

**PENGARUH PERBEDAAN KEMASAN *RETORT POUCH* VAKUM DAN
NON VAKUM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN
MIKROBIOLOGI SAMBAL IKAN MANYUNG ASAP
SELAMA PENYIMPANAN**

SKRIPSI

Oleh

DELLA ANINDYA PUTRI



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

PENGARUH PERBEDAAN KEMASAN *RETORT POUCH* VAKUM DAN
NON VAKUM TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN MIKROBIOLOGI
SAMBAL IKAN MANYUNG ASAP
SELAMA PENYIMPANAN

Oleh

DELLA ANINDYA PUTRI
NIM : 23020122120013

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 : Della Anindya Putri

NIM : 23020122120013

Program Studi : Teknologi Pangan

dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **"Pengaruh Perbedaan Kemasan *Retort Pouch* Vakum dan Non Vakum terhadap Karakteristik Fisik dan Mikrobiologi Sambal Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan"** 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: **Ahmad Ni'matullah Al-Baarri dan Yasmin Aulia Rachma.**

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, 3 Februari 2026

Penulis,



(Della Anindya Putri)

Pembimbing Utama

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

Mengetahui:

Pembimbing Anggota

(Yasmin Aulia Rachma, S.TP., M.Sc.)

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : PENGARUH PERBEDAAN KEMASAN
RETORT POUCH VAKUM DAN NON
VAKUM TERHADAP KARAKTERISTIK
FISIK DAN MIKROBIOLOGI SAMBAL
IKAN MANYUNG ASAP SELAMA
PENYIMPANAN

Nama Mahasiswa : DELLA ANINDYA PUTRI

Nomor Induk Mahasiswa : 23020122120013

Program Studi/Departemen : S-1 TEKNOLOGI PANGAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **29 JUN 2026**

Pembimbing Utama



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

Pembimbing Anggota



Yasmin Aulia Rachma, S.TP., M.Sc.

Ketua Program Studi

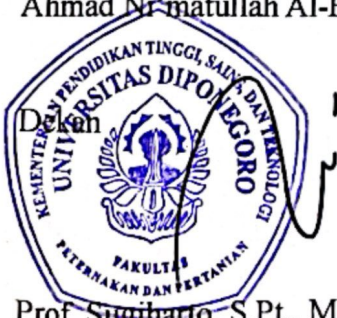


Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



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



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

Ketua Departemen



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

RINGKASAN

DELLA ANINDYA PUTRI. 23020122120013. 2026. Pengaruh Perbedaan Kemasan *Retort Pouch* Vakum dan Non Vakum terhadap Karakteristik Fisik dan Mikrobiologi Sambal Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan (Pembimbing : **AHMAD NI'MATULLAH AL-BAARRI dan YASMIN AULIA RACHMA**)

Sambal ikan manyung asap merupakan produk olahan pangan berbasis ikan yang rentan mengalami penurunan mutu selama penyimpanan, terutama pada aspek fisik dan mikrobiologi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas produk adalah melalui penerapan teknologi pengemasan yang tepat seperti penggunaan kemasan *retort pouch*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis kemasan *retort pouch* vakum dan non vakum terhadap perubahan mutu fisik dan mikrobiologi sambal ikan manyung asap selama penyimpanan suhu ruang.

Penelitian dilakukan pada Desember 2025 sampai dengan Januari 2026. Lokasi penelitian bertempat di *Animal Science Learning Center (ASLC)*, Laboratorium Ilmu & Teknologi Daging Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, dan Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua perlakuan yaitu kemasan *retort pouch* vakum dan non vakum, dengan pengamatan selama 28 hari penyimpanan pada suhu ruang. Parameter yang diamati meliputi karakteristik fisik berupa warna (L^* , a^* , b^*) dan tekstur (*hardness*, *cohesiveness*, dan *springiness*), serta parameter mikrobiologi berupa *Total Plate Count (TPC)*, keberadaan bakteri patogen *Salmonella sp.* dan *Clostridium sp.* Data yang diperoleh dianalisis untuk melihat perubahan mutu selama penyimpanan serta perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama penyimpanan terjadi penurunan mutu fisik yang ditandai dengan perubahan warna dan tekstur, di mana penurunan tersebut lebih cepat terjadi pada kemasan non vakum. Kemasan vakum mampu mempertahankan stabilitas warna dan tekstur lebih baik karena minimnya paparan oksigen yang dapat memicu oksidasi dan degradasi struktur produk. Pada parameter mikrobiologi, kemasan vakum menunjukkan nilai TPC yang lebih rendah dibandingkan non vakum, serta tidak terdeteksinya bakteri patogen pada seluruh perlakuan, sehingga produk masih memenuhi aspek keamanan pangan. Meskipun kemasan non vakum memberikan tampilan produk yang lebih penuh dan menarik secara visual, kemasan vakum terbukti lebih efektif dalam mempertahankan mutu dan keamanan produk selama penyimpanan. Dengan demikian, penggunaan kemasan *retort pouch* vakum direkomendasikan sebagai metode pengemasan yang optimal untuk meningkatkan daya simpan dan kualitas sambal ikan manyung asap.

KATA PENGANTAR

Sambal ikan manyung asap merupakan salah satu produk olahan pangan berbasis hasil perikanan yang mudah mengalami penurunan mutu akibat proses penyimpanan, khususnya dari aspek fisik dan mikrobiologi. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi pengemasan yang tepat salah satunya melalui penggunaan kemasan *retort pouch*. Melalui penelitian ini, penulis berupaya mengkaji pengaruh perbedaan jenis pengemasan vakum dan non vakum terhadap mutu sambal ikan manyung asap selama penyimpanan suhu ruang sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan produk pangan olahan yang aman dan bermutu.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengaruh Perbedaan Kemasan *Retort Pouch* Vakum dan Non Vakum terhadap Karakteristik Fisik dan Mikrobiologi Sambal Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan”. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Wihartati (Alm), perempuan tangguh yang hingga akhir hayatnya senantiasa mencurahkan cinta dan mendoakan penulis. Terimakasih atas segala dorongan dan motivasi yang diberikan kepada penulis hingga saat ini. Setiap langkah di masa depan, penulis percaya akan tetap ada Ibu di dalamnya. Sampai jumpa lagi Ibu, penulis akan terus menjalani hidup dengan penuh kebahagiaan;

2. Keluarga penulis yaitu Ayah Samino, Mas Endra, Mba Dasih, dan seluruh keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi;
3. Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Yasmin Aulia Rachma, S.TP., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama proses penyusunan skripsi;
4. Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknologi Pangan;
5. Setia Budi Muhammad Abduh, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Koordinator Laboratorium Rekayasa Pangan dan Hasil Pertanian dan Siti Susanti selaku Koordinator Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan yang telah banyak memberikan bimbingan kepada penulis;
6. Ulil Afidah, S.Pt., M.Sc. selaku Dosen Wali yang telah banyak memberikan saran kepada penulis;
7. Seluruh Dosen dan Staff Administrasi Program Studi S-1 Teknologi Pangan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah membantu penulis dalam proses belajar maupun pengurusan administrasi;
8. Dr. Ir. Endy Triyannanto, S.Pt., M.Eng., IPM., ASEAN Eng. yang telah membimbing penulis selama menyelesaikan penelitian di Universitas Gadjah Mada;

9. Siska Devi Kusumawati, A.Md.Vet. selaku teknisi laboratorium Animal Science Learning Center dan Mugianton, S.Si., M.Sc. selaku Pranata Laboratorium Ilmu dan Teknologi Daging;
10. Rekan-rekan tim manyung gentong (Alisha, Anjel, Wama), dan teman-teman maba hingga saat ini yang turut membantu penyusunan skripsi;
11. Lelaki menyebalkan dengan nama Argadia yang selalu kebersamai hari-hari penulis, terimakasih atas motivasi, pengertian, dan hiburan selama proses penelitian hingga skripsi ini disidangkan;
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini memiliki keterbatasan dan kekurangan baik dari segi penulisan maupun substansi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, institusi, serta pihak-pihak yang membutuhkan.

