

**PENGARUH PERLAKUAN KEMASAN *RETORT POUCH* VAKUM DAN
NON-VAKUM TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA SAMBAL IKAN
MANYUNG ASAP DENGAN PENYIMPANAN SUHU RUANG**

SKRIPSI

Oleh

ALISHA SYIFA CALISTA FITRI



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

PENGARUH PERLAKUAN KEMASAN *RETORT POUCH* VAKUM DAN
NON-VAKUM TERHADAP KARAKTERISTIK KIMIA SAMBAL IKAN
MANYUNG ASAP DENGAN PENYIMPANAN SUHU RUANG

Oleh

ALISHA SYIFA CALISTA FITRI
NIM : 23020122140194

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 : Alisha Syifa Calista Fitri
NIM : 23020122140194
Program Studi : Teknologi Pangan

Dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul : **Pengaruh Perlakuan Kemasan *Retort pouch* Vakum dan Non-Vakum terhadap Karakteristik Kimia Sambal Ikan Manyung Asap dengan Penyimpanan Suhu Ruang** 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 : **Yoga Pratama, S.TP., M.Sc., Ph.D** dan **Ulil Afidah, S.Pt., M.Sc.**

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.

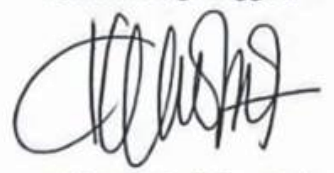
Semarang, Mei 2026


Alisha Syifa Calista Fitri

Pembimbing Utama


Yoga Pratama, S.TP., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota


Ulil Afidah, S.Pt., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PENGARUH PERBEDAAN KEMASAN
RETORT POUCH VAKUM DAN NON-
VAKUM PADA KARAKTERISTIK
KIMIA SAMBAL IKAN MANYUNG
ASAP DENGAN PENYIMPANAN SUHU
RUANG

Nama Mahasiswa : ALISHA SYIFA CALISTA FITRI

Program Studi/Departemen : S-1 TEKNOLOGI PANGAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

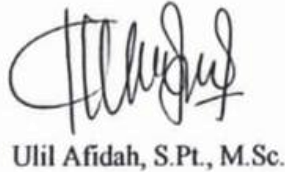
Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **30 JUN 2026**

Pembimbing Utama



Yoga Pratama, S.TP., M.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota



Ulil Afidah, S.Pt., M.Sc.

Ketua Program Studi



Ahmad Ni'matullah Al-Baari, S.Pt, MP., Ph.D.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



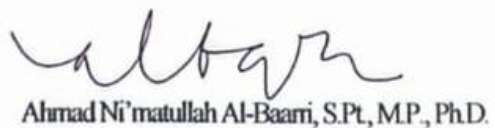
Swastika Dewi, S.T.P., M.Sc.

Dekan



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

Ketua Departemen



Ahmad Ni'matullah Al-Baari, S.Pt, MP., Ph.D.

RINGKASAN

ALISHA SYIFA CALISTA FITRI. 23020122140194. 2026. Pengaruh Perbedaan Kemasan *Retort Pouch* Vakum Dan Non-Vakum Pada Karakteristik Kimia Sambal Ikan Manyung Asap Dengan Penyimpanan Suhu Ruang (Pembimbing: **YOGA PRATAMA** dan **ULIL AFIDAH**).

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan yaitu dari bulan November 2025 hingga Januari 2026 di Laboratorium ASLC Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan mengevaluasi karakteristik kimia yaitu TBARS, nilai pH, kadar asam lemak bebas, dan kadar air pada sambal ikan manyung asap berdasarkan perbedaan perlakuan kemasan vakum dan non-vakum dengan penyimpanan suhu ruang selama 5 minggu penyimpanan.

Percobaan dilakukan untuk menguji perbedaan kemasan yang di vakum dan non-vakum terhadap sambal ikan manyung asap yang disimpan dalam suhu ruang. Materi yang digunakan adalah ikan manyung asap yang berasal dari Desa Wisata Asap dan olahan sambal yang berasal dari PT. XYZ. Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah asam asetat glasial 100%, TBA (*thiobarbiturat acid*), BHT 0,1%, EDTA 0,1%, TCA (*trichloroacetic acid*), metanol, ethanol 96%, indikator PP (*fenoltflaein*), NaOH 0,1 N, dan akuades. Ikan manyung asap dikemas bersama sambalnya pada *retort pouch* berukuran 500 gram dengan rasio sambal dan ikan 1 : 0,8. Kemudian masing-masing diberi perlakuan vakum dan non-vakum diberi 20 kemasan *retort pouch*. Pengujian meliputi TBARS, kadar asam lemak bebas, kadar pH, dan kadar air. Data hasil pengujian diinterpretasikan secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel 2021.

Hasil penelitian membuktikan bahwa terdapat pengaruh perlakuan kemasan *retort pouch* terhadap karakteristik kimia sambal ikan manyung asap yang disimpan selama 28 hari di suhu ruang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayat-Nya sehingga penulis sehingga dapat menyelesaikan tulisan skripsi yang berjudul "Pengaruh Kondisi Pengemasan Vakum Pada *Retort Pouch* Terhadap Karakteristik Kimia Sambal Ikan Manyung Asap Dengan Penyimpanan Suhu Ruang". Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dukungan, doa, dan motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak tersebut, yaitu sebagai berikut.

1. Teruntuk keluarga penulis, yaitu Ayah, Bunda, Adek Alifa, dan Adang beserta seluruh keluarga besar khususnya Papa Indra yang senantiasa memberikan doa, perhatian, serta motivasi dan inspirasi untuk terus berkembang kepada penulis selama menempuh masa perkuliahan, melaksanakan penelitian, hingga proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini. Terima kasih untuk segala doa, cinta, kesabaran, dan kepercayaan yang selalu diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat ada di titik ini.
2. Bapak Yoga Pratama, S.TP., M.Sc. Ph. D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Ulil Afidah, S.Pt., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan arahan, saran, serta dukungan penuh kesabaran kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan baik.

3. Dr. Ir. Endy Triyannanto, S.Pt., M. Eng., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing selama penulis melakukan penelitian di Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada yang telah memberi arahan dan dukungan penuh kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan menyusun skripsi dengan baik.
4. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Bapak Ahmad Ni'matullah Al-Baari, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian serta Ketua Program Studi S-1 Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, yang telah memberikan kesempatan bagi penulis melaksanakan penelitian dan menyusun skripsi.
6. Drh. Siti Susanti, Ph.D dan 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 yang telah memberikan bantuan dan dukungan pada pelaksanaan penelitian di laboratorium.
7. Dr. Rafli Zulfa Kamil selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan saran dan informasi kepada penulis.
8. Seluruh dosen, staf administrasi, serta asisten laboratorium Teknologi Pangan dan Fakultas Peternakan dan Pertanian yang telah membantu penulis dalam proses belajar perkuliahan hingga penyusunan skripsi.

9. Sahabat sejati penulis di masa perkuliahan, yaitu 3 Naila (Naila Ar-Rifdah, Naila Amani, Naila Sekar) dan Rozanah Zhahrina yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta menjadi teman yang selalu ada untuk penulis di perantauan. Terima kasih telah berjuang bersama, penulis harap hubungan kita akan tetap terjaga sampai kapan pun.
10. Sahabat-sahabat penulis dari sekolah menengah pertama Icha, Nadya, Naya, Ipeh dan Nessa yang selalu mendukung penulis dari masa SMP, SMA, selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
11. Teman-teman tim penelitian dari teknologi pangan yaitu Anjely, Della, dan Wama maupun teman-teman dari peternakan Universitas Gadjah Mada yaitu Kiki, Amel, Indy, dan Reza yang selalu membantu dan mendukung penulis ketika masa penelitian hingga penyusunan skripsi.
12. Sahabat-sahabat penulis di Burmam yaitu Imam, Faiq, Rafiqi, Hafiz, Arya, Rafied, Rafli, Pandu, Zalfa, dan Rafi yang selalu menghibur, membantu penulis di perantauan, dan selama penyusunan skripsi hingga selesai.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritik jika ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa pun yang membacanya.

