemak dapat

digunakan sebagai indikator awal identifikasi minyak babi, tetapi identifikasi yang lebih spesifik perlu diperkuat dengan profil triasilgliserol atau distribusi posisi asam lemak pada TAG. Pećina *et al.* (2018) menyatakan bahwa asam oleat berperan dalam menurunkan titik leleh minyak sehingga minyak babi memiliki sifat lebih plastis dan berbentuk semi-padat pada suhu ruang. Karakteristik semi-padat tersebut dipengaruhi oleh kombinasi berbagai jenis asam lemak dengan titik leleh yang berbeda, seperti asam palmitat, stearat, oleat, dan linoleate (Yang *et al.*, 2023)

Kandungan *monounsaturated fatty acids* (MUFA) dan *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) pada minyak babi memengaruhi kestabilan oksidatif minyak selama proses pemanasan. Menurut Liu *et al.* 2018, Minyak dengan kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi cenderung lebih mudah mengalami degradasi oksidatif selama proses pemanasan karena ketidakstabilan ikatan rangkap pada rantai asam lemak. Pemanasan pada suhu tinggi dapat memicu oksidasi asam lemak tidak jenuh dan menghasilkan berbagai *lipid oxidation products* (LOPs) seperti malondialdehida (MDA), aldehid, dan senyawa oksidatif lainnya yang berpotensi menurunkan mutu minyak goreng (Zhuang *et al.*, 2022).

2.4 Adulterasi

Adulterasi merupakan isu penting dalam keamanan dan keaslian pangan karena dapat menurunkan mutu fisikokimia, nilai gizi, serta berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen. Praktik ini umumnya didorong oleh motif ekonomi, yaitu melalui penambahan, pencampuran, atau penggantian sebagian bahan pangan dengan bahan lain yang lebih murah, baik secara sengaja

maupun tidak sengaja, termasuk praktik *mislabeling* dan penghilangan komponen penting dalam produk pangan (Anagaw *et al.*, 2024). Pada minyak dan lemak, adulterasi sering kali sulit dideteksi secara visual karena bahan adulteran dapat bercampur secara homogen tanpa menimbulkan perubahan warna, aroma, atau penampakan yang jelas. Salah satu bentuk adulterasi yang banyak menjadi perhatian adalah pencampuran minyak sawit dengan lemak babi (*lard*), karena lemak babi memiliki karakteristik fisik yang relatif mirip dengan minyak sawit dan secara ekonomi dapat digunakan sebagai bahan pencampur yang lebih murah. Meskipun demikian, lemak babi memiliki perbedaan komposisi asam lemak dan triasilgliserol dibandingkan minyak sawit, sehingga penambahannya dapat mengubah profil lipid, terutama melalui peningkatan kadar asam oleat dan linoleat, yang selanjutnya dapat memengaruhi sifat fisik minyak seperti viskositas, titik leleh, dan stabilitas oksidatif. Selain itu, perubahan komposisi lipid akibat adulterasi juga dapat memengaruhi parameter kimia, seperti bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas, yang mencerminkan terjadinya penurunan kualitas minyak (Tan *et al.*, 2022).

Isu ini menjadi semakin penting dalam konteks produk pangan halal karena keberadaan lemak babi dalam minyak nabati berkaitan langsung dengan aspek kehalalan dan perlindungan konsumen. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang sensitif, akurat, dan mampu membedakan karakteristik lipid masing-masing minyak. Perbedaan komposisi lipid dan gugus fungsi pada minyak sawit dan lemak babi dapat menghasilkan pola spektrum inframerah yang berbeda, sehingga metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dapat digunakan sebagai

pendekatan analitik untuk mengidentifikasi adulterasi lemak babi dalam minyak nabati (Mortas *et al.*, 2022). Kombinasi FTIR dengan analisis kemometrik juga dapat meningkatkan akurasi klasifikasi karena data spektrum yang kompleks dapat diolah untuk membedakan minyak murni dan minyak yang telah mengalami pencampuran (Rahayu *et al.*, 2024).