Semarang, 3 Februari 2026

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR ILUSTRASI.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. Ikan Manyung.....	5
2.2. Pengasapan Ikan	7
2.3. Olahan Sambal Ikan.....	9
2.4. Kemasan <i>Retort Pouch</i>	11
2.6. Parameter Pengujian	16
 BAB III. MATERI DAN METODE	 23
3.1. Materi	23
3.2. Metode	24
3.3. Analisis Data.....	35
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 36
4.1. Warna.....	36
4.2. Tekstur	43
4.3. <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	53
4.4. <i>Salmonella sp.</i>	56

4.5. <i>Clostridium sp.</i>	58
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	60
5.1. Simpulan.....	60
5.2. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi Kimia Ikan Manyung	7
2. Nilai L^* , a^* , b^* Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan.....	37
3. Nilai <i>Hardness</i> Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan.....	44
4. Nilai <i>Cohesiveness</i> Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan ...	47
5. Nilai <i>Springiness</i> Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan	49
6. Analisis Total Mikroba Sambal Ikan Manyung Asap <i>Retort Pouch</i> Vakum dan Non Vakum Selama Penyimpanan	54
7. Hasil Uji <i>Salmonella sp.</i> Sambal Ikan Manyung Asap <i>Retort Pouch</i> Vakum dan Non Vakum Selama Penyimpanan.....	56
8. Hasil Uji <i>Clostridium sp.</i> Sambal Ikan Manyung Asap <i>Retort Pouch</i> Vakum dan Non Vakum Selama Penyimpanan.....	58

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor	Halaman
1. Ikan Manyung	5
2. Proses Pengasapan Ikan Manyung	8
3. Ikan Manyung Asap Bagian Tubuh dan Bagian Kepala	8
4. Olahan Sambal Ikan Manyung	10
5. Struktur Penyusun Kemasan <i>Retort Pouch</i>	12
6. Diagram Alir Prosedur Penelitian	25
7. Diagram Alir Proses Sterilisasi <i>Retort</i>	29
8. Grafik <i>Lightness</i> Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan	37
9. Grafik A* Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan	38
10. Grafik B* Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan	38
11. Grafik <i>Hardness</i> Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan	44
12. Grafik <i>Cohesiveness</i> Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan	47
13. Grafik <i>Springiness</i> Ikan Manyung Asap Selama Penyimpanan	50

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil Pengamatan L*a*b* Kemasan Vakum	71
2. Hasil Pengamatan L*a*b* Kemasan Non Vakum	72
3. Hasil Pengamatan Tekstur Kemasan Vakum.....	73
4. Hasil Pengamatan Tekstur Kemasan Non Vakum.....	74
5. Hasil Pengujian Total Mikroba Kemasan Vakum	75
6. Hasil Pengujian Total Mikroba Kemasan Non Vakum	76
7. Hasil Pengujian <i>Salmonella sp.</i> Kemasan Vakum	77
8. Hasil Pengujian <i>Salmonella sp.</i> Kemasan Non Vakum.....	78
9. Hasil Pengujian <i>Clostridium sp.</i>	79
10. Dokumentasi Penelitian	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan manyung (*Arius thalassinus*) merupakan ikan laut demersal bernilai ekonomis tinggi yang mengandung asam lemak jenuh 53,52%; asam lemak tidak jenuh tunggal 37,93%; dan asam lemak tak jenuh jamak 2,82% (Setiaboma *et al.*, 2021). Di wilayah pesisir utara Jawa (Pantura) seperti Semarang, Demak, Pati, dan Pekalongan, ikan manyung telah lama dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai produk olahan, seperti mangut kepala manyung, jambal roti, abon, surimi, dan terutama ikan manyung asap (Khamidah dan Swastawati, 2019). Pengolahan menjadi ikan asap dipilih karena mampu memberikan cita rasa khas, meningkatkan nilai tambah, serta memperpanjang daya simpan ikan. Selain itu, produk ikan asap juga telah menjadi bagian dari preferensi konsumsi masyarakat Indonesia karena memiliki aroma dan rasa khas yang disukai serta mudah diolah kembali menjadi berbagai menu siap santap.

Salah satu bentuk diversifikasi produk berbasis ikan manyung asap yang berkembang adalah sambal ikan manyung asap, yaitu produk sambal siap konsumsi yang memadukan sambal berbumbu dengan potongan ikan asap. Pemilihan sambal sebagai bentuk olahan memiliki dasar yang kuat karena sambal merupakan pangan pendamping yang sangat dekat dengan pola konsumsi masyarakat Indonesia. Sambal tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap makanan, tetapi juga berperan dalam meningkatkan cita rasa dan selera makan (Sulistijowati *et al.*, 2022).

Penambahan ikan ke dalam sambal juga dapat meningkatkan nilai gizi, memperkaya cita rasa gurih, serta menciptakan produk olahan bernilai tambah dari komoditas perikanan (Poernomo *et al.*, 2019; Febriyanti dan Qomariyah, 2020). Namun, produk sambal memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi terhadap kerusakan karena penambahan bumbu basah dan proses pengolahan lanjutan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengemasan yang mampu menjaga stabilitas mutu dan keamanan produk.

Kemasan *retort pouch* merupakan kemasan fleksibel yang mampu menciptakan kondisi hermetis sehingga dapat melindungi produk pangan dari masuknya udara, air, dan mikroorganisme dari lingkungan luar (Fadhillah *et al.*, 2024). Teknologi *retort pouch* memiliki beberapa keunggulan seperti tampilan yang praktis, kemudahan distribusi, serta kemampuan memperpanjang umur simpan produk (Permana *et al.*, 2021). Kemasan *retort pouch* dapat diterapkan dalam kondisi vakum maupun non vakum. Kemasan vakum mampu menurunkan oksigen sehingga berpotensi menghambat oksidasi dan pertumbuhan mikroba aerob, sedangkan kemasan non vakum masih menyisakan udara yang dapat mempercepat kerusakan oksidatif dan penurunan mutu sensori, meskipun secara visual memberikan tampilan produk yang lebih penuh dan menarik. Namun, kondisi vakum juga menciptakan lingkungan anaerob sehingga keamanan terhadap bakteri seperti *Clostridium* perlu diperhatikan, terutama pada pangan berasam rendah yang diproses termal. Oleh karena itu, perbandingan kemasan *retort pouch* vakum dan non vakum penting dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kondisi internal

kemasan terhadap karakteristik fisik dan mikrobiologi sambal ikan manyung asap selama penyimpanan suhu ruang.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jenis kemasan *retort pouch* memengaruhi mutu fisik dan mikrobiologi produk olahan ikan asap. Maryati (2025) melaporkan bahwa pada ikan tongkol asap, kemasan vakum menghasilkan nilai TPC lebih rendah serta stabilitas pH dan aktivitas air yang lebih baik dibandingkan non vakum selama penyimpanan dingin. Sasongko dan Masi (2023) juga menunjukkan bahwa sambal ikan tongkol asap dalam kemasan *retort pouch* tetap negatif terhadap ALT, *E. coli*, dan *Salmonella* selama dua bulan penyimpanan. Selain itu, Ricketts *et al.* (2024) melaporkan bahwa kemasan *retort pouch*, terutama vakum, mampu menekan pertumbuhan TVC, *coliform*, dan fungi serta mempertahankan mutu sensori lebih baik dibandingkan non vakum. Temuan tersebut menunjukkan bahwa sistem pengemasan berperan penting dalam menjaga stabilitas mutu produk, meskipun pengaruhnya dapat berbeda tergantung jenis produk dan kondisi penyimpanan.