Semarang, Juni 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ILUSTRASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Ikan Manyung.....	4
2.2. Pengasapan Ikan	5
2.3. Sambal Ikan	7
2.4. Kemasan <i>Retort pouch</i>	8
2.5. Sterilisasi <i>Retort</i>	10
2.6. Pengemasan Vakum dan Non-Vakum.....	13
2.7. Parameter Pengujian	16
BAB III MATERI DAN METODE.....	20
3.1. Materi Penelitian	20
3.2. Metode Penelitian.....	21
3.3. Rancangan Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	Error!
Bookmark not defined.	

4.1. TBARS (<i>Thiobarbituric Acid Reactive Substance</i>).....	Error!
Bookmark not defined.	
4.2. Asam Lemak Bebas (ALB)	Error!
Bookmark not defined.	
4.3. Kadar pH	Error!
Bookmark not defined.	
4.4. Kadar Air	Error!
Bookmark not defined.	
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	Error!
Bookmark not defined.	
5.1. Simpulan.....	Error!
Bookmark not defined.	
5.2. Saran	Error!
Bookmark not defined.	
DAFTAR PUSTAKA	Error!
Bookmark not defined.	
LAMPIRAN	Error!
Bookmark not defined.	
RIWAYAT HIDUP	Error!
Bookmark not defined.	

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Hasil Analisis TBARS Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum Bookmark not defined.	Error!
2.	Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum..... Bookmark not defined.	Error!
3.	Hasil Analisis Kadar pH Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum Bookmark not defined.	Error!
4.	Hasil Analisis Kadar Air Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum Bookmark not defined.	Error!

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor		Halaman
1.	Ikan Manyung (<i>Arius Thalassinus</i>).....	4
2.	Proses Pengasapan Ikan Manyung di Desa Wisata Asap, Demak	6
3.	Kemasan <i>Retort pouch</i>	9
4.	Rangkaian Alat Sterilisasi <i>Retort</i>	10
5.	Diagram Alir Pembuatan Sambal.....	22
6.	Proses Pengemasan Ikan Manyung	23
7.	Proses Pengemasan Vakum dan Non-Vakum	23
8.	Diagram Alir Proses Sterilisasi <i>Retort</i>	27
9.	Grafik Hasil Analisis TBARS Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-Vakum	Error! Bookmark not defined.
10.	Grafik Hasil Analisis Kadar Asam Lemak Bebas Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum.....	Error! Bookmark not defined.
11.	Grafik Hasil Analisis Kadar pH Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-vakum	Error! Bookmark not defined.
12.	Grafik Hasil Analisis Kadar Air Sambal Ikan Manyung Asap Vakum dan Non-Vakum	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Data Hasil Pengujian Kadar Air dengan <i>NIR-Spectrofotometry</i> Bookmark not defined.	Error!
2.	Data Hasil Pengujian TBARS Sambal Ikan Manyung Asap ... Bookmark not defined.	Error!
3.	Data Hasil Pengujian Kadar Asam Lemak Bebas Sambal Ikan Manyung Asap Bookmark not defined.	Error!
4.	Data Hasil Pengujian Kadar pH Sambal Ikan Manyung Asap. Bookmark not defined.	Error!
5.	Dokumentasi Penelitian..... Bookmark not defined.	Error!

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sambal merupakan pangan pendamping yang memiliki peran penting dalam kuliner Indonesia karena mampu meningkatkan cita rasa dan selera makan (Sulistijowati *et al.*, 2022). Seiring berkembangnya inovasi pangan, telah dikembangkan berbagai jenis sambal, termasuk sambal ikan yang memnfaatkan ikan sebagai bahana utama atau campuran (Surya dan Tedjakusuma, 2022). Salah satu bahan yang banyak digunakan adalah ikan manyung (*Arius thalassinus*), yang memiliki kandungan protein, lemak, dan mineral yang baik serta mengandung asam lemak jenuh, tak jenuh tunggal, dan tak jenuh jamak (Setiaboma *et al.*, 2021). Selain bernilai gizi tinggi, ikan manyung mudah diperoleh di wilayah pesisir Jawa Tengah, memiliki harga yang relatif ekonomis, dan umum diolah menjadi ikan asap sehingga banyak dimanfaatkan oleh UMKM sebagai bahan baku sambal ikan (Susiana *et al.*, 2018).

Ikan asap merupakan salah satu produk olahan perikanan yang digemari masyarakat Indonesia karena memiliki cita rasa dan aroma khas hasil proses pengasapan. Selain meningkatkan karakteristik sensori, pengasapan juga berfungsi memperpanjang umur simpan melalui pembentukan senyawa antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme, meskipun efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan dan sistem pengemasan yang digunakan (Hidayat *et al.*, 2025). Di sisi lain, sambal ikan masih berpotensi mengalami

penurunan mutu selama penyimpanan karena bahan baku basah yang rentan terhadap kerusakan, terutama kerusakan lemak seperti oksidasi dan hidrolisis. Oleh sebab itu, diperlukan sistem pengemasan yang mampu mempertahankan stabilitas mutu produk selama penyimpanan.

Kemasan *retort pouch* merupakan kemasan fleksibel yang dapat disegel secara rapat sehingga mampu melindungi produk dari masuknya udara, uap air, dan mikroorganisme, serta dapat mendukung proses sterilisasi untuk memperpanjang umur simpan produk (Fadhillah *et al.*, 2024). Dalam penerapannya, *retort pouch* dapat digunakan dengan kondisi pengemasan vakum maupun non-vakum. Pengemasan vakum dilakukan dengan mengeluarkan udara di dalam kemasan sehingga dapat menghambat oksidasi dan pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan kemasan non-vakum dilakukan tanpa proses pengeluaran udara dari dalam kemasan (Triyannanto *et al.*, 2025). Berdasarkan penelitian sebelumnya, jenis proses pengemasan berpengaruh pada mutu fisik, kimia, dan mikrobiologi produk olahan ikan. Maryati *et al.* (2025) melaporkan bahwa, ikan tongkol asap (*komo mackarel*) yang disimpan menggunakan kemasan vakum dan non-vakum pada suhu ruang memiliki nilai kadar air yang lebih baik pada produk vakum. Putra *et al.* (2025) melaporkan bahwa mangut ikan manyung asap kemasan vakum maupun non-vakum mengalami kenaikan pH, kadar air, dan kadar TBA. Dikatakan bahwa mutu kemasan vakum lebih baik sehingga umur simpan kemasan vakum lebih panjang.

Meskipun penelitian mengenai pengaruh kemasan vakum dan non-vakum pada produk olahan ikan telah banyak dilakukan, dan dilaporkan bahwa perlakuan

paling baik berada pada perlakuan vakum, namun terdapat perbedaan pada karakteristik jenis produk. Produk ikan mangut manyung asap memiliki karakteristik berkuah dan kadar air yang relatif tinggi, namun sambal ikan manyung asap merupakan produk berbasis minyak dengan komposisi dan karakteristik fisik yang berbeda selama penyimpanan dan mudah mengalami degradasi lemak. Sehingga, perbedaan karakteristik matriks pangan tersebut menyebabkan efektivitas pengemasan vakum maupun non-vakum belum tentu memberikan hasil yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kondisi pengemasan vakum dan non-vakum terhadap perubahan mutu sambal ikan manyung asap selama penyimpanan suhu ruang.

1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh kemasan *retort pouch* yang diberikan perlakuan vakum dan non-vakum terhadap karakteristik kimia pada sambal ikan manyung asap yang disimpan dalam suhu ruang selama 28 hari dengan parameter pengamatan meliputi kadar asam lemak bebas, TBARS, kadar pH, dan kadar air.

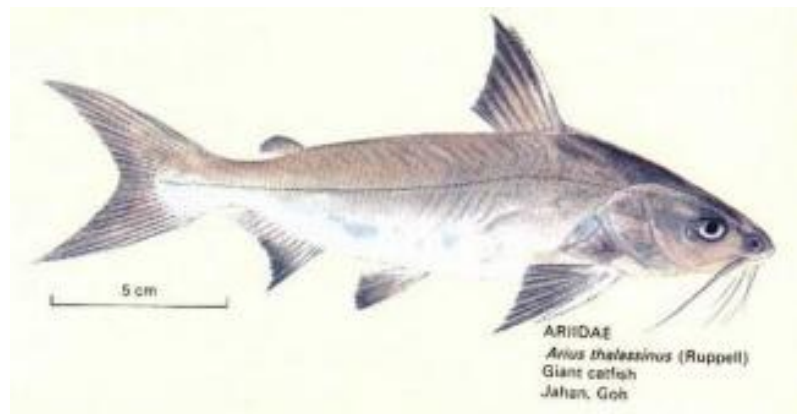
Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan mengenai penggunaan kemasan vakum dan non-vakum dalam mempertahankan mutu produk sambal ikan manyung asap selama penyimpanan di suhu ruang. Selain itu, menjadi referensi untuk pelaku industri pangan khususnya UMKM dalam menentukan metode pengemasan yang tepat dengan tujuan meningkatkan daya simpan, mutu, serta kestabilan produk selama penyimpanan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Manyung

Ikan manyung (*Arius Thalassinus*) merupakan salah satu ikan di pantai Laut Jawa yang termasuk ke dalam kelompok ikan demersal dan jenis ikan lepas pantai. Berdasarkan penelitian Mustarrudin *et al.* (2024) tentang produksi ikan manyung di PPN Kejawaaan, ikan manyung masih menjadi komoditas penting bagus industri pengolahan, dengan rata-rata penangkapan mencapai 40,072 ton.