2.5 Deep Frying

Deep frying merupakan teknik memasak yang melibatkan penggorengan bahan pangan menggunakan minyak dalam jumlah banyak, sehingga seluruh bagian bahan terendam dalam minyak panas pada suhu sekitar 170°C hingga 190°C. Menurut Riyani *et al.* (2025), *deep frying* dilakukan dengan merendam seluruh bagian bahan pangan dalam minyak panas untuk menghasilkan produk dengan tekstur renyah pada bagian luar dan tetap lembut pada bagian dalam dalam waktu yang relatif singkat. Selama proses ini, perpindahan panas terjadi melalui mekanisme konveksi dari minyak panas ke permukaan bahan pangan, kemudian dilanjutkan dengan konduksi panas menuju bagian dalam bahan. Proses perpindahan panas tersebut memungkinkan makanan matang secara lebih merata, sementara suhu tinggi menyebabkan penguapan air dari bahan pangan sehingga terbentuk tekstur garing, warna keemasan, dan karakteristik sensori khas pada produk goreng (Zainuri *et al.*, 2022). Selain itu, penggunaan suhu tinggi pada proses *deep frying* menyebabkan penguapan air dari bahan pangan, pembentukan tekstur garing, warna keemasan, serta karakteristik sensori khas pada produk goreng (Asokapandian *et al.*, 2019).

Metode *deep frying* umum digunakan untuk mengolah berbagai bahan pangan, terutama bahan pangan berpati dan berprotein. Bahan pangan berpati yang sering diolah dengan metode ini antara lain kentang, singkong, ubi, dan produk olahan berbasis tepung, sedangkan bahan pangan berprotein meliputi ayam, ikan, *seafood*, tahu, tempe, dan nugget. Pada penelitian ini, bahan pangan yang digunakan adalah dada ayam fillet. Menurut Bi *et al.* 2021, Bagian dada dipilih karena merupakan salah satu bagian ayam yang umum dikonsumsi oleh masyarakat, mudah diperoleh, serta memiliki bentuk dan ukuran yang relatif mudah diseragamkan. Penyeragaman bagian dan ukuran bahan pangan penting dilakukan karena dapat memengaruhi luas permukaan kontak dengan minyak, laju perpindahan panas, penguapan air, serta jumlah komponen bahan pangan yang berpindah ke dalam minyak selama proses penggorengan (Safari *et al.*, 2024)

Selama proses *deep frying*, minyak goreng mengalami berbagai perubahan fisik dan kimia akibat paparan suhu tinggi, kontak dengan oksigen, serta uap air yang berasal dari bahan pangan. Kondisi pemanasan berulang atau pemanasan pada suhu tinggi dapat memicu reaksi oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi yang menyebabkan degradasi minyak goreng. Menurut Multari *et al.* (2019), oksidasi termal selama penggorengan dapat menghasilkan produk oksidasi primer seperti peroksida dan hidroperoksida, yang selanjutnya terdegradasi menjadi senyawa oksidasi sekunder seperti aldehid, keton, alkohol, asam, dan furan. Perubahan tersebut berkontribusi terhadap penurunan kualitas minyak goreng, baik dari aspek kimia maupun sensori. Selain itu, penggunaan minyak pada suhu tinggi juga dapat memengaruhi stabilitas minyak dan mempercepat pembentukan senyawa hasil

degradasi, terutama apabila minyak digunakan secara berulang dalam proses penggorengan (Nagy *et al.*, 2024).

2.6 Parameter Pengujian

Parameter yang diuji dalam penelitian ini terdiri atas asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy–Attenuated Total Reflectance* (ATR-FTIR). Parameter penelitian secara lebih rinci akan dijelaskan sebagai berikut.

2.6.1 Kadar Asam Lemak Bebas

Kadar asam lemak bebas merupakan asam lemak yang berada dalam bentuk bebas dan tidak terikat pada molekul gliserol sebagai trigliserida maupun lipid kompleks lainnya. Husain dan Marzuki (2021) menyatakan bahwa kandungan asam lemak bebas dalam minyak digunakan sebagai parameter penilaian mutu, yang umumnya dinyatakan dalam persen FFA maupun angka asam. Asam lemak bebas bersifat kurang stabil dan lebih reaktif, sehingga dapat mempercepat kerusakan minyak melalui peningkatan reaksi oksidasi serta pembentukan produk samping yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, kadar asam lemak bebas sering digunakan sebagai indikator kualitas minyak, di mana nilai yang tinggi menunjukkan terjadinya penurunan mutu. Pengukuran kadar asam lemak bebas umumnya dilakukan dalam bentuk angka asam, yang menyatakan jumlah asam lemak bebas dalam minyak atau lemak. Pengujian FFA dapat dilakukan dengan metode titrasi

kimia, khususnya titrasi alkalimetri, yang didasarkan pada reaksi netralisasi antara asam dan basa (Silalahi *et al.*, 2017).