Meskipun telah banyak diteliti, kajian yang secara spesifik membandingkan kemasan *retort pouch* vakum dan non vakum pada sambal ikan manyung asap selama penyimpanan suhu ruang masih terbatas. Padahal, penyimpanan suhu ruang dapat mempercepat reaksi oksidatif dan pertumbuhan mikroorganisme yang berisiko menurunkan mutu dan keamanan produk. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan dasar ilmiah dalam menentukan metode pengemasan yang efektif dalam mempertahankan mutu dan keamanan produk selama penyimpanan.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh perbedaan jenis kemasan *retort pouch* vakum dan non vakum terhadap karakteristik fisik dan mikrobiologi pada produk sambal ikan manyung asap yang disimpan selama 28 hari di suhu ruang. Secara lebih spesifik, tujuan penelitian ini adalah:

- Menganalisis pengaruh perbedaan kemasan *retort pouch* terhadap karakteristik fisik, yang meliputi tekstur dan warna produk sambal ikan manyung asap.
- Menganalisis pengaruh perbedaan kemasan *retort pouch* terhadap karakteristik mikrobiologi TPC, *Salmonella sp.*, dan *Clostridium sp.* pada produk sambal ikan manyung asap.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh sistem pengemasan terhadap stabilitas mutu produk berbasis ikan. Selain itu, penelitian dapat menjadi referensi bagi pelaku industri pangan, khususnya skala UMKM, dalam menentukan metode pengemasan yang tepat guna meningkatkan daya simpan, mutu, serta keamanan produk olahan ikan asap.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ikan Manyung

Ikan manyung (*Arius thalassinus*) merupakan komoditas ikan laut demersal dari famili *Ariidae* yang memiliki nilai ekonomis penting di Indonesia, sering juga disebut sebagai *Giant Catfish*. Secara taksonomi, ikan manyung termasuk dalam famili *Ariidae*, genus *Arius*, dan spesies *Arius thalassinus*. Ikan dari famili *Ariidae* termasuk kelompok ikan dasar yang memiliki ukuran tubuh relatif besar, sehingga sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pangan (Marbun dan Ghofar, 2017). Potensi ikan manyung cukup besar, produksi tahun 2024 dari perairan Jawa Tengah tertinggi di Kabupaten Batang dilaporkan Departemen Kelautan dan Perikanan (2024) sebanyak 3.732,69 ton dengan nilai Rp 130.644.000. Berikut Ilustrasi 1. Yang memperlihatkan kenampakan ikan manyung dari satu sisi.



Ilustrasi 1. Ikan Manyung

Sumber: www.melekperikanan.com

Secara morfologi, ikan manyung berciri khas memiliki kepala yang memipih, tubuh memanjang tanpa sisik, dan dilengkapi tiga pasang sungut yang berfungsi sebagai organ sensorik untuk mencari makan di dasar perairan (Marbun dan Ghofar,

2017). Karakteristik khas ikan manyung adalah keberadaan *adipose fin*, yaitu sirip tambahan berbentuk jaringan lemak yang terletak di bagian belakang sirip dorsal dan tidak saling terhubung. Sirip punggung, sirip dada, dan sirip dubur masing-masing memiliki satu jari-jari keras yang mengandung bisa. Struktur siripnya lengkap, meliputi sirip dorsal, ventral, pektoral, anal, dan kaudal. Mulut ikan manyung tidak dapat disembulkan dengan posisi terminal. Garis rusuk (*linea lateralis*) berkembang sempurna dan tampak jelas di permukaan kulit karena ikan manyung tidak bersisik serta terletak di atas sirip pektoral. Warna tubuh bagian dorsal umumnya merah sawo atau merah sawo keabu-abuan, sedangkan bagian ventral berwarna putih kemerahan. Ujung sirip punggung dan dubur tampak berwarna lebih gelap. Ikan manyung dikenal dapat tumbuh hingga ukuran besar, dengan panjang umumnya tertangkap antara 250–700 mm dan dapat mencapai hingga 1500 mm. Bobot ikan ini berkisar antara 190–4500 gram pada panjang 195–580 mm, serta 553–5000 gram pada panjang 280–600 mm. Daging ikan manyung memiliki tekstur tebal dan padat, serta dikenal sebagai sumber protein hewani berkualitas tinggi (Abrian *et al.*, 2021).

Ikan manyung jarang dikonsumsi segar dan lebih sering diolah untuk meningkatkan nilai tambah serta memperpanjang umur simpan. Olahan masakan ikan manyung di Indonesia sangat beragam, terutama di wilayah pantura Jawa seperti Semarang, Demak, Pati, dan Pekalongan, di mana ikan ini sering diasap terlebih dahulu untuk rasa khas dan daya tahan. Beberapa olahan masakan berbahan dasar ikan manyung antara lain mangut kepala manyung, ikan asin/jambal roti, abon ikan manyung, dan surimi. Menurut Khamidah dan Swastawati (2019), ikan

manyung dapat diolah menjadi beberapa produk hasil perikanan seperti ikan asin, ikan asap, surimi atau dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan minyak ikan. Ikan manyung banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan ikan asap karena memiliki tekstur daging yang tebal dan kompak, sehingga relatif tahan terhadap proses pemanasan dan pengasapan. Dalam Tabel 1. disajikan kandungan gizi ikan manyung menurut Abrian *et al.* (2021)

Tabel 1. Komposisi Kimia Ikan Manyung

Komposisi Kimia	Jumlah
Protein (g)	12,7 – 21,2
Lemak (g)	0,2 – 2,9
Air (g)	75,1 – 81,1
Abu (g)	0,9 – 1,6
Karbohidrat (g)	0,4 – 0,6
Kalsium (mg)	14,0 – 98,0
Fosfor (mg)	148,0 – 440,0
Magnesium (mg)	34,0
Kalium (mg)	109,0 – 468,0
Vitamin A (IU)	98,0
Vitamin C (IU)	0,0 – 11,7
Riboflavin (B1) (µg)	80,0 – 197,0
Phyridoksin (B6) (µg)	370,0
Thiamin (B1) (µg)	40,0 – 45,0
Niacin (µg)	0,5 – 45,0
Sianokobalamin (B12)	

Sumber: Abrian *et al.* (2021)

2.2. Pengasapan Ikan

Pengasapan adalah metode pengawetan yang memanfaatkan panas dan senyawa kimia dari asap untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Rizkita *et al.*, 2021). Metode ini memanfaatkan asap hasil pembakaran bahan organik seperti kayu keras yang menghasilkan senyawa fenolik, karbonil, dan asam organik. Senyawa fenolik dalam asap berperan sebagai antibakteri dan antioksidan yang

dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Senyawa karbonil berkontribusi dalam pembentukan warna dan aroma khas pada ikan asap, sedangkan asam organik berperan dalam menurunkan pH sehingga membantu menghambat aktivitas mikroba. Berikut Ilustrasi 2. proses pengasapan ikan manyung dan Ilustrasi 3. menyajikan ikan manyung asap yang telah melalui pengasapan.



Ilustrasi 2. Proses Pengasapan Ikan Manyung



Ilustrasi 3. Ikan Manyung Asap Bagian Tubuh dan Bagian Kepala

Sumber: (Marlien *et al.*, 2022)

Pengasapan berfungsi memberikan aroma khas serta memperpanjang daya simpan, terutama pada daging ikan (Setiawan *et al.*, 2024). Peningkatan daya simpan berkaitan dengan penurunan kadar air, dimana kadar air rendah menghambat pertumbuhan mikroba perusak. Penurunan kadar air pada ikan manyung terjadi akibat proses pemanasan selama pengasapan serta penggaraman yang memicu difusi osmosis, sehingga kandungan air dalam jaringan ikan berkurang dan produk menjadi lebih awet (Nofreana dan Lasmi, 2021). Saat pengasapan bakteri pembusuk akan mati terutama karena kombinasi panas,

pengeringan, dan senyawa antimikroba dari asap. Bakteri seperti *Salmonella sp.* dan *Staphylococcus aureus* bisa tidak terdeteksi bila proses pengasapan dan sanitasi ikan berjalan baik (Jeujan, 2022). Selain meningkatkan daya simpan, pengasapan juga memberikan cita rasa dan warna khas tanpa menurunkan kandungan gizi ikan manyung. Menurut Soedarmadji (2025), ikan asap memiliki rasa khas dan aroma sedap spesifik sehingga banyak disukai masyarakat di Indonesia.

Teknik pengasapan ikan menggabungkan metode penggaraman dan pengeringan (Nauli *et al.*, 2024). Teknik pengasapan dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan suhu yang digunakan, yaitu pengasapan panas dan pengasapan dingin. Pengasapan panas dilakukan dengan suhu 70-100°C dan waktu antara 3-8 jam, sedangkan pengasapan dingin dilakukan dengan suhu 30-40°C selama 1-2 minggu dan menghasilkan ikan asap lebih awet karena kadar airnya lebih rendah (Muchtar dan Bahar, 2022). Sebagai bahan baku ikan asap, ikan manyung akan dipisahkan antara bagian tubuh dan kepala. Menurut Swastawati *et al.* (2020), bagian tubuh ikan manyung akan dipotong sesuai dengan ukuran dan ditusuk menggunakan bambu atau lidi agar daging ikan tidak hancur pada saat proses pengasapan, sementara kepalanya akan dibelah menjadi dua bagian.