Ilustrasi 1. Ikan Manyung (*Arius Thalassinus*)

<https://www.kompasiana.com/dhave/596daf9d18112a152c7b9332/kepala-manyung-dulu-limbah-kini-berkah> (2017)

Ikan manyung memiliki ukuran tubuh yang paling besar di antara spesies ikan demersal lainnya, sehingga diminati sebagai sumber olahan pangan. Ikan ini umumnya memiliki panjang antara 250 – 1500 mm. Bobot ikan ini berkisar antara 190-4500 gram pada panjang 195-580 mm, serta 553-5000 gram pada panjang 280-600 mm. Ikan ini masih berkerabat dekat dengan ikan konsumsi lainnya seperti

ikan lele dan patin karena tergolong dalam ordo yang sama. Secara umum, ikan manyung memiliki daging berwarna putih dan tekstur yang tebal serta kandungan protein yang tinggi, sehingga berpotensi menjadi sumber pangan yang bergizi. Kandungan Omega 3 yang dimiliki ikan manyung sangat berguna bagi tubuh manusia (Sani *et al.*, 2017). Dengan karakteristik kulit yang sangat berlendir dan dagingnya berbau sangat menyengat, sehingga menyebabkan ikan manyung jarang dikonsumsi segar dan lebih sering diolah berupa pengeringan ataupun pengasapan. Ikan manyung biasa dimanfaatkan sebagai bahan dasar olahan tradisional seperti ikan asin, pindang, dan juga ikan asap (Kristanti *et al.*, 2023).

Pada daerah tertentu, seperti Semarang, Demak, Pati dan Pekalongan, ikan ini sering diolah dengan cara pengasapan untuk memperlama umur simpan dan mengeluarkan rasa khasnya. Beberapa olahan masakan berbahan dasar ikan manyung antara lain mangut manyung, jambal roti, abon ikan manyung, dan surimi. Ikan manyung sering dimanfaatkan sebagai bahan baku ikan asap karena memiliki tekstur daging yang tebal dan kompak, sehingga dapat menahan proses pemanasan dan pengasapan.

2.2. Pengasapan Ikan

Terdapat beberapa cara yang digunakan produsen untuk mengawetkan ikan, salah satunya adalah pengasapan. Metode ini merupakan metode paling tua diantara proses pengawetan makanan yang masih banyak dilakukan di Indonesia. Hal ini didukung oleh Adeyeye *et al.* 2016 pada (Benih *et al.*, 2025) yaitu pengasapan merupakan salah satu metode pengawetan tertua yang mengombinasikan efek

penggaraman, pengeringan, pemanasan, dan proses pengasapan itu sendiri. Metode ini bertujuan untuk memperpanjang daya simpan ikan, termasuk ikan manyung. Pengasapan berfungsi untuk memberikan aroma yang khas juga dapat memperpanjang umur simpan, terutama pada daging ikan (Setiawan *et al.*, 2024). Lamanya umur simpan berhubungan dengan turunnya kadar air, ketika kadar air rendah pada ikan manyung terjadi akibat proses pemanasan selama proses pengasapan serta proses penggaraman yang dapat memicu difusi osmosis, sehingga kandungan air dalam jaringan ikan berkurang dan produk menjadi lebih tahan lama (Sasongko *et al.*, 2021).



Ilustrasi 2. Proses Pengasapan Ikan Manyung di Desa Wisata Asap, Demak
https://jadesta.kemenpar.go.id/desa/asap_indah (2021)

Menurut Nauli *et al.* (2024) teknik pengasapan merupakan penggabungan dari metode penggaraman dan pengeringan. Teknik pengasapan terbagi menjadi dua jenis menurut suhu yang digunakan, yaitu pengasapan dingin dan panas. Pengasapan dingin atau *cold smoke* biasa dilakukan dengan suhu 30-40°C dengan waktu satu hingga dua minggu, sedangkan pengasapan panas dilakukan dengan suhu 70-100°C dan waktunya antara 3-8 jam saja, namun pengasapan dingin menghasilkan ikan asap yang lebih awet karena kadar airnya yang lebih rendah

(Muchtar *et al.*, 2022). Pada proses pengasapan, bagian ikan manyung akan dipotong dan dipisah bagian kepala dan badannya, kemudian ditusuk menggunakan bambu atau lidi agar daging ikan tidak hancur pada proses pengasapan berlangsung (Swastawati *et al.*, 2019).

2.3. Sambal Ikan

Sambal umumnya dibuat sebagai pendamping makanan pada umumnya masyarakat Indonesia. Sambal merupakan produk olahan dengan bahan utama cabai merah (*Capsaicum annum L.*) yang matang dengan atau tanpa penambahan bahan makanan lain dan digunakan sebagai penyedap. Menurut Surya *et al.* (2022) sambal merupakan produk pangan berbentuk pasta atau saus berbahan dasar cabai dengan berbagai bahan tambahan seperti bawang, garam, gula, maupun rempah lainnya. Seiring berkembangnya berbagai macam sambal, sambal telah bertransformasi menjadi produk olahan pangan yang memiliki nilai tambah melalui diversifikasi, yaitu salah satunya penambahan bahan baku sumber protein seperti ikan (Febriyanti and Qomariyah, 2020).

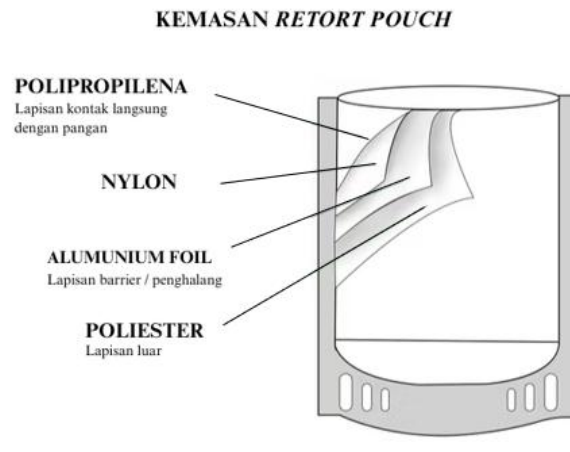
Dalam perkembangannya, sambal telah bertransformasi menjadi produk olahan pangan yang memiliki nilai tambah melalui diversifikasi, salah satunya adalah penambahan bahan baku sumber protein seperti ikan (Febriyanti dan Qomariyah, 2020). Menurut Poernomo *et al.* (2019), penambahan ikan ke dalam sambal bertujuan untuk diversifikasi produk, meningkatkan nilai gizi, serta memberikan cita rasa gurih dan aroma yang khas. Sebagai contoh, Sasongko dan Masi (2023) menjelaskan formulasi sambal ikan yang menggunakan bahan

bahan antara lain ikan asap, bawang putih, bawang merah, cabai rawit, jahe, lengkuas, serai, daun jeruk, kemangi, garam, penyedap rasa, dan minyak goreng. Sambal ikan dikategorikan sebagai produk pangan *non-acid* atau *low-acid food* dengan nilai pH yang biasanya berada di atas 4,6. Produk pangan dengan pH di atas 4,6 berpotensi mendukung pertumbuhan bakteri patogen seperti *Clostridium botulinum* apabila tidak diproses dengan metode sterilisasi yang memadai. Kadar air yang relatif tinggi serta kandungan minyak dari proses penumisan bumbu akan memengaruhi stabilitas dan daya simpan produk sambal selama penyimpanan. Oleh karena itu, untuk menghasilkan produk sambal ikan kemasan yang aman dan memiliki umur simpan panjang pada suhu ruang, diperlukan proses pemanasan seperti teknologi *retort*. Proses pemanasan tinggi ini dirancang untuk membunuh spora bakteri tahan panas, namun di sisi lain dapat memengaruhi karakteristik fisik produk seperti tekstur, warna, dan profil rasa sambal (Permana *et al.*, 2021).