Tingginya kadar asam lemak bebas menunjukkan terjadinya degradasi yang berdampak pada penurunan kualitas minyak goreng, yang umumnya disebabkan oleh pemanasan berulang maupun kondisi penyimpanan yang kurang baik. Peningkatan asam lemak bebas dapat memengaruhi karakteristik sensori, terutama rasa dan aroma, akibat terbentuknya senyawa yang menyebabkan ketengikan. Pemanasan minyak pada suhu tinggi, terutama melalui penggunaan berulang seperti proses *deep frying* pada suhu 160–180°C, dapat mempercepat penurunan kualitas minyak (Sandra *et al.*, 2024). Penurunan kualitas tersebut terjadi akibat reaksi kimia yang menguraikan trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak. Pembentukan asam lemak bebas dipengaruhi oleh beberapa mekanisme, antara lain termolisis, hidrolisis, dan oksidasi. Dalam proses penggorengan, asam lemak bebas terutama dihasilkan melalui reaksi oksidasi dan hidrolisis yang berlangsung selama pemanasan minyak (Zuliyama *et al.*, 2023). Oleh karena itu, pengukuran kadar asam lemak bebas menjadi parameter penting dalam mengevaluasi kualitas minyak, terutama pada minyak yang telah mengalami penggorengan berulang hingga mencapai fase ketiga.

2.6.2 Bilangan Peroksida

Nilai peroksida merupakan parameter yang digunakan untuk menunjukkan tingkat oksidasi pada minyak goreng, khususnya berkaitan dengan pembentukan senyawa peroksida atau hidroperoksida sebagai produk oksidasi primer. Senyawa

tersebut terbentuk akibat reaksi antara komponen lipid, terutama asam lemak tidak jenuh, dengan oksigen selama proses pemanasan maupun penyimpanan minyak, sehingga bilangan peroksida sering digunakan sebagai indikator awal kerusakan minyak goreng (Husnah dan Nurlela, 2020). Selama proses penggorengan, terutama pada suhu tinggi dan penggunaan minyak secara berulang, reaksi oksidasi berlangsung lebih intensif sehingga meningkatkan pembentukan hidroperoksida. Hidroperoksida bersifat tidak stabil dan dapat terurai menjadi produk oksidasi lanjutan yang memengaruhi karakteristik sensori minyak, seperti rasa dan aroma, serta menurunkan kestabilan minyak (Nazarena *et al.*, 2022). Bilangan peroksida dinyatakan sebagai jumlah miliekivalen oksigen aktif per kilogram minyak (mEq O_2/kg), yang menggambarkan jumlah senyawa peroksida yang terbentuk dalam minyak. Semakin tinggi nilai peroksida, semakin tinggi pula tingkat oksidasi dan penurunan mutu minyak, sehingga pengukuran bilangan peroksida penting dilakukan untuk mengevaluasi kualitas minyak, khususnya setelah mengalami proses penggorengan berulang (Kurniawati *et al.*, 2024).

2.6.3 Warna

Warna merupakan salah satu parameter penting dalam penilaian kualitas minyak goreng karena dapat menjadi indikator visual terhadap perubahan mutu selama proses pengolahan maupun penggunaan berulang. Hal ini sesuai dengan pendapat Freiz dan Vemulapalli (2025) yang menyatakan bahwa Perubahan warna minyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis minyak, komposisi bahan baku, kandungan pigmen alami, suhu penggorengan, lama pemanasan, serta

frekuensi penggunaan minyak. Selama proses penggorengan, terutama pada suhu tinggi dan penggunaan berulang, minyak dapat mengalami reaksi oksidasi yang menghasilkan senyawa oksidasi primer maupun sekunder, seperti hidroperoksida, aldehida, dan keton. Pembentukan senyawa-senyawa tersebut berkontribusi terhadap perubahan warna minyak menjadi lebih gelap, sekaligus menurunkan kualitas sensori minyak, termasuk aroma dan rasa (Loganathan *et al.*, 2022).