2.3. Olahan Sambal Ikan

Sambal merupakan salah satu produk pangan tradisional Indonesia yang berbahan dasar utama cabai (*Capsicum sp.*) dan umumnya berfungsi sebagai kondimen atau pelengkap hidangan. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 4865-2018), sambal didefinisikan sebagai produk siap konsumsi dengan wujud

padat atau semi padat yang dibuat dari bahan baku utama cabai yang dihancurkan atau digiling atau dilumatkan dengan penambahan bahan pangan lain. 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. . Ilustrasi olahan sambal ikan manyung asap dapat dilihat pada Ilustrasi 4.



Ilustrasi 4. Olahan Sambal Ikan Manyung

Sumber: UMKM Sha Estu

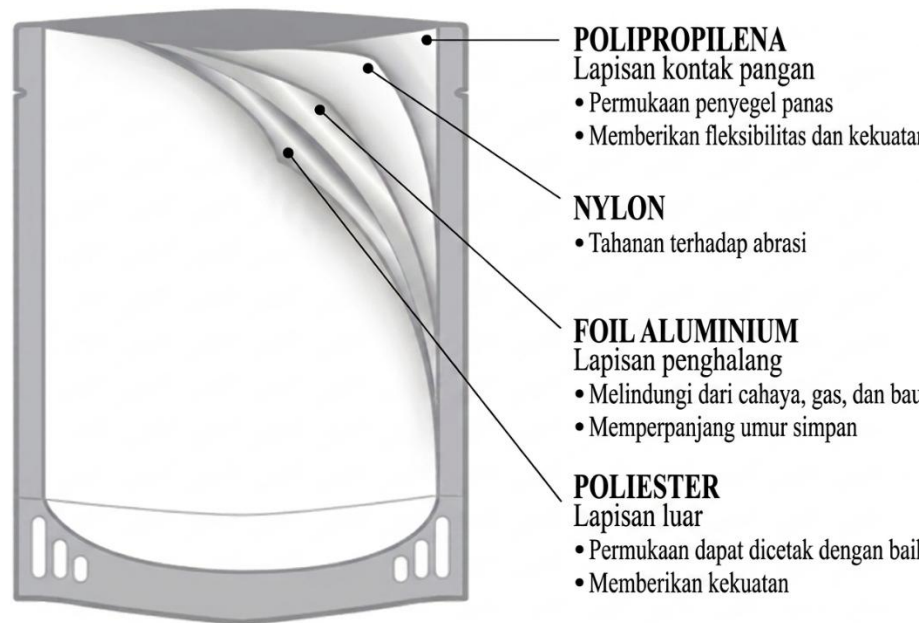
Proses pembuatan sambal ikan manyung cukup sederhana dengan menggunakan bumbu dan rempah yang umum ditemui di Indonesia. Sebagai contoh, Sasongko dan Masi (2023) menjelaskan formulasi sambal ikan yang menggunakan bahan-bahan antara lain ikan asap, bawang putih, bawang merah, cabai rawit, jahe, lengkuas, 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 adalah kemasan fleksibel atau semi kaku yang terbuat dari plastik laminasi tahan panas. *Retort pouch* menawarkan beragam keunggulan termasuk biaya produksi relatif ekonomis, berat kemasan ringan, proses pengisian dan penutupan efisien, kemudahan dalam pembukaan kemasan, kebutuhan ruang penyimpanan lebih minimal, serta fleksibilitas dalam desain (Fadhillah *et al.*, 2024). Kemasan *retort pouch* terdiri dari beberapa lapisan bahan seperti *polyethylene terephthalate* (PET), *aluminium foil*, *nylon*, dan *polypropylene* yang masing-masing memiliki fungsi berbeda. Menurut Triyannanto *et al.* (2025) kemasan *retort pouch* terdiri atas lapisan *polyethylene terephthalate* (PET) yang berfungsi sebagai penahan panas, lapisan *aluminium foil* yang berfungsi sebagai *barrier* terhadap oksigen, cahaya, dan kelembapan, lapisan *nylon* yang berfungsi dalam hal ketahanan, dan lapisan terdalam yang

terbuat dari *polypropylene* berfungsi sebagai perekatan kemasan sehingga dapat menyatu dengan baik. Ilustrasi 5 menyajikan struktur penyusun *retort pouch*.



Ilustrasi 5. Struktur Penyusun Kemasan *Retort Pouch*

Sumber: primepac.com.au

Setiap jenis kemasan yang dapat digunakan dalam proses termal memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing. Kemasan kaleng unggul dalam hal kedap udara serta ketahanannya terhadap suhu tinggi selama proses sterilisasi, namun memiliki bobot yang relatif berat dan kurang ramah lingkungan. Kemasan plastik bersifat ringan, praktis, dan mudah dibentuk, tetapi memiliki ketahanan yang rendah terhadap suhu tinggi serta lebih rentan mengalami kerusakan. Salah satu alternatif kemasan yang banyak digunakan adalah *retort pouch*, yaitu kemasan fleksibel yang mampu menahan suhu tinggi dan memiliki sifat kedap udara yang baik (Fadhillah *et al.*, 2024). Menurut Ikrawan dan Laverta (2025) untuk proses pemanasan pada suhu di bawah 125°C dengan durasi relatif singkat, dapat

digunakan *retort pouch* berbahan *nylon* dua lapis, yang terdiri atas lapisan *nylon* ($\pm 15 \mu\text{m}$) dan CPP ($\pm 60\text{--}100 \mu\text{m}$). Apabila proses pemanasan dilakukan pada suhu lebih tinggi dan waktu lebih lama, menggunakan *retort pouch* berbahan aluminium empat lapis, yaitu PET ($\pm 12 \mu\text{m}$), *Nylon* ($\pm 15 \mu\text{m}$), *Aluminium foil* ($\pm 7\text{--}12 \mu\text{m}$), dan CPP ($\pm 70\text{--}100 \mu\text{m}$).

Sasongko dan Masi (2023) yang meneliti tentang produk ikan tongkol dalam kemasan *retort pouch* menunjukkan stabilitas baik dari segi mikrobiologis maupun sifat fisik-sensoris. Parameter mikrobiologi seperti Angka Lempeng Total (ALT), *Escherichia coli*, dan *Salmonella* menunjukkan hasil negatif sejak awal hingga periode penyimpanan 2 bulan. Karakteristik produk seperti tekstur, rasa, aroma, dan kenampakan cenderung tetap berada pada tingkat kesukaan panelis, dengan nilai hedonik berkisar antara suka hingga sangat suka. Penelitian oleh Mutma'innah *et al.* (2022) menunjukkan produk ikan patin asam pedas yang dikemas dalam *retort pouch* dan diberi proses sterilisasi dapat bertahan dalam suhu ruang dengan perubahan nutrisi dan mikrobiologi yang masih dalam batas aman selama penyimpanan 14 hari.

2.5. Sterilisasi

Sterilisasi adalah proses termal yang bertujuan untuk membunuh semua mikroorganisme patogen dan pembusuk yang dapat tumbuh pada kondisi penyimpanan normal tanpa pendinginan (Wahyu *et al.*, 2024). Target utama pada produk pangan berasam rendah ($\text{pH} > 4,6$) seperti sambal ikan manyung asap adalah spora *Clostridium botulinum*. *Retort* merupakan bejana tekan yang digunakan untuk

memanaskan produk pangan dalam kemasan kedap udara (hermetis) menggunakan uap air panas (*steam*) atau air panas bertekanan. Menurut Kusnandar *et al.* (2023), efektivitas sterilisasi sangat bergantung pada distribusi panas di dalam *retort* dan penetrasi panas ke dalam titik terdingin (*cold point*) produk.