2.4. Kemasan *Retort pouch*

Retort pouch merupakan jenis kemasan fleksibel yang umumnya berupa kantung yang terbuat dari *aluminium foil* dan pelapis polimer yang tahan panas. Menurut Triyannanto *et al.* (2025) *retort pouch* merupakan kemasan fleksibel

berbentuk kantong (*pouch*) yang digunakan untuk mengemas produk makanan siap saji.



Ilustrasi 3. Kemasan *Retort pouch*

Sumber : Dokumentasi pribadi

Secara struktur lapisan, *retort pouch* terdiri atas beberapa lapisan dengan fungsi yang berbeda, lapisan *polypropylene* atau kerap disebut polipropilena yang tahan terhadap suhu tinggi dan berfungsi sebagai lapisan penyegel karena sifatnya fleksibel, lapisan *nylon* sebagai lapisan yang tahan terhadap abrasi sehingga tidak mengenai langsung ke produk, lapisan *aluminium foil* sebagai penghalang utama terhadap oksigen, cahaya, uap air, dan aroma, dan lapisan terluar yang biasa disebut *polyethylene terephthalate* (PET) atau poliester berfungsi untuk memberi perlindungan fisik serta mendukung tampilan visual kemasan (Pal *et al.*, 2019). Dengan karakteristik tersebut, *retort pouch* dinilai dapat mempertahankan mutu dan sensori dari produk pangan karena memiliki sifat *barrier* yang baik terhadap oksigen, cahaya, maupun uap air. Hal ini sesuai oleh Jeyapriya *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa manfaat *retort pouch* adalah mampu menjaga rasa serta tampilan, tahan terhadap proses termal, dan produk dapat disimpan tanpa

pendinginan. Terjadinya hal tersebut disebabkan karena permeabilitas yang rendah pada kemasan, terutama pada bagian lapisan *aluminium foil*. Rendahnya permeabilitas pada kemasan *retort pouch* membuat oksigen sulit masuk, sehingga mengurangi terjadinya oksidasi selama penyimpanan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yaitu Sasongko dan Masi (2023) yang meneliti tentang produk ikan tongkol dalam kemasan *retort pouch* menunjukkan stabilitas baik dari segi mikrobiologis, kimia, maupun fisik sensoris.

2.5. Sterilisasi *Retort*

Sambal ikan merupakan produk yang rentan dan tidak dapat bertahan lama dalam masa penyimpanannya. Sehingga diperlukan inovasi pengemasan modern yang benar dan juga tepat untuk dapat menjaga kualitas produk sambal dan meningkatkan masa simpannya, seperti teknologi sterilisasi *retort*.



Ilustrasi 4. Rangkaian Alat Sterilisasi *Retort*

Sumber : Dokumentasi pribadi

Sterilisasi merupakan proses termal yang berguna untuk membunuh mikroorganisme pembusuk yang dapat timbul saat proses penyimpanan pada suhu normal tanpa pendingin (Wahyu *et al.*, 2024). Proses termal dalam produk pangan memerlukan perhitungan agar kombinasi suhu dan waktu yang diberikan dalam proses pemanasan cukup untuk memusnahkan bakteri termasuk spora pembusuk. Hal ini sesuai dengan pendapat Rizal *et al.* (2016) bahwa faktor yang mempengaruhi sterilisasi dalam proses termal adalah suhu dan waktu. Kecukupan dari proses termal dalam membunuh mikroba target hingga pada level yang diinginkan dapat dinyatakan dengan nilai F_0 . Secara umum, nilai F_0 adalah waktu (dalam menit) yang dibutuhkan untuk membunuh mikroba target (Prastowo, 2019). Pada proses sterilisasi, nilai ini dikatakan sebagai nilai sterilitas. Nilai sterilitas pada bahan pangan akan tergantung dengan bahan pengemas yang dapat menghantarkan panas dengan baik ke produk. Nilai F_0 biasanya menyatakan waktu pada suhu yang standar. Menurut Prastowo (2019) suhu standar yang digunakan dalam sterilisasi komersial bahan pangan adalah $121,1^\circ\text{C}$ atau 250°F .

Salah satu mikroorganisme yang paling resisten pada bahan pangan berasam rendah adalah *Clostridium botulinum*. Bakteri ini pada umumnya menjadi perhatian utama karena mampu membentuk spora yang tahan panas. Menurut Silaturahmi dan Moentamaria, (2024) *Clostridium botulinum* menghasilkan spora tahan panas yang dapat berkembang dan memproduksi toksin penyebab botulisme, yaitu racun yang berbahaya pada bahan pangan bahkan bagi manusia. Batas keasaman pada *Clostridium botulinum* adalah $\text{pH} > 4,6$ yaitu batas antara pangan asam dan berasam rendah. Menurut panduan FDA, (2006) angka tersebut ditetapkan karena pada

kondisi pH tersebut bakteri tidak mampu untuk tumbuh dan memproduksi toksin. Sehingga, pada produk pangan yang berasam rendah harus melewati proses pemanasan sterilisasi dengan suhu tinggi, untuk menurunkan jumlah spora hingga level aman, setidaknya saat proses distribusi dan penyimpanan.

Oleh karena itu, *Clostridium botulinum* menjadi target utama pada sterilisasi komersial. Sterilisasi komersial merupakan perlakuan untuk mengainaktivasi spora dengan proses sterilisasi panas untuk menjadikan pangan tersebut bebas dari mikroba yang memiliki kemampuan untuk tumbuh di suhu ruang selama proses distribusi atau penyimpanan (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2020). Dengan kata lain sterilisasi komersial adalah kondisi yang dicapai melalui proses transfer panas, untuk mengeliminasi mikroorganisme yang mampu tumbuh pada kondisi normal tanpa pendinginan, yaitu saat proses distribusi dan penyimpanan (Khatun *et al.*, 2021).

Dalam proses sterilisasi, ada beberapa nilai yang perlu diperhatikan yaitu nilai D (*Decimal Reduction Time*), nilai z (*Temperature Coefficient of Microbial Destruction*), dan nilai F (*Sterilization Process Equivalent Time*). Nilai D merupakan waktu (dalam menit) yang dibutuhkan untuk pemanasan pada suhu tertentu sehingga mengakibatkan penurunan jumlah mikroorganisme sebanyak 1 siklus logaritma 90% populasi (Putra, 2024). Nilai z adalah perubahan suhu pemanasan yang diperlukan untuk menyebabkan terjadinya perubahan pada nilai D sebesar 1 siklus logaritma. Dan nilai F atau *F value* yang merupakan nilai letalitas, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk membunuh mikroba target hingga mencapai level di suhu tertentu (Putra, 2024).

Pada proses termal untuk makanan rendah asam (*low acid food*), setidaknya harus mampu mengurangi populasi mikroba minimal 12D. Makna dari 12D adalah proses termal yang dilakukan untuk dapat mengurangi mikroba sebesar 12 siklus logaritma atau $F=12D$ (Kusnandar *et al.*, 2023). Konsep 12D ini kerap digunakan dalam proses sterilisasi komersial (digunakan oleh industri pangan) untuk menginaktifkan mikroorganisme berbahaya, yaitu spora *Clostridium botulinum*. Menurut Saragih (2021), sterilisasi komersial pada umumnya mensyaratkan nilai F_0 minimal selama 3 menit yang dihitung berdasarkan ketahanan spora *Clostridium botulinum*.

2.6. Pengemasan Vakum dan Non-Vakum

Upaya untuk memodernisasi pengemasan terus dilakukan oleh industri, terutama di bidang pangan. Kemasan vakum merupakan salah satu mode pengemasan yang dilakukan dengan metode menghilangkan udara dari kemasan sebelum dilakukan proses *sealing* (Indrawati *et al.*, 2023). Selain untuk mengurangi kandungan oksigen dalam kemasan, proses vakum juga berfungsi untuk mengoptimalkan proses *heat transfer* di dalam kemasan sehingga panas pada proses sterilisasi dapat terdistribusi lebih merata ke seluruh produk. Hal ini sesuai dengan pendapat Jimenez *et al.* (2024) bahwa proses vakum berperan dalam mengendalikan gas yang tersisa (*residual gas*) yang dapat mempengaruhi efektivitas panas selama sterilisasi. Kondisi tersebut menjadikan kemasan vakum lebih banyak digunakan pada produk pangan yang diproses secara termal.