Selain itu, perubahan warna juga dapat disebabkan oleh degradasi pigmen alami, seperti klorofil dan karotenoid, yang berperan memberikan warna khas pada minyak. Hal ini sesuai dengan pendapat Maliki *et al.* (2026), yang menyatakan Pigmen tersebut bersifat sensitif terhadap panas dan oksigen, sehingga selama proses penggorengan dapat mengalami kerusakan atau transformasi menjadi senyawa lain yang menyebabkan penurunan intensitas warna asli dan pembentukan warna kecokelatan atau gelap pada minyak. Minkowski *et al.* (2021) menyatakan bahwa degradasi pigmen tersebut menyebabkan penurunan intensitas warna asli serta terbentuknya senyawa baru yang mengubah warna minyak menjadi lebih gelap atau kecokelatan. Dengan demikian, perubahan warna dapat digunakan sebagai salah satu indikator sederhana untuk mengevaluasi penurunan mutu minyak goreng akibat pemanasan dan penggunaan berulang.

2.6.4 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan salah satu metode analisis yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik kimia suatu bahan, khususnya melalui deteksi gugus fungsi penyusunnya. Metode ini

bekerja berdasarkan interaksi antara radiasi inframerah dan molekul, sehingga menghasilkan spektrum yang merepresentasikan struktur kimia suatu senyawa (Mokari *et al.*, 2023). Secara umum, setiap senyawa memiliki pola spektrum inframerah yang khas sesuai dengan struktur kimianya, terutama pada daerah *fingerprint*, sehingga pola tersebut dapat digunakan untuk membedakan karakteristik kimia antar sampel (Tang dan Zhang, 2025).

Perubahan struktur kimia pada suatu bahan akan menyebabkan perubahan pada spektrum inframerah, baik berupa pergeseran pita serapan maupun perubahan intensitas serapan. Perubahan tersebut dapat menunjukkan adanya modifikasi gugus fungsi akibat proses tertentu, seperti pemanasan, oksidasi, dan degradasi lipid, sehingga FTIR dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan struktur kimia yang terjadi pada minyak selama proses pemanasan (Banas *et al.*, 2018). Selain itu, spektroskopi FTIR memiliki keunggulan karena tidak memerlukan preparasi sampel yang rumit, proses analisisnya cepat, serta bersifat non-destruktif sehingga sampel tidak mengalami kerusakan selama pengukuran (Triawan *et al.*, 2022).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2025 – Januari 2026 di Laboratorium Pusat Riset Teknologi dan Proses Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Yogyakarta, Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro, Semarang.

3.1 Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng (Sovia, Indonesia), minyak babi (yang didapatkan di toko *Chinese food* di Semarang), dada ayam fillet (yang diperoleh di Pasar Playen, Wonosari), plastik vakum (yang diperoleh di Toko Plastik dan kemasan 60, Kabupaten Sleman), label, tisu (Multi, Indonesia), sabun tanah (Kraka, Indonesia), sabun cuci piring (Sunlight, Indonesia), alkohol 95% (Medika, Indonesia), NaOH (Thermo Scientific, Amerika Serikat), akuades, *plastic wrap* (Klinpak, Indonesia), kalium iodida (Merck, Jerman), asam asetat glasial (Supelco, Jerman), natrium tiosulfat (Supelco, Jerman), kloroform (Merck, Jerman), dan indikator pati (Merck, Jerman).

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sarung tangan, *trash bag*, pisau, talenan, *vacuum sealer*, *spidol marker*, *deep fryer*, sendok, alat pelindung diri (APD), masker, capitan, spons, sutil, wadah *thinwall*, timer, kain lap, gelas ukur, corong, saringan minyak, wadah *stainless* bekas minyak goreng, botol plastik 80 mL, *magnetic stirrer* (Heidolph, Jerman), *stir bar*, gelas beker, gunting, timbangan analitik, penggaris (Butterfly), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*-

Attenuated Total Reflectance/FTIR-ATR (Vertex 80, Jerman), klem dan statif, *water bath*, *microtube* 1,5 mL, *spatula stainless steel*, labu erlenmeyer, dan *color reader* (CS-10, China).