Proses termal dalam pengolahan pangan harus dihitung secara tepat agar kombinasi suhu dan waktu pemanasan mampu menginaktivasi mikroba. Kurniadi *et al.* (2019) menyatakan bahwa *Decimal Reduction Time* (nilai D) didefinisikan sebagai durasi pemanasan dalam satuan menit pada temperatur tertentu yang mampu mereduksi populasi mikroba hingga 90% atau setara dengan satu siklus logaritmik. Sementara itu, nilai Z (*Temperature Coefficient of Microbial Destruction*) mengukur besarnya perubahan suhu yang dibutuhkan demi menggeser nilai D sebanyak satu siklus logaritmik. Nilai F_0 merupakan waktu ekuivalen (menit) pada suhu tertentu yang diperlukan untuk membunuh jumlah mikroba target hingga tingkat yang diinginkan (Higaya Arsyi *et al.*, 2025), dan pada proses sterilisasi diartikan sebagai tingkat sterilitas. Dalam perhitungan proses termal, nilai F_0 umumnya dinyatakan sebagai waktu ekuivalen pada suhu referensi $121,1^{\circ}\text{C}$ yang diperlukan untuk mencapai tingkat inaktivasi mikroba target (Fadhillah *et al.*, 2024). Untuk mencapai sterilisasi komersial yang aman tanpa menurunkan mutu produk akibat pemanasan berlebih, diperlukan validasi proses melalui uji distribusi panas dan uji penetrasi panas. Uji distribusi panas dilakukan untuk menentukan waktu *venting*, *come up time* (CUT), serta lokasi paling lambat menerima panas di dalam *retort* dengan pengukuran suhu menggunakan termokopel dan pencatat data (Kusnandar *et al.*, 2023). Selanjutnya, uji penetrasi panas mengevaluasi kecukupan

panas pada produk dengan memantau profil suhu pada titik terdingin selama proses pemanasan dan pendinginan, di mana data suhu–waktu tersebut digunakan untuk menghitung nilai F_0 . Proses sterilisasi dinyatakan memenuhi persyaratan apabila nilai F_0 yang diperoleh melebihi 3 menit (Wahyu *et al.*, 2024).

Produk pangan yang memiliki viskositas tinggi atau bersifat semi padat seperti sambal umumnya mengalami perpindahan panas secara konduksi yang berlangsung lebih lambat dibandingkan perpindahan panas secara konveksi. Komposisi minyak dan padatan dalam sambal menghambat distribusi panas, sehingga pengaturan suhu *retort* waktu *holding* harus dihitung dengan presisi. Penggunaan *retort pouch* memiliki keunggulan dalam transfer panas karena bentuknya yang tipis (Khairina *et al.*, 2024). Penghampaan udara sebelum penyegelan kemasan meningkatkan efisiensi penetrasi panas. Kondisi non vakum dengan adanya sisa udara di dalam kemasan dapat menyebabkan terbentuknya kantong udara yang menghambat transfer panas secara konduksi. Hal ini juga berisiko menyebabkan tekanan internal yang tinggi saat pemanasan, yang jika tidak diimbangi dengan tekanan balik (*overpressure*) dari *retort* dapat merusak segel kemasan. Selama proses sterilisasi, tekanan di dalam *retort* harus dijaga lebih tinggi daripada tekanan uap air murni pada suhu tersebut. Tekanan yang tidak stabil dapat menyebabkan kemasan pecah atau terjadi *leaking* (kebocoran) pada sambungan *retort pouch*, berisiko menyebabkan rekontaminasi mikrobiologi pasca-proses. Berdasarkan penelitian Mutma'innah *et al.* (2022) pada asam pedas ikan lele yang dikemas dalam *retort pouch*, variasi lama sterilisasi (25 menit) tidak mempengaruhi kadar lemak, kandungan protein, kekerasan tekstur, dan nilai TBA secara signifikan

menunjukkan bahwa parameter fisikokimia dapat dipertahankan jika sterilisasi dan material kemasan diatur dengan baik.

2.6. Parameter Pengujian

Parameter pengujian pada penelitian ini meliputi karakteristik fisik dan mikrobiologis produk, yaitu warna, tekstur, *Total Plate Count* (TPC), serta pengujian bakteri patogen seperti *Salmonella* sp. dan *Clostridium* sp. Parameter tersebut dipilih untuk mengevaluasi mutu produk secara komprehensif selama penyimpanan

2.6.1. Warna

Kualitas makanan biasanya tergantung pada warna yang sesuai dengan kesan berbeda antar panelis (Negara *et al.*, 2016). Warna yang menarik menjadi aspek awal yang memberikan kesan pertama terhadap produk sebelum konsumen menilai rasa dan aroma (Masdar *et al.*, 2023). Pada produk ikan asap dalam kemasan *retort pouch*, perubahan warna terjadi akibat proses pemanasan sterilisasi dan interaksi antara komponen pangan dengan oksigen selama penyimpanan. Pemanasan suhu tinggi dapat menyebabkan reaksi *Maillard*, karamelisasi, dan degradasi pigmen alami seperti melanoidin dan karotenoid yang mengakibatkan penurunan nilai L* (kecerahan) dan pergeseran warna menuju coklat atau gelap. Namun, penelitian Ikrawan dan Laverta (2025) menunjukkan produk yang dikemas dengan *retort pouch* akan memiliki warna yang lebih baik, tidak terjadi penyusutan gizi dan tekstur yang kompak.

Atribut mutu warna diukur intensitasnya secara objektif menggunakan beberapa macam model pengukuran warna, salah satunya adalah standar internasional $L^*a^*b^*$ yang diusulkan oleh *Commision Internationale d'Eclairage* (CIE) atau yang disebut CIELAB (Kurniawan, 2020). Skala warna tersebut menggunakan parameter L^* yang mewakili tingkat kecerahan bernilai 0 untuk hitam dan 100 untuk putih. Parameter a^* mewakili tingkat kehijauan untuk nilai negatif dan kemerahan untuk nilai positif, serta b^* mewakili tingkat kebiruan untuk nilai negatif dan kekuningan untuk nilai positif. Meskipun warna dapat diamati secara visual, penentuan warna secara objektif tetap diperlukan karena penilaian visual bersifat subjektif dan berpotensi menimbulkan bias. Selain itu, pengukuran warna memiliki peran penting dalam memperkirakan terjadinya degradasi warna yang dapat digunakan untuk memprediksi perubahan kimia serta mutu produk pangan (Salehi dan Kashaninejad, 2018).

Penelitian Wahyuni *et al.* (2021) menyebutkan pada kemasan vakum kandungan oksigen di dalam kemasan sangat rendah, sehingga dapat menghambat oksidasi lemak dan pigmen serta memperlambat perubahan warna menjadi coklat atau gelap. Sebaliknya, pada kemasan non vakum oksigen lebih banyak tersedia sehingga mempercepat oksidasi lipid dan pigmen serta mempercepat kemunduran warna. Menurut Negara *et al.* (2016) perubahan warna pada bahan pangan merupakan salah satu indikator adanya aktivitas pertumbuhan mikroorganisme. Peningkatan populasi mikroba menyebabkan terbentuknya koloni yang berdampak pada penurunan mutu visual produk.

2.6.2. Tekstur

Penurunan tekstur selama penyimpanan disebabkan oleh aktivitas enzim proteolitik dan mikroorganisme yang menguraikan protein otot ikan menjadi pepton, peptida, dan asam amino (Maryati *et al.*, 2025). Degradasi protein mengakibatkan kerusakan struktur jaringan otot, sehingga daging ikan menjadi lebih lunak, mudah hancur, dan kehilangan kekompakannya (Suranaya *et al.*, 2022). Penelitian oleh Mutma'innah *et al.* (2022) pada ikan asam pedas dalam kemasan *retort pouch* menunjukkan bahwa variasi waktu sterilisasi memengaruhi perubahan tekstur ikan patin, di mana peningkatan waktu pemrosesan menyebabkan penurunan kekerasan dan kualitas fisik selama penyimpanan akibat denaturasi protein.