Selain pengemasan secara vakum, sistem pengemasan juga mencakup metode non-vakum, yaitu pengemasan dengan metode yang lebih sederhana. Pengemasan ini disegel / *sealing* tanpa melalui tahap penghilangan udara sehingga terdapat *head space* dalam kemasan. Keberadaan *head space* dapat memicu kerusakan pada mutu produk hingga akhir penyimpanan. Namun, secara visual produk dengan pengemasan non-vakum memiliki efek tersendiri untuk menarik perhatian konsumen terhadap produk karena kemasan tampak mengembang dan normal (Ariyana *et al.*, 2024).

Proses pengeluaran udara pada kemasan vakum dilakukan dengan meletakkan kemasan pada pompa vakum, sebelum dilakukan penyegelan. Menurut Cichello *et al.* (2014) proses ini akan menghilangkan sebagian besar udara yang terperangkap dalam *head space*, sehingga tekanan di dalam kemasan menjadi lebih rendah. Sehingga, volume *head space* dan konsentrasi oksigen di dalam kemasan menurun sehingga dapat memperlambat berbagai kerusakan pangan. Sedangkan, pada pengemasan non-vakum tidak dilakukan proses pengeluaran udara sebelum disegel, sehingga *head space* masih berisi udara dan oksigen terperangkap selama penyimpanan (Batista *et al.*, 2022).

Kemasan dengan proses vakum memiliki keunggulan dalam mempertahankan mutu produk, salah satunya menghambat terjadinya oksidasi lipid. Oksigen merupakan salah satu faktor penting yang berperan dalam proses autooksidasi lipid, khususnya pada bahan pangan yang mengandung asam lemak tak jenuh. Menurut Batista *et al.* (2022) dengan berkurangnya ketersediaan oksigen akibat proses vakum, pembentukan senyawa dari hasil oksidasi lipid dapat ditekan

sehingga mutu dan kualitas produk selama penyimpanan menjadi lebih baik. Berbeda dengan proses vakum, pada pengemasan non-vakum proses penutupan kemasan dengan *seal* dilakukan tanpa mengeluarkan udara sehingga masih tersisa di ruang *head space*. Menurut (Zamora & Hidalgo, 2021) sisa oksigen dalam kemasan dapat menjadi pemicu laju peningkatan reaksi autooksidasi lipid.

Oksigen dalam pembentukan radikal lipid akan berperan sebagai reaktan yang selanjutnya akan menghasilkan hidroperoksida sebagai bentuk produk oksidasi primer (Gupta *et al.*, 2023). Selain itu, perpindahan panas selama proses sterilisasi tidak dapat berlangsung secara efisien dikarenakan udara memiliki konduktivitas termal yang rendah sehingga transfer panas menuju produk tidak terjadi secara optimal. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Raval *et al.* (2013) udara yang terperangkap di dalam kemasan akan memiliki kemampuan transfer panas yang lebih rendah, sehingga dapat meningkatkan resistensi termal dan perpindahan panas ke produk kurang efisien.

Selain menekan laju pembentukan oksidasi lipid produk dalam kemasan, proses vakum juga memengaruhi pertumbuhan mikroorganisme anaerob yang memerlukan oksigen untuk proses metabolismenya. Sedangkan pada proses non-vakum, kondisi dalam kemasan sangat mendukung pertumbuhan anaerob karena tingkat oksigen yang tinggi. Menurut Jiminez *et al.* (2024) tetapi kondisi rendah pada oksigen tidak selalu efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme anaerob, sehingga diperlukan kombinasi perlakuan pada proses pengawetan lain, contohnya adalah sterilisasi termal.

2.7. Parameter Pegujian

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui bagaimana perubahan karakteristik mutu kimia pada sambal ikan manyung asap yang disimpan pada suhu ruang (26 -28 °C) selama 28 hari. Pengukuran suhu ruang tidak diukur dengan menggunakan termometer ataupun RH meter, sehingga hanya diperkirakan dari suhu ruang pada umumnya saja. Pengujian tersebut meliputi nilai TBARS, nilai Asam lemak bebas, kadar pH, serta kadar air.

2.7.1. Kadar pH

Derajat keasaman atau kebasaan suatu produk dinyatakan dengan nilai pH dalam skala 0 sampai 14 (Harvyandha *et al.*, 2019). Jika nilai $\text{pH} < 7$ maka menunjukkan sifat asam, $\text{pH} > 7$ bersifat basa, dan $\text{pH} = 7$ bersifat netral. Perubahan nilai pH dapat dipicu oleh berbagai reaksi kimia selama penyimpanan (Harvyandha *et al.*, 2019). Selama proses penyimpanan, nilai pH cenderung akan mengalami penurunan, namun ketika ikan telah mengalami kebusukan, nilai pH dapat kembali meningkat (Triyannanto *et al.*, 2020).

Pada produk pangan yang melalui proses sterilisasi komersial dalam kemasan *retort pouch*, umumnya mereka akan memiliki nilai pH antara 6,17-6,67 (Murda *et al.*, 2016). Angka tersebut menunjukkan bahwa produk pangan tersebut tergolong sebagai *low acid food* atau berasam rendah, sehingga rentan terhadap mikroorganisme yang dapat menumbuhkan spora seperti *Clostridium botulinum*. Oleh karena itu, proses sterilisasi khususnya sterilisasi komersial menjadi hal yang cukup penting untuk menjamin keamanan produk selama proses penyimpanan.

Bakteri *Clostridium botulinum* menjadi target utama dalam proses sterilisasi komersial, karena diketahui dapat tumbuh dan menghasilkan toksin pada kondisi $\text{pH} > 4,6$ (Imelda *et al.*, 2023). Dengan demikian, perubahan yang terjadi pada nilai pH dapat digunakan sebagai salah satu parameter uji yang penting dalam mengevaluasi kemunduran mutu suatu produk selama proses penyimpanan.

2.7.2. TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substance*)

Malondialdehid (MDA) merupakan pertanda terjadinya peroksidasi lipid yang diakibatkan karena degradasi hidroksil terhadap asam lemak tak jenuh, yang kemudian ditransformasi menjadi spesies yang reaktif (Zaki *et al.*, 2015). Ketika MDA bereaksi dengan *asam thiobarbiturat* (TBA) dalam suhu tinggi dan kondisi asam maka akan terbentuk reaksi antara keduanya dan menimbulkan warna merah muda. Hal ini berarti terdapat keberadaan MDA di dalam sampel dan menandakan bahwa lemak di dalam sambal ikan telah mengalami oksidasi. Oksidasi lemak tahap awal umumnya dinyatakan dalam nilai bilangan peroksida, namun menurut SNI 0-2347-1991 perlakuan panas seperti pengemasan dapat merusak kegunaan uji bilangan peroksida. Sehingga, kemunduran mutu lemak dapat dinyatakan dalam nilai TBARS. Didefinisikan sebagai parameter untuk mengukur tingkat ketengikan pada produk pangan yang mengandung lemak. Dengan demikian, nilai TBARS mempresentasikan kadar MDA dalam sampel. Semakin tinggi kadar MDA yang ditimbulkan akibat oksidasi lemak, maka semakin besar intensitas warna kompleks yang dihasilkan, sehingga nilai absorbansi pun meningkat.

2.7.3. Asam Lemak Bebas (ALB)

Asam lemak bebas dapat timbul dari hasil hidrolisis trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak akibat adanya aktivitas enzim lipase, keberadaan air, serta kondisi penyimpanan yang tidak optimal. Menurut Ketaren *et al.* (2008) kadar asam lemak bebas yang tinggi menunjukkan terbentuknya asam lemak yang bebas akibat hidrolisis, oksidasi, pemanasan, atau pengolahan yang kurang baik. Menurut Nurhasnawati *et al.* (2015) asam lemak bebas dapat terbentuk dari proses oksidasi dan hidrolisis. Pada produk sambal ikan, kandungan asam lemak dalam minyak sambal tentu akan menentukan kualitas dan kemudahan minyak tersebut dalam mengalami kerusakan mutu.