3.2 Metode

Metode penelitian ini terdiri dari rancangan percobaan, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian. Metode penelitian tersebut diuraikan sebagai berikut.

3.2.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dilaksanakan dengan menerapkan perlakuan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan sehingga didapat 18 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan pada penelitian ini adalah perbandingan kualitas minyak yang digunakan untuk menggoreng ayam pada fase ketiga, yang terdiri dari 6 jenis minyak sebagai berikut: P0 (minyak sawit 100%), P1 (adulterasi 80%: campuran minyak sawit 80% dan minyak babi 20%), P2 (adulterasi 60%: campuran minyak sawit 60% dan minyak babi 40%), P3 (adulterasi 40%: campuran minyak sawit 40% dan minyak babi 60%), P4 (adulterasi 20%: campuran minyak sawit 20% dan minyak babi 80%), P5 (minyak babi 100%). Desain percobaan perbandingan jenis minyak pada penggorengan ayam pada fase ketiga dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Desain Percobaan Perbandingan Jenis Minyak pada Penggorengan Ayam Fase Ketiga

Ulangan (U)	Perlakuan (P)					
	0	1	2	3	4	5
1	P ₀ U ₁	P ₁ U ₁	P ₂ U ₁	P ₃ U ₁	P ₄ U ₁	P ₅ U ₁
2	P ₀ U ₂	P ₁ U ₂	P ₂ U ₂	P ₃ U ₂	P ₄ U ₂	P ₅ U ₂
3	P ₀ U ₃	P ₁ U ₃	P ₂ U ₃	P ₃ U ₃	P ₄ U ₃	P ₅ U ₃

Keterangan:

P₀ : Minyak Sawit (100%)

P₁ : Adulterasi 80% (Minyak Sawit 80% : Minyak Babi 20%)

P₂ : Adulterasi 60% (Minyak Sawit 60% : Minyak Babi 40%)

P₃ : Adulterasi 40% (Minyak Sawit 40% : Minyak Babi 60%)

P₄ : Adulterasi 20% (Minyak Sawit 20% : Minyak Babi 80%)

P₅ : Minyak Babi (100%)

Model linier yang diterapkan dalam rancangan penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Hasil pengamatan minyak yang digunakan pada penggorengan ayam fase ketiga yang menerima perlakuan ke-i ($i = 0, 1, 2, 3, 4, 5$) pada ulangan ke-j ($j = 1, 2, 3$).

μ = Nilai umum rata-rata hasil pengamatan perlakuan

α_i = pengaruh perlakuan pada taraf ke-i

ε_{ij} = Pengaruh galat (*error*) pada perlakuan ke-i (P₀, P₁, P₂, P₃, P₄, P₅) pada ulangan ke-j (1,2,3)

Secara statistik, hipotesis empiris tersebut dapat dijabarkan ke dalam hipotesis statistik sebagai berikut:

$$H_0: \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$H_1: \mu_0 \neq \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$, sekurang-kurangnya terdapat satu pengaruh signifikan dalam kualitas minyak antara jenis minyak yang digunakan dalam penggorengan ayam fase ketiga.

Kriteria hipotesis sebagai berikut:

Jika $p > 0,05$ (dengan $\alpha = 0,05$), maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Jika $p \leq 0,05$ (dengan $\alpha = 0,05$), maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

3.2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui penelitian pendahuluan untuk mengetahui perlakuan penggorengan yang sesuai dan karakteristik awal sampel minyak goreng sawit dan babi yang digunakan sebanyak tiga kali penggorengan. Selanjutnya dilakukan preparasi sampel, proses penggorengan berulang sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan, pengujian parameter, dan analisis data.