Metode yang sering digunakan untuk mengevaluasi karakteristik tekstur produk pangan adalah *Texture Profile Analysis* (TPA) yang memiliki prinsip pengukuran pada uji kompresi (Zhao *et al.*, 2017). Parameter TPA yang dianalisis meliputi *hardness* (tinggi kurva pada kompresi pertama (g)), *adhesiveness*, *fracturability*, *springiness* (jarak pemulihan setelah kompresi pertama (mm)), *gumminess*, serta *chewiness* yang dihitung sebagai hasil perkalian *hardness*, *cohesiveness*, dan *springiness* (g·mm) (Laksono *et al.*, 2019). Parameter yang diukur dalam daging ikan diantaranya *hardness*, *cohesiveness*, *springiness* (Carolina *et al.*, 2025). *Hardness* didefinisikan sebagai kekuatan maksimum yang diperlukan untuk mengkompresi sampel pada siklus pertama, mencerminkan tingkat ketahanan produk terhadap deformasi. *Cohesiveness* mengukur kemampuan sampel mempertahankan kohesi internal selama deformasi, dihitung dari rasio area

kurva kompresi kedua terhadap kurva pertama. *Cohesiveness* menunjukkan sejauh mana produk dapat berubah bentuk sebelum pecah (Fadhillah *et al.*, 2024). *Springiness* menunjukkan elastisitas atau kemampuan sampel kembali ke bentuk asal setelah kompresi.

Penggunaan kemasan vakum dapat menghambat pertumbuhan mikroba aerob penyebab kebusukan seperti *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, dan ragi/jamur aerob (Nasution *et al.*, 2024). Sebaliknya, kemasan non vakum yang masih mengandung udara lebih rentan terhadap pertumbuhan mikroba dan oksidasi (Wahyuni *et al.*, 2021), sehingga menyebabkan kerusakan tekstur lebih cepat ditandai dengan daging ikan yang lembek, berair, dan mudah hancur. Oleh karena itu, perubahan tekstur dapat menjadi salah satu parameter kemunduran mutu sambal ikan manyung asap selama penyimpanan.

2.6.3. Total Plate Count (TPC)

Nilai TPC menunjukkan tingkat kontaminasi mikroba yang berkaitan erat dengan proses pembusukan dan penurunan kesegaran produk pangan (Leiwakabessy *et al.*, 2024). Pada produk ikan asap seperti sambal ikan manyung, nilai TPC yang rendah pada awal penyimpanan menunjukkan bahwa proses pengolahan dan pengemasan masih efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba. Penelitian oleh Putra dan Laksono (2022) pada pindang ikan tongkol dalam kemasan *retort pouch* menunjukkan bahwa tanpa sterilisasi, terjadi kenaikan TPC tertinggi selama penyimpanan 30 hari (hingga log 4,38 CFU/g), sedangkan sterilisasi 5-15 menit menekan peningkatan dan tetap di bawah batas SNI

2717:2017 ($5,0 \times 10^4$ CFU/g). Peningkatan TPC yang signifikan menandakan bahwa produk mulai mengalami kemunduran mutu yaitu dari segi kesegaran, aroma, dan keamanan pangan (Arifin *et al.*, 2024). Produk dengan nilai TPC yang melebihi batas maksimum yang ditetapkan SNI 2725:2013 tentang ikan asap dengan nilai maksimum $5,0 \times 10^4$ dan SNI 4865:2018 tentang sambal dengan nilai maksimum 1×10^4 dianggap tidak layak konsumsi karena berisiko menyebabkan keracunan atau gangguan pencernaan.

2.6.4. *Salmonella* sp.

Salmonella adalah salah satu bakteri patogen yang menimbulkan penyakit *Salmonellosis* (demam tifus, *septicemia* dan *gastroenteriitis*) (Zelpina *et al.*, 2020). *Salmonella* termasuk bakteri Gram negatif fakultatif anaerob yang secara alami banyak ditemukan pada saluran pencernaan manusia dan hewan, sehingga keberadaannya dalam pangan umumnya berkaitan dengan kontaminasi fekal, penanganan bahan baku yang kurang higienis, maupun kontaminasi silang selama proses pengolahan (Teklemariam *et al.*, 2023). *Salmonella* dapat tumbuh pada kisaran suhu sekitar 5–47 °C dengan suhu optimum 35–37 °C, pH 4–9 dengan kondisi optimum mendekati netral, serta memerlukan aktivitas air yang relatif tinggi untuk pertumbuhannya. Kondisi tersebut menjadikan produk pangan berbasis ikan berkelembapan tinggi sebagai media yang berpotensi mendukung kelangsungan hidup *Salmonella* apabila proses pengolahan dan sanitasi tidak dilakukan secara memadai. Bahan baku ikan manyung asap dapat dikontaminasi *Salmonella* dari saluran pencernaan ikan saat proses penyiangan, air pencuci,

lingkungan pengolahan, maupun kontaminasi silang setelah pengasapan. Berdasarkan SNI 2725:2013 untuk ikan asap dengan pengasapan panas dan SNI 4865:2018 tentang sambal, salah satu persyaratan mutu dan keamanan mikrobiologis adalah *Salmonella* negatif dalam 25 gram sampel. Dalam penelitian Jeujanen (2022) yang membahas ikan asap di pasar tradisional menunjukkan hasil uji *Salmonella* negative, menandakan bahwa proses pemanasan selama pengasapan dan pengolahan telah cukup untuk menginaktivasi bakteri patogen tersebut. Oleh karena itu, parameter *Salmonella* digunakan sebagai indikator bahwa produk masih aman secara mikrobiologis selama penyimpanan.

2.6.5. *Clostridium* sp.

Proses termal yang tidak dilakukan dengan benar dapat menyebabkan bakteri *Clostridium* berkembang biak membawa penyakit bawaan makanan yang parah (Habib *et al.*, 2025). *Clostridium* merupakan bakteri anaerob obligat penghasil spora yang sangat tahan terhadap panas dan bersifat patogen karena mampu menghasilkan toksin *botulinum*, salah satu toksin alami paling mematikan pada manusia. *Clostridium* dapat tumbuh dan memproduksi toksin pada pangan dengan kondisi anaerob, pH di atas 4,6, aktivitas air tinggi, serta kandungan garam yang tidak cukup untuk menghambat pertumbuhannya. Pada kelompok proteolitik, *C. botulinum* umumnya tumbuh pada suhu sekitar 35°C, sedangkan kelompok non-proteolitik dapat tumbuh pada suhu lebih rendah bahkan mendekati suhu refrigerasi (Harris dan Dabritz, 2024), sehingga mikroorganisme ini menjadi perhatian utama pada produk pangan rendah asam, terutama produk berprotein tinggi yang dikemas

rapat. Kondisi tersebut relevan dengan produk sambal ikan manyung asap dalam kemasan *retort pouch*, karena penggunaan kemasan vakum dapat menciptakan lingkungan rendah oksigen yang mendukung pertumbuhan bakteri anaerob apabila proses sterilisasi tidak memadai. Oleh karena itu, spora *C. botulinum* menjadi target utama dalam proses sterilisasi komersial pada produk ini. Penggunaan *retort pouch* memungkinkan tercapainya sterilisasi yang efektif melalui kombinasi suhu tinggi (121 °C), tekanan, dan waktu proses yang terkontrol, serta didukung oleh sifat kemasan yang memiliki barrier baik terhadap oksigen dan uap air. Menurut penelitian Mutma'innah *et al.* (2022), sterilisasi *retort pouch* pada produk ikan asam pedas dengan suhu 121 °C selama 15–25 menit mampu menghasilkan produk steril secara mikrobiologis, di mana mikroba patogen tidak terdeteksi.

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025 sampai dengan Januari 2026. Lokasi penelitian bertempat di *Animal Science Learning Center* (ASLC) dan Laboratorium Ilmu & Teknologi Daging Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Pengujian parameter mikrobiologi dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan dan Kalibrasi Yogyakarta.