Pada produk sambal ikan, kandungan asam lemak bebas akan menjadi penentu kualitas dan stabilitas produk selama proses penyimpanan. Peningkatan pada kandungan asam lemak bebas mengindikasikan bahwa telah terjadi degradasi lipid yang dapat menurunkan mutu produk. Asam lemak bebas hasil dari hidrolisis trigliserida memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap reaksi oksidasi dibandingkan trigliserida itu sendiri, sehingga lebih cepat mengalami ketengikan (Miyazawa *et al.*, 2022). Maka dari itu, kadar asam lemak bebas menjadi parameter yang sering digunakan untuk mengevaluasi tingkat kerusakan pada lipid dan efektivitas dari perlakuan kemasan dalam mempertahankan mutu produk pangan selama penyimpanan.

2.7.4. Kadar Air

Kadar air merupakan sejumlah air yang terkandung di dalam suatu bahan pangan. Kandungan air di dalam bahan pangan sangat memengaruhi karakteristik fisik, cita rasa, tekstur, dan juga mutu produk secara keseluruhan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Winarno *et al.*, 2022) bahwa air dapat memengaruhi penampakan, tekstur, cita rasa dan juga daya simpan bahan pangan. Menurut SNI 4856 : 2018, kadar air yang boleh terkandung di dalam suatu olahan sambal ikan adalah sebesar 80 %. Penurunan nilai kadar air selama proses penyimpanan dianggap sebagai kesetimbangan proses migrasi air. Kandungan air akan menjadi relatif tetap dan tidak berkurang ketika kadar air tersebut telah mencapai kestabilan. Dengan demikian, kadar air menjadi salah satu parameter yang penting dalam mengevaluasi kualitas produk selama proses penyimpanan.

Pengendalian kadar air pada produk olahan berbasis ikan menjadi sangat penting untuk menjaga kestabilan mutu. Standar Nasional Indonesia (SNI 4865:2018) menetapkan bahwa batas maksimum kadar air pada produk sambal adalah sebesar 80%. Peningkatan kadar air selama penyimpanan sering digunakan sebagai indikator terjadinya penurunan mutu produk. Hal ini dapat disebabkan oleh reaksi oksidasi lipid yang menghasilkan senyawa hidroperoksida, yang selanjutnya mengalami degradasi dan melepaskan molekul air sehingga meningkatkan kadar air produk (Sarungallo *et al.*, 2018). Selain itu, proses degradasi protein menjadi senyawa basa organik juga dapat mempengaruhi distribusi air dalam matriks pangan, sehingga meningkatkan fraksi air bebas. Dengan demikian, kadar air menjadi salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kemunduran mutu produk selama penyimpanan.

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2025 - Februari 2026. Lokasi pengemasan dan penyimpanan produk bertempat pada Basement Laboratorium ASLC, dan pengujian parameter bertempat di Laboratorium ASLC serta Laboratorium Ilmu dan Teknologi Daging, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada.

1.1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi alat dan bahan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah ikan manyung asap yang diperoleh dari Desa Wisata Asap, Wonosari, Kota Demak, olahan sambal dari PT. XYZ di Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yang meliputi cabai keriting, cabai rawit, bawang putih, bawang merah, sereh, lengkuas, daun kemangi, dan daun jeruk, garam, minyak gula pasir, gula jawa cair, dan kaldu jamur. Kemasan *retort pouch* yang diperoleh dari *e-commerce* dengan ketebalan 105 mikron dan berat 500 gram, bahan kimia seperti reagen TBA (asam asetat glasial 100% dan TBA (*thiobarbiturat acid*)), reagen ekstraksi (BHT 0,1% , EDTA 0,1% , TCA (*trichloroacetic acid*), dan metanol), ethanol 96%, indikator PP (*fenoltflaein*), NaOH 0,1 N, dan akuades.

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain wajan, kompor, spatula, pisau, talenan, sendok makan, timbangan analitik (ML204T), gunting,

vacuum sealer (Single Chamber Vacuum Packaging Machine tipe DZ-500/2E), *sealer* (FRM-1370AL/M) , *freezer*, kulkas dan alat sterilisasi yang dirakit oleh Laboratorium Ilmu dan Teknologi Daging Fakultas Peternakan UGM, gelas beaker (Iwaki), gelas ukur (Iwaki), tabung reaksi (Herma), labu erlenmeyer (Iwaki), tabung conical *centrifuge* 50 ml (Biologix), mortar, kertas saring kasar, corong kaca, spatula *stainless*, botol semprot, pH meter (OHAUS), *refrigator centrifuge*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, *water bath*, NIRS (*Near Infrared Spectrscopy*) Analyzer, Spektrofotomer UV-VIS, Vortex (OHAUS), *microplate disposable*, mikro pipet 1000 μ L, *blue tip*, pipet ukur, pompa pipet, buret, *alumunium foil*, plastik wrap, plastik *zip lock*, label nama, sarung tangan latex, dan masker.

1.2. Metode Penelitian

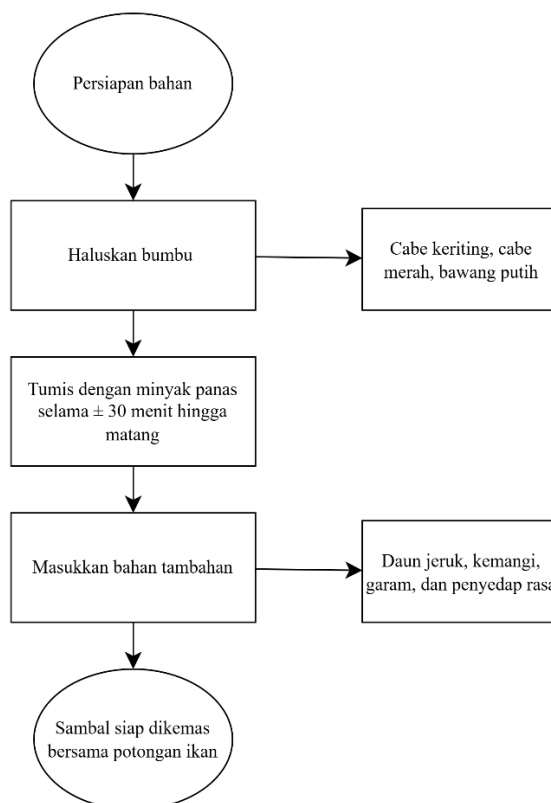
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan penelitian, prosedur penelitian, pengujian parameter, dan analisis data. Parameter yang diuji adalah nilai TBARS, kadar Asam Lemak Bebas (ALB), kadar pH, dan kadar air.

1.3. Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang dilakukan menggunakan dua macam perlakuan dan empat kali ulangan. Perlakuan pertama adalah pengemasan dengan menggunakan vakum, dan perlakuan kedua adalah pengemasan non-vakum. Metode analisis yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode analisis berbasis metode eksperimental dengan melakukan analisis secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel 2021 pada data yang diperoleh.

3.3.1. Pembuatan Sambal

Cabe keriting dan cabe rawit mendominasi rasa dan merupakan komponen penting dalam pembuatan sambal. Tahap pembuatan sambal diawali dengan pembersihan bawang merah, bawang putih, cabai keriting, dan cabai rawit, kemudian seluruh bahan dihaluskan. Selanjutnya, minyak dipanaskan, bumbu halus ditumis hingga matang, harum, dan berwarna lebih gelap. Proses penumisan dilakukan dengan pemanasan disertai pengadukan selama ± 30 menit (Permana et al., 2021). Setelah itu, daun jeruk, kemangi, garam, dan penyedap rasa ditambahkan, kemudian seluruh bahan diaduk hingga homogen.



Ilustrasi 5. Diagram Alir Pembuatan Sambal

Sumber : Dokumentasi pribadi

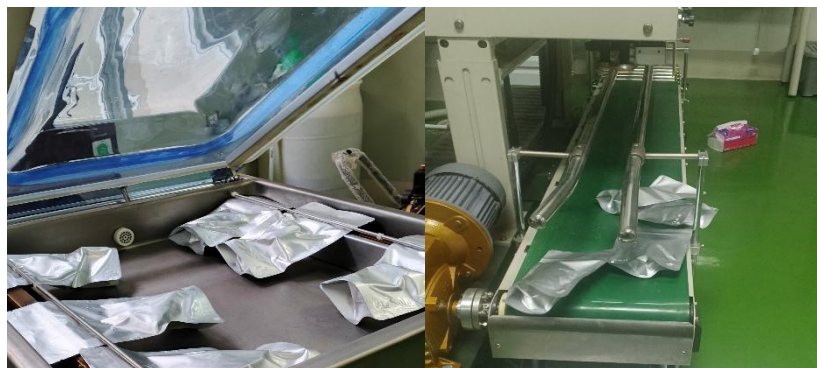
3.3.2. Pengemasan Sambal Ikan Manyung Asap dalam *Retort pouch*

Proses selanjutnya adalah pengemasan sambal ikan manyung asap ke dalam *retort pouch* berukuran 500 gram. Ikan manyung yang digunakan masih berbentuk potongan besar dengan ukuran dimensi sekitar 6 x 4 x 1 cm. Perbandingan jumlah ikan dan sambal yang dimasukkan adalah 1 : 0,8 dengan sambal 80 gram dan ikan 64 gram. Perbandingan ini dilakukan berdasarkan ketentuan dari PT. XYZ, dengan tujuan agar masih tersisa bagian kosong di dalam kemasan *pouch*, sehingga tidak akan menimbulkan kemasan yang menggembung berlebihan, *seal* yang bocor, bahkan meledak atau pecah saat disterilisasi.