3.2.3.1 Persiapan Sampel Minyak

Minyak goreng sawit kemasan diperoleh dari salah satu supermarket di wilayah Wonosari setelah dilakukan survei awal untuk menentukan produk dengan harga jual paling rendah. Sampel yang digunakan merupakan minyak goreng sawit merek Sovia yang diproduksi oleh PT Wilmar Group dengan batch produksi yang sama untuk menjaga keseragaman sampel. Sementara itu, minyak babi diperoleh dari toko bahan pangan yang khusus menyediakan bahan makanan untuk masakan *Chinese food* di Kota Semarang. Sampel minyak segar yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Sampel Minyak Sawit dan Minyak Babi Sebelum Perlakuan

Penggunaan campuran minyak sawit dan minyak babi didasarkan pada kemiripan komposisi asam lemak keduanya, khususnya kandungan asam palmitat dan asam oleat, sehingga keberadaan minyak babi dalam minyak sawit relatif sulit dikenali secara visual maupun melalui pengujian sederhana. Oleh karena itu, campuran kedua minyak ini digunakan sebagai model adulterasi untuk menggambarkan potensi pemalsuan minyak pangan yang berkaitan dengan aspek keamanan dan kehalalan produk.

Sampel minyak goreng adulterasi dibuat dengan mencampurkan minyak goreng sawit dan minyak babi pada beberapa perbandingan konsentrasi, yaitu 20:80, 40:60, 60:40, dan 80:20 (b/b), dengan volume total masing-masing sampel sebesar 150 mL. Variasi konsentrasi tersebut digunakan untuk mengamati pengaruh peningkatan kadar minyak babi terhadap perubahan karakteristik fisikokimia minyak, sekaligus mengevaluasi sensitivitas metode analisis dalam membedakan tingkat adulterasi secara lebih spesifik dan terukur. Campuran minyak kemudian diaduk hingga homogen menggunakan sendok sebelum dilakukan pengujian lebih lanjut.

3.2.3.2 Persiapan Sampel Ayam

Sampel ayam diperoleh dengan membeli ayam segar dari pedagang di Pasar Playen, Kabupaten Gunungkidul. Bagian ayam yang digunakan adalah dada ayam fillet tanpa tulang dan tanpa kulit, karena ayam merupakan salah satu bahan pangan yang umum diolah dengan metode *deep frying*. Bagian dada dipilih karena memiliki kandungan lemak yang relatif lebih rendah dibandingkan bagian ayam lainnya, seperti paha atau kulit, serta memiliki struktur jaringan yang lebih seragam. Sebelum dipotong, bagian lemak yang tampak secara visual dan jaringan ikat berlebih dipisahkan terlebih dahulu. Potongan sampel diambil dari bagian daging dada fillet yang relatif seragam, kemudian dipotong berbentuk dadu dengan ukuran $3 \times 3 \times 1$ cm dan bobot sekitar ± 10 g per potong. Pemilihan bagian dada yang sama serta penyeragaman ukuran dan bobot dilakukan untuk meminimalkan variasi komposisi bahan, termasuk kemungkinan perbedaan kandungan lemak antarbagian ayam. Meskipun komponen lemak pada ayam tetap berpotensi bermigrasi ke minyak selama proses penggorengan, pengaruh tersebut dikendalikan dengan menggunakan bagian ayam yang sama, ukuran potongan yang seragam, bobot sampel yang relatif sama, serta kondisi penggorengan yang sama pada setiap perlakuan. Dengan demikian, variasi hasil akibat perbedaan bahan pangan dapat diminimalkan, sehingga perubahan kualitas minyak selama proses penggorengan dapat diamati secara lebih akurat.

3.2.3.3 Proses Penggorengan Ayam

Sampel ayam yang digunakan pada penelitian ini adalah bagian dada ayam fillet. Bagian dada dipilih karena merupakan salah satu bagian ayam yang umum dikonsumsi oleh masyarakat, mudah diperoleh, serta memiliki bentuk dan ukuran yang relatif seragam sehingga sesuai digunakan sebagai sampel pada proses penggorengan. Sampel dada ayam digoreng menggunakan *deep fryer* dengan volume minyak 150 mL untuk setiap perlakuan, sehingga rasio minyak dan bahan yang digunakan adalah 150 mL minyak untuk ± 10 g ayam pada setiap tahap penggorengan. Minyak yang digunakan sesuai dengan jenis dan perlakuan, yaitu minyak kelapa sawit, minyak babi, atau campuran keduanya dengan konsentrasi yang telah ditentukan.