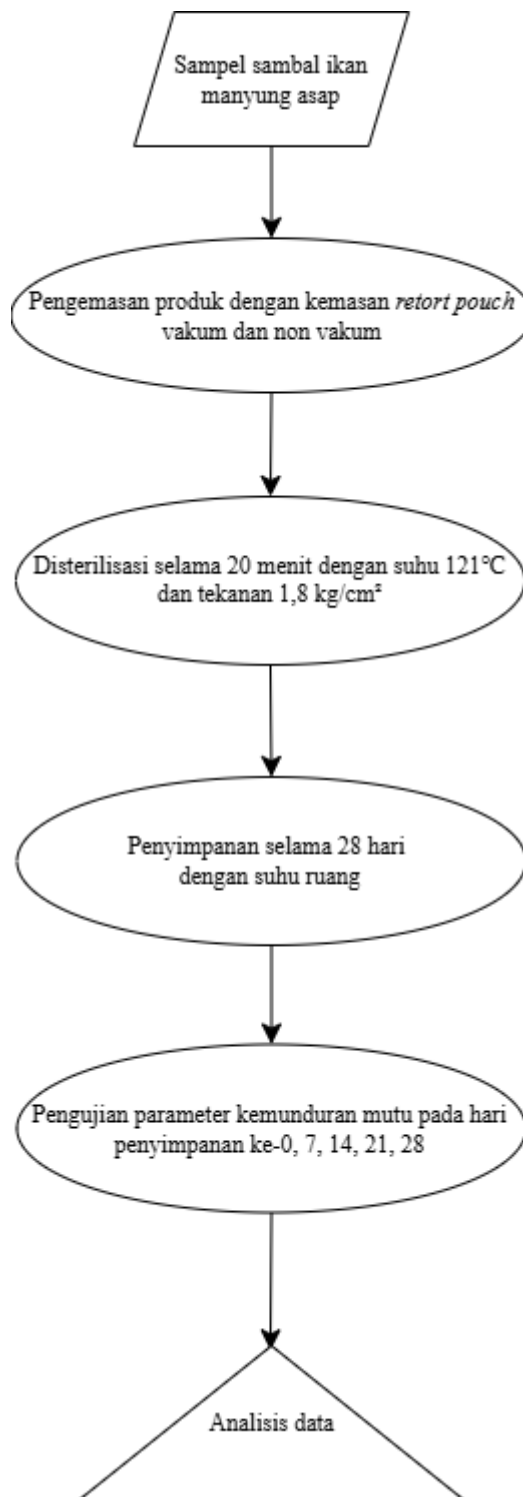
3.1. Materi

Alat yang digunakan untuk preparasi dan pengolahan meliputi wajan, kompor, spatula, gunting, baskom, pisau, talenan, karet gelang, kain kasa, benang kasur, kapas, timbangan analitik (ML204T), gelas beker, gelas ukur, labu erlenmeyer, *vacuum sealer* (Single Chamber Vacuum Packaging Machine tipe DZ-500/2E), mesin *sealer* (FRM-1370AL/M), mesin *retort*, *retort pouch* yang dibeli dari *e-commerce* yaitu Toko Coffee Supplies dengan ketebalan 105 mikron dan berat 500 gram, plastik wrap, plastik PE tahan panas, dan plastik klip. Alat yang digunakan untuk analisis meliputi *chromameter* (Konica Minolta CR-400), *texture analyzer* (Stable Micro System TA.XT Plus C), *stomacher*, *vortex* (Dlab), cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, jarum ose, inkubator, mikropipet, pipet ukur, *autoclave* (Tomy SX-500), *waterbath*, dan *biosafety cabinet level II* (Thermo Scientific 1384-G).

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ikan manyung asap yang diperoleh dari sentra pengasapan ikan Asap Indah (Sentra Pengasapan Wonosari) yang diproses menggunakan metode pengasapan panas tradisional, sambal yang diperoleh dari PT. Sha Estu di Sleman. Bahan kimia dan media yang digunakan meliputi *Buffered Peptone Water* (BPW), *Plate Count Agar* (PCA), *Rappaport-Vassiliadis* (RV) *broth*, *Tetrathionate Broth* (TTB), *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) agar, *Hektoen Enteric* (HE) agar, *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Lysine Iron Agar* (LIA), *Thioglycollate Broth*, *Columbia Blood Agar* 5%, larutan NaCl fisiologis 0,85%, akuades, alkohol 70% dan 96%, serta pereaksi pewarnaan gram (*crystal violet*, lugol, dan safranin).

3.2. Metode

Metode penelitian terdiri dari rancangan percobaan, prosedur penelitian, uji parameter, dan analisis data yang diperoleh dari hasil percobaan. Urutan metode penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Ilustrasi 6.



Ilustrasi 6. Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.2.1. Rancangan penelitian

Rancangan penelitian dilakukan dengan menggunakan dua macam perlakuan dan empat kali ulangan. Perlakuan pertama adalah pengemasan *retort pouch* dengan menggunakan vakum, dan perlakuan keduanya adalah pengemasan *retort pouch* non vakum. Metode analisis yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode analisis berbasis metode eksperimental dengan melakukan analisis secara deskriptif pada data yang didapatkan. Perbandingan dengan literatur lain dan juga parameter lain dalam penelitian ini juga dilakukan guna mempertajam pembahasan.

3.2.2. Prosedur penelitian

Prosedur penelitian meliputi pengisian produk ikan manyung asap dan sambal ke dalam kemasan *retort pouch*, sterilisasi, dan penyimpanan pada suhu ruang.

3.2.2.1. Preparasi sambal ikan manyung asap dalam kemasan *retort pouch*

Ikan manyung asap yang telah dipisahkan dari bagian tulang ditimbang sebanyak 80 g dan dimasukkan ke dalam kemasan *retort pouch*. Selanjutnya ditambahkan sambal sebanyak 68 g. Kemasan vakum kemudian ditutup menggunakan mesin *vacuum sealer* bersuhu 225°C dan tekanan 0,1 MPa, dengan waktu *vacuum* dan *sealing* berturut-turut selama 40 detik dan 3 detik. Kemasan non vakum ditutup menggunakan mesin *sealer* bersuhu 225°C dengan waktu *sealing* selama 10 detik.