Ilustrasi 6. Proses Pengemasan Ikan Manyung

Sumber : Dokumentasi pribadi



Ilustrasi 7. Proses Pengemasan Vakum dan Non-Vakum

Sumber : Dokumentasi pribadi

Kemasan dengan perlakuan vakum kemudian ditutup dengan menggunakan mesin *vacuum sealer*, dengan tekanan 0,1 Mpa selama 40 detik proses *sealing* dan 3 detik *vacuum*. Sedangkan kemasan non-vakum ditutup menggunakan mesin *sealer* dengan suhu 225°C selama ± 10 detik.

3.3.3. Sterilisasi

Setelah proses pengemasan, dilanjut dengan proses sterilisasi yang dilakukan menggunakan mesin *retort*. Berdasarkan penelitian Prastowo (2019) pada produk ikan lele asap bumbu tradisional, terdapat enam tahapan yang dilakukan dalam proses sterilisasi.

Tahapan awal yang dilakukan yaitu pemanasan air pada boiler (*boiling process*). Air dimasukkan ke dalam ketel melalui corong pengisian dengan posisi keran uap *output* dalam keadaan terbuka agar aliran air lebih lancar. Kemudian volume air dikontrol melalui gelas ukur kaca yang terdapat di sisi ketel. Setelah volume air mencukupi, keran uap ditutup kembali. Pemanasan dilakukan dengan menyalakan kompor menggunakan pemantik dan mengatur nyala api hingga berwarna biru. Pemanasan dilanjutkan sampai tekanan dalam boiler melebihi 4 bar dan uap mulai keluar melalui *safety valve*.

Tahap kedua adalah pemanasan awal pada tabung *retort*. Langkah ini dilakukan setelah memastikan tutup *retort* terpasang rapat. Kemudian keran uap dan air dibuka untuk menyalurkan uap panas dari boiler ke dalam *retort* secara perlahan melalui keran penghubung. Aliran uap ini juga berfungsi untuk

mengeluarkan sisa air di dalam tabung. Proses dilanjutkan hingga suhu ruang *retort* mencapai kisaran 60–70°C.

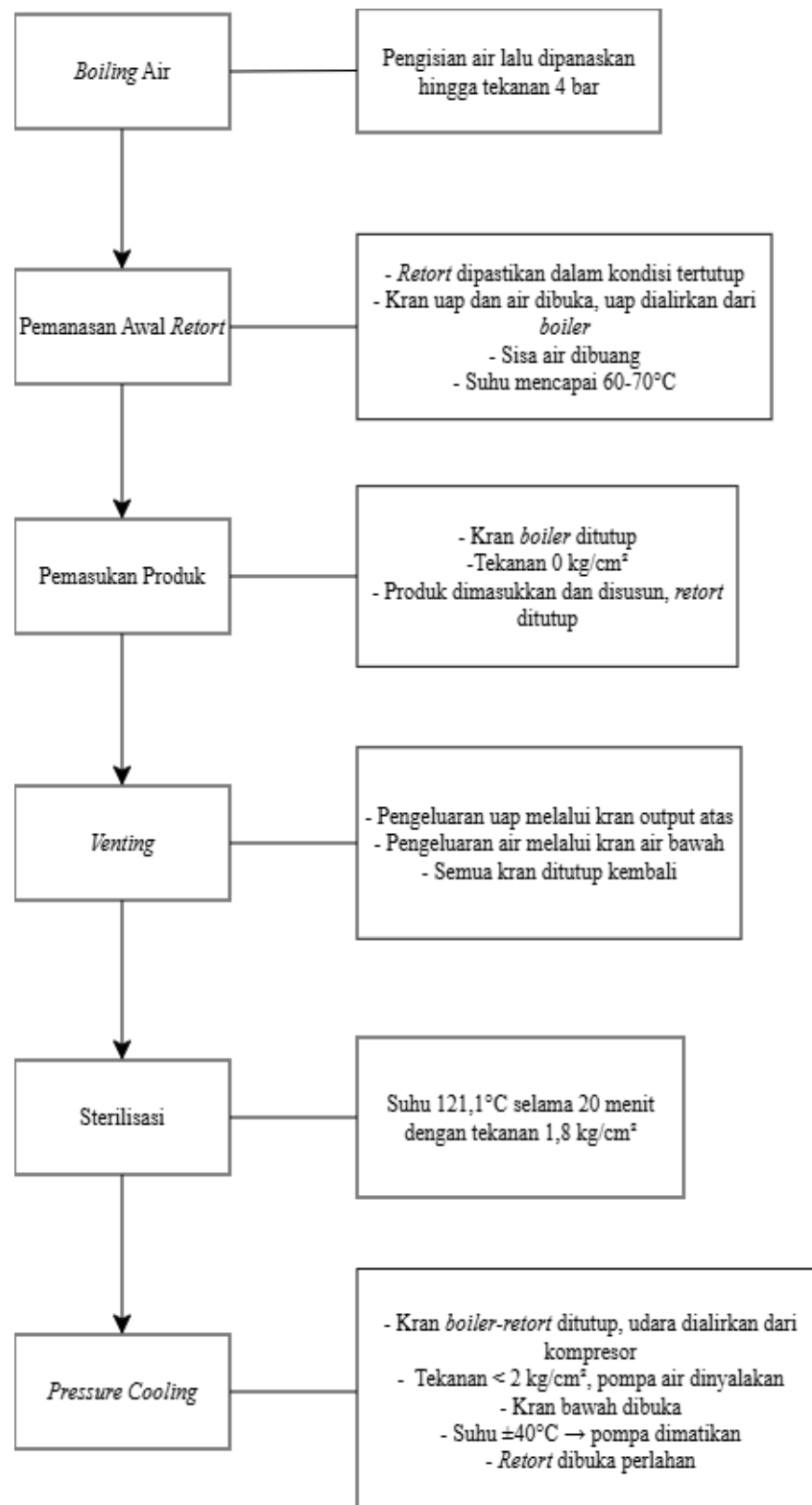
Tahap ketiga, *retort pouch* disusun ke dalam mesin *retort* dan dibagi empat batch sebagai replikasi atau pengulangan. Satu pengulangan terdapat 10 *pouch* berisi sambal yang disusun tidak tertumpuk. Produk sambal yang telah dikemas kemudian dimasukkan dengan memperhatikan posisi dan jarak antar kemasan agar panas dapat tersebar merata. Proses ini dilakukan setelah tekanan dalam tabung *retort* mencapai kondisi netral (0 Kg/cm²) dan keran penghubung antara boiler dan *retort* ditutup. Setelah semua produk tersusun, tabung *retort* kembali ditutup rapat.

Tahap keempat adalah proses *venting*, yaitu pengeluaran udara dari dalam *retort*. Tahapan ini dilakukan dengan membuka keran penghubung antara boiler dan *retort* secara perlahan (sekitar setengah bagian), kemudian membuka keran bagian atas *retort* hingga keluar uap putih. Keran air bagian bawah *retort* juga dibuka untuk membuang air yang tersisa. Setelah seluruh uap dan air keluar, seluruh keran ditutup untuk memulai proses sterilisasi.

Tahap kelima yaitu proses sterilisasi. Uap dari boiler dialirkan kembali ke *retort* secara perlahan (setengah bukaan keran). Proses ini menyebabkan peningkatan suhu dari 70°C hingga 121,1°C serta tekanan di bawah 1 kg/cm² hingga mencapai 1,8 kg/cm². Setelah suhu mencapai 121,1°C, nyala api dikurangi untuk menjaga kestabilan suhu selama 20 menit.