Penggunaan *deep fryer* dipilih karena mampu menghasilkan distribusi panas dan kestabilan suhu minyak yang lebih seragam selama proses penggorengan dibandingkan metode penggorengan konvensional. Kondisi tersebut penting untuk meminimalkan fluktuasi suhu yang dapat memengaruhi laju oksidasi, hidrolisis, dan degradasi termal minyak selama penggorengan berulang. Suhu penggorengan dijaga pada kisaran 170 –180°C, yaitu rentang suhu yang umum digunakan pada proses *deep frying* produk pangan. Penggorengan dilakukan sebanyak tiga kali menggunakan minyak yang sama sebagai simulasi penggunaan minyak goreng secara berulang yang umum terjadi pada praktik pengolahan pangan, baik pada skala rumah tangga maupun usaha pangan. Pemilihan tiga kali penggorengan digunakan untuk merepresentasikan fase awal penggunaan minyak berulang di lapangan, ketika minyak telah mengalami beberapa kali pemanasan dan kontak

dengan bahan pangan, tetapi masih berada dalam kondisi yang dapat dikontrol pada skala laboratorium. Pada setiap tahap, sampel dada ayam digoreng selama 3 menit dengan pembalikan setiap 1 menit 30 detik. Minyak bekas penggorengan tahap pertama digunakan kembali pada tahap kedua, kemudian minyak bekas tahap kedua digunakan kembali pada tahap ketiga dengan waktu dan kondisi penggorengan yang sama. Setelah digoreng, sampel ayam ditiriskan dan didinginkan hingga suhu ruang, kemudian dikemas menggunakan plastik vakum dan disimpan di lemari pendingin. Minyak bekas penggorengan tahap ketiga didinginkan, lalu dipindahkan ke botol plastik tertutup yang diberi label dan disimpan di tempat gelap pada suhu ruang untuk analisis parameter kimia dan fisik, meliputi kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, dan analisis menggunakan FTIR.

3.2.4 Pengujian Parameter Kualitas Minyak

Pengujian parameter dalam penelitian ini dilakukan terhadap sampel minyak bekas penggorengan pada fase ketiga. Parameter yang diuji meliputi kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, warna, dan karakteristik gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy-Attenuated Total Reflectance* (FTIR-ATR). Pengujian tersebut bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kualitas minyak setelah mengalami proses penggorengan berulang menggunakan bahan pangan ayam.

3.2.4.1 Kadar Asam Lemak Bebas

Pengujian kadar asam lemak bebas dilakukan sesuai dengan Untari *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa sampel minyak sebanyak 5 g yang telah mengalami

perlakuan pemanasan dilarutkan dalam 50 mL etanol 95%. Sebelum proses titrasi dilakukan, campuran sampel dan etanol dipanaskan terlebih dahulu hingga sampel terlarut sempurna. Selanjutnya, ke dalam larutan ditambahkan indikator fenolftalein sebanyak 2–3 tetes, kemudian dilakukan titrasi menggunakan larutan NaOH 0,05 N sampai tercapai titik akhir titrasi yang ditandai dengan perubahan warna menjadi merah muda yang stabil.

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{Volume NaOH} \times \text{N NaOH} \times 25,6}{\text{Berat sampel}}$$

3.2.4.2 Bilangan Peroksida

Pengujian bilangan peroksida dilakukan sesuai dengan Husnah dan Nurlela (2020) yang menyatakan bahwa sampel ditimbang sebanyak $1 \pm 0,05$ g dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer tertutup. Selanjutnya, ditambahkan 6 mL larutan campuran asam asetat dan kloroform dengan perbandingan 3:2, kemudian larutan dihomogenkan hingga sampel larut sempurna. Setelah itu, 0,1 mL larutan kalium iodida jenuh ditambahkan menggunakan pipet tetes, kemudian erlenmeyer dikocok selama 1 menit. Selanjutnya, 6 mL akuades ditambahkan ke dalam larutan, kemudian dilakukan titrasi menggunakan larutan natrium tiosulfat 0,01 N secara konstan sambil dikocok hingga warna kuning pada larutan mulai memudar. Setelah itu, larutan indikator kanji ditambahkan, dan titrasi dilanjutkan dengan pengocokan hingga mencapai titik akhir titrasi, yang ditandai dengan hilangnya warna biru, menunjukkan bahwa seluruh iodine pada lapisan kloroform telah tereduksi. Nilai bilangan peroksida selanjutnya dihitung menggunakan persamaan yang telah ditetapkan.