Tahap terakhir adalah pendinginan bertekanan (*pressure cooling*). Setelah sterilisasi selesai, keran penghubung antara boiler dan *retort* ditutup. Udara dari kompresor dialirkan hingga tekanan *retort* berada di bawah 2 kg/cm² dan uap putih

keluar melalui *safety valve*. Setelah itu, pompa air dinyalakan untuk menurunkan suhu, dengan tekanan dijaga tetap 2 kg/cm² menggunakan suplai udara dari kompresor. Ketika suhu *retort* turun di bawah 60°C, keran air bagian bawah dibuka untuk mengeluarkan air hangat. Selanjutnya, keran *output* atas sedikit dibuka hingga suhu mencapai 40°C, kemudian pompa dimatikan dan *retort* dapat dibuka secara perlahan. Setelah itu produk dikeluarkan dan direndam di air dingin, dengan tujuan untuk menghentikan proses pemanasan dikarenakan saat proses sterilisasi dengan suhu tinggi, panas akan masih tersimpan di dalam produk. Setelah itu, sampel disimpan di suhu ruang selama 28 hari. Sampel diuji per lima titik yaitu pada hari ke-0 , hari ke-7, hari ke-14, hari ke-21, dan hari ke-28.



Ilustrasi 8. Diagram Alir Proses Sterilisasi Retort

Sumber : Dokumentasi pribadi

3.3.4. Penyimpanan suhu ruang

Penyimpanan produk dilakukan sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Resti *et al.* (2025) yaitu pengujian pada 5 titik penyimpanan yaitu masing-masing pada hari ke-0, hari ke-7, hari ke-14, hari ke-21, dan hari ke-28.

3.4. Pengujian Parameter

Pengujian parameter dilakukan untuk mengetahui bagaimana perubahan karakteristik mutu kimia pada sambal ikan manyung asap yang disimpan pada suhu ruang (26 -28 °C) selama 28 hari. Pengukuran suhu ruang tidak diukur dengan menggunakan termometer ataupun RH meter, sehingga hanya diperkirakan dari suhu ruang pada umumnya saja. Pengujian tersebut meliputi nilai TBARS, nilai Asam lemak bebas, kadar pH, serta kadar air.

3.4.1. TBARS (*Thiobarbituric Acid Reactive Substance*)

Pengujian *Thiobarbituric Acid Reactive Substance* (TBARS) dilakukan dengan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Papastergiadis *et al.* (2012) menggunakan prinsip yang paling umum digunakan dalam penentuan MDA pada produk makanan, yaitu pengukuran absorbansi kompleks berwarna merah muda yang terbentuk akibat reaksi antara malondialdehida (MDA) dengan asam 2-tiobarbiturat (TBA) yang menunjukkan nilai absorbansi maksimum pada panjang gelombang 532 nm. Tahapan pengujian dimulai dengan menghaluskan sampel (daging dan sambal). Kemudian dimasukkan 7 g sampel ke dalam 50 ml tabung *falcon* dan dihomogenisasi dengan 30 ml larutan TCA. Lalu, larutan tersebut

disentrifugasi untuk memisahkan supernatan dan endapannya. Sentrifugasi dilakukan pada kecepatan 10000 rpm selama 20 menit menggunakan suhu ruang. Supernatan yang dihasilkan disaring dengan kertas saring kasar, dan volume yang dihasilkan dari filtratnya direaksikan dengan larutan TBA. Lalu, sebanyak 2,5 ml ekstrak dicampurkan dengan 2,5 ml reagen TBA (40 ml asam asetat glasial 100% dan 265,6 mg bubuk TBA) di dalam tabung reaksi dan dipanaskan menggunakan *water bath* selama 40 menit dengan suhu 90°C. Campuran reaksi tersebut selanjutnya akan diukur nilai absorbansi nya menggunakan spektrometer UV-Vis dengan panjang gelombang 532 nm. Menurut Amdani *et al.* (2024) nilai absorbansi yang diperoleh dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut, dan diinterpretasikan secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel 2021.

$$\text{Angka TBA} = \frac{3 \times \text{Abs} \times 7,8}{M}$$

Keterangan:

TBARS	= kadar TBARS (mg MDA/kg sampel)
3	= bilangan Iod (derajat ketidakjenuhan)
A	= nilai absorbansi pada 532 nm
7,8	= faktor konversi TBARS
M	= massa sampel (g)

3.4.2. Uji Kadar pH

Pengujian kadar pH pada produk sambal ikan manyung asap dilakukan dengan menggunakan pH meter (OHAUS) mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Triyannanto *et al.* (2025). Pengujian ini diawali dengan

menghaluskan 2 gram sambal beserta ikannya dan diencerkan ke dalam 20 ml akuades, lalu dihomogenkan. Menurut Yunita *et al.* (2015) hal ini dilakukan karena sampel yang akan diukur pH nya merupakan sampel padat maka perlu dilakukan pengenceran. Setiap sampel yang telah diencerkan diukur sebanyak triplo atau tiga kali untuk memastikan angka yang keluar sudah akurat atau belum. Kemudian data diolah secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel 2021 untuk mengetahui perubahan yang terjadi karena perlakuan kemasan.

3.4.3. Uji Kadar Asam Lemak Bebas (ALB)

Pengujian kadar asam lemak bebas pada sampel ikan manyung asap mengikuti panduan AOAC Internasional (2019) yang menggunakan prinsip titrasi asam basa (alkalimetri) dengan larutan seperti NaOH serta indikator fenoltflaein. Metode AOAC adalah metode analitik yang paling umum digunakan untuk membuktikan adanya asam lemak bebas dalam produk minyak goreng, margarin serta minyak ikan. Pengujian diawali dengan menghaluskan sampel (daging ikan dan sambal) menggunakan mortar kemudian ditimbang sebanyak 5 gram. Sampel kemudian dilarutkan dalam ethanol 96% sebanyak 50ml dan dipanaskan di atas *hot plate* serta diaduk untuk membantu proses pelarutan. Sebelum dititrasi, larutan sampel ditetesi dengan larutan indikator yaitu fenoltflaein (PP) sebanyak 3-5 tetes. Kemudian sampel dititrasi menggunakan larutan NaOH hingga warna nya berubah menjadi merah muda dan bertahan selama 10 detik (AOAC International, 2019). Volume titrasi yang didapat pada hasil titrasi dihitung dengan rumus kemudian

diolah secara deskriptif menggunakan Microsoft Excel 2021. Penentuan kadar asam lemak bebas dilakukan mengikuti rumus :

$$\% \text{ FFA} = \frac{28,2 \times M \times V}{W}$$

Keterangan:

M	= molaritas larutan NaOH (0,1 N)
V	= volume larutan NaOH untuk titrasi (ml)
W	= berat sampel (gr)
28,2	= konstanta untuk asam oleat

3.4.4. Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan metode NIR-S (*Near-Infrared Spectrophotometer*) yang beracuan pada metode AOAC Internasional (2007). Alat yang digunakan adalah the FOSS FoodScanTM Meat Analyzer (FOSS, Padova, Italy). Menurut AOAC International (2007) pengujian diawali dengan menghaluskan sampel sebanyak 30 gram ikan beserta sambalnya per perlakuan ke cawan atau wadah sampel. Kemudian baru dinyalakan komputer, diikuti dengan NIRS setelah komputer telah menyala. Alat NIR-S akan menyala jika menekan tombol power yang terdapat di belakang alat hingga lampunya menyala. Selanjutnya masuk ke program NIR-Operator dan masukkan *username* pengguna. Sebelum dimasukkan sampel, harus dilakukan alat FOSS Food Scan harus di SST (*System Suitability Test*) selama 15 menit. Setelahnya baru masukkan sampel ke wadah sampel dengan syarat permukaan harus rata dan tertutup oleh sampel. Pilih *database* yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran sesuai jenis sampel,

yaitu daging olahan. Lalu, cawan sampel diletakkan pada sampel chamber. Setelah itu, dinamai pada sampel yang akan diukur dan mulai diukur dengan cara klik panah hijau, dan data hasil pengukuran akan keluar tidak kurang dari satu menit. Hasil dari pengukuran NIR-S terdiri dari tiga kali data atau triplo (Triyannanto *et al.*, 2019). Kemudian hasil dari pengujian diolah secara diskriptif menggunakan Microsoft Excel 2021 dan dihitung rata-rata serta standar deviasinya.