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{\text{Volume Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 1000}{\text{Berat sampel}}$$

3.2.4.3 Warna

Pengujian warna dilakukan sesuai dengan Engelen (2018) yang menyatakan bahwa produk minyak ditempatkan di atas alas berwarna putih, kemudian dilakukan pengukuran warna. Hasil pengukuran dinyatakan dalam parameter L^* , a^* , dan b^* . Parameter L^* merepresentasikan tingkat kecerahan (warna akromatis) dengan rentang nilai 0 yang menunjukkan warna hitam hingga 100 yang menunjukkan warna putih. Parameter a^* menggambarkan warna kromatik pada sumbu merah–hijau, di mana nilai a^* positif (a^+) menunjukkan kecenderungan warna merah dengan rentang nilai 0 sampai 100, sedangkan nilai a^* negatif (a^-) menunjukkan kecenderungan warna hijau dengan rentang nilai 0 sampai -80 . Parameter b^* menunjukkan warna kromatik pada sumbu biru–kuning, di mana nilai b^* positif (b^+) menunjukkan warna kuning dengan rentang nilai 0 sampai 70, sedangkan nilai b^* negatif (b^-) menunjukkan warna biru dengan rentang nilai 0 sampai -70 . Pengujian warna dilakukan sebanyak tiga kali ulangan untuk setiap sampel. Selain itu, untuk menggambarkan karakter warna secara lebih komprehensif, dilakukan analisis *Hue angle* ($^\circ\text{Hue}$). *Hue angle* digunakan untuk menunjukkan arah warna dominan pada sampel, yang dihitung berdasarkan hubungan antara nilai a^* dan b^* . Nilai $^\circ\text{Hue}$ diperoleh melalui fungsi invers tangen dari perbandingan b^* terhadap a^* , dengan penyesuaian kuadran agar hasilnya berada pada rentang 0° – 360° . Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Hue angle } (^\circ) = \tan^{-1} \left(\frac{a^*}{b^*} \right)$$

3.2.4.4 Fourier Transform Infrared Attenuated Total Reflectance

Pengujian ATR-FTIR dilakukan sesuai dengan Sari *et al.* (2025) dengan meneteskan sebanyak 5 μL sampel minyak ke permukaan pelat dasar instrumen hingga seluruh area aktif tertutupi dan terjadi kontak langsung antara sampel dan kristal ATR. Proses ini dilaksanakan pada suhu ruang yang terkendali untuk menjaga konsistensi hasil. Pengukuran dilakukan menggunakan aplikasi OMNIC Spectra® dengan mode ATR, pada rentang bilangan gelombang 4000–400 cm^{-1} , resolusi 4 cm^{-1} , dan sebanyak 32 kali pemindaian. Setiap sampel dianalisis sebanyak tiga kali. Setelah spektrum muncul, nilai absorbansi dicatat untuk analisis lebih lanjut. Setelah pengujian, pelat ATR dilap terlebih dahulu menggunakan tisu bebas serat, kemudian dibersihkan dengan alkohol 95% untuk menghilangkan sisa minyak dan mencegah kontaminasi antarsampel. Pelat dikeringkan kembali sebelum digunakan untuk pengujian berikutnya.

3.2.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26.0 *for* Windows. Data yang dianalisis secara statistik meliputi nilai asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan warna minyak. Data dianalisis menggunakan *One-Way* ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 5\%$) untuk mengetahui pengaruh jenis minyak terhadap perubahan karakteristik minyak yang digunakan pada penggorengan ayam fase ketiga. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple*

Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

Analisis FTIR, dilakukan secara deskriptif dengan mengamati perubahan bilangan gelombang karakteristik yang berkaitan dengan gugus fungsional dalam minyak. Visualisasi dan pengolahan spektrum dilakukan menggunakan perangkat lunak OriginPro 2018 (OriginLab Corporation, USA).