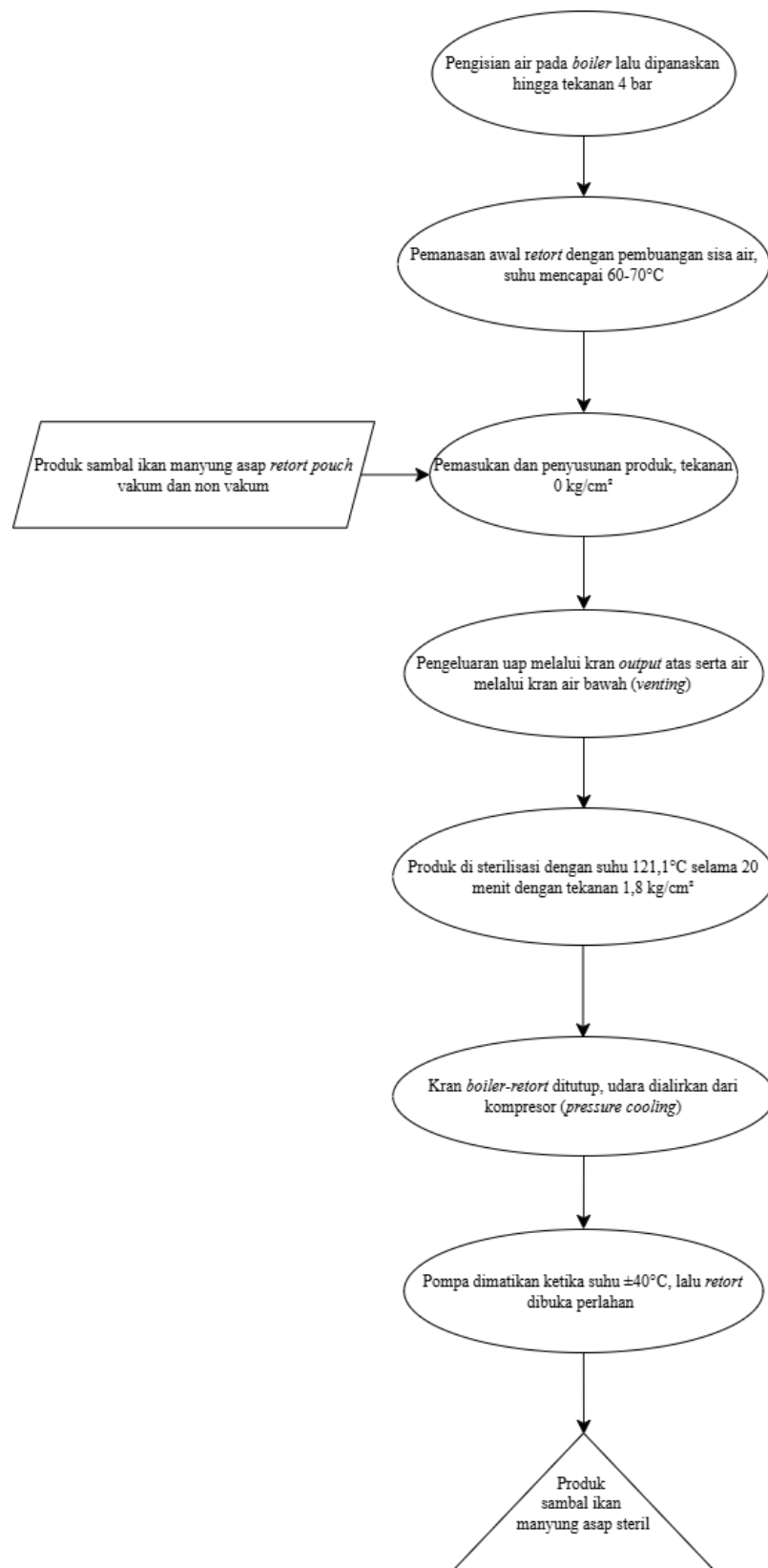
3.2.2.2. Sterilisasi

Proses sterilisasi dilakukan di basement Gedung ASLC Fakultas Peternakan UGM. Proses sterilisasi dilakukan dengan mengacu pada petunjuk operasional peralatan laboratorium dan terdiri atas enam tahap. Tahap pertama yaitu *boiling* air, dilakukan dengan mengisi air ke dalam ketel hingga volume mencukupi dengan membuka kran *output* uap untuk memperlancar aliran. Volume air diamati melalui gelas ukur pada sisi ketel, kemudian kran ditutup dan dilakukan pemanasan menggunakan kompor hingga nyala api berwarna biru. Pemanasan dilanjutkan sampai tekanan *boiler* 4 bar yang ditandai dengan keluarnya uap melalui *safety valve*. Tahap kedua merupakan pemanasan awal *retort* dengan memastikan tabung *retort* tertutup rapat. Kran uap dan air dibuka, kemudian uap panas dialirkan dari *boiler* ke dalam *retort* secara bertahap melalui kran penghubung untuk mengeluarkan sisa air di dalam tabung. Pemanasan dilakukan hingga suhu ruang *retort* mencapai 60–70°C. Tahap ketiga adalah pemasukan produk yang dilakukan setelah kran penghubung *boiler* ditutup dan tekanan di dalam tabung *retort* mencapai 0 kg/cm². Produk dimasukkan ke dalam *retort* dan disusun sedemikian rupa agar distribusi panas merata, kemudian tabung ditutup kembali.

Tahap keempat yaitu proses *venting*, dilakukan dengan membuka sebagian kran penghubung antara *boiling* dan *retort*, dilanjutkan dengan membuka kran *output* atas hingga uap putih keluar serta membuka kran air bawah sampai air habis. Setelah seluruh kran ditutup, proses sterilisasi siap dilakukan. Tahap kelima merupakan proses sterilisasi, dengan meningkatkan suhu secara bertahap dari 70°C hingga 121,1°C dan tekanan dari di bawah 1 kg/cm² menjadi 1,8 kg/cm². Setelah

kondisi tercapai, intensitas api diturunkan dan suhu dipertahankan pada 121,1°C selama 20 menit. Waktu sterilisasi sesuai dengan penelitian Prastowo *et al.* (2019) dalam Sasongko dan Masi (2023) yang menyebutkan waktu sterilisasi optimal terhadap sambal ikan tongkol asap dalam kemasan *retort pouch* yaitu selama 20 menit pada suhu 121°C. Tahap keenam adalah *pressure cooling*, yang diawali dengan menutup kran penghubung *boiler* dan *retort*, kemudian mengalirkan udara dari kompresor hingga tekanan tabung kurang dari 2 kg/cm² dan *safety valve* mengeluarkan uap putih. Pompa air kemudian dinyalakan sambil menjaga tekanan tetap stabil. Pendinginan dilanjutkan hingga suhu *retort* turun di bawah 60°C, kran air bawah dibuka, dan setelah suhu mencapai sekitar 40°C pompa dimatikan sehingga *retort* dapat dibuka secara perlahan.

Berdasarkan tahapan proses sterilisasi yang telah diuraikan, diagram alir pada Ilustrasi 7. disusun untuk mempermudah pemahaman terhadap alur proses secara menyeluruh.

Ilustrasi 7. Diagram Alir Proses Sterilisasi *Retort*

3.2.2.3. Penyimpanan pada suhu ruang (26°C-28°C)

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

3.2.2.4. Pengujian parameter kemunduran mutu

Parameter yang diujikan meliputi parameter fisik yaitu warna, tekstur; dan parameter mikrobiologi TPC, *Salmonella sp.*, *Clostridium sp.*

A. Uji warna

Pengujian warna dilakukan menggunakan alat Chromameter Konica Minolta Inc. Tipe CR-400 dengan sistem koordinat Hunter Lab sesuai dengan metode Gao *et al.* (2019). Prosedur diawali dengan melakukan kalibrasi alat menggunakan plat standar putih (*white calibration plate*) hingga alat menunjukkan status siap digunakan. Sampel disiapkan pada permukaan datar atau wadah sampel, kemudian sensor alat diletakkan tegak lurus tepat di atas permukaan sampel tersebut. Tombol pengukuran ditekan hingga muncul nilai parameter warna pada layar alat. Data analitik yang dicatat meliputi nilai L* yang menunjukkan tingkat kecerahan (skala 0-100), nilai a* yang merepresentasikan koordinat kemerahan (+) atau kehijauan (-), serta nilai b* yang merepresentasikan koordinat kekuningan (+) atau kebiruan (-).

) (Mohammadzadeh *et al.*, 2025). Pengukuran dilakukan secara triplo (tiga kali pengulangan) pada titik yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang representatif.

B. Uji tekstur

Pengujian tekstur dilakukan menggunakan alat Texture Analyzer Stabel Micro System TA.XT Plus C dengan metode *Texture Profile Analysis* (TPA) merujuk pada (Bland *et al.*, 2018). Tahap awal pengujian dilakukan dengan memasang *probe cylinder aluminium* 35mm (P/35) pada alat. Sampel dengan ukuran 2,5 x 2,5 cm diletakkan pada landasan datar tepat di bawah *probe*. Pengukuran dilakukan dengan dua kali siklus kompresi menggunakan parameter kecepatan pra-tes 3 mm/s, kecepatan saat tes 1 mm/s, dan kecepatan pasca-tes 1 mm/s. *Probe* akan bergerak menekan sampel setelah mencapai gaya pemicu (*trigger force*) sebesar 5 g hingga mencapai tingkat regangan (*strain*) sebesar 50% dari tinggi sampel. Terdapat waktu jeda (*dwell time*) selama 5 detik di antara siklus kompresi pertama dan kedua. Data yang diperoleh antara lain *hardness*, *adhesiveness*, *cohesiveness*, *springiness*, *gumminess*, dan *chewiness* (Alamu *et al.*, 2023) kemudian diolah untuk menentukan parameter tekstur sampel.

C. Uji Total Plate Count (TPC)

Pengujian *Total Plate Count* (TPC) mengikuti panduan SNI 2897:2008 dengan prinsip menghitung jumlah mikroba yang terdapat dalam suatu produk melalui penghitungan koloni bakteri yang ditumbuhkan pada media agar pada suhu dan waktu inkubasi yang ditetapkan. Proses pengujian diawali dengan sterilisasi

alat dan bahan dalam autoklaf suhu 121°C selama 15 menit. Sampel sambal disiapkan secara aseptik yaitu dengan menimbang 25 g sampel ke dalam wadah steril. Sampel tersebut kemudian ditambahkan 225 ml larutan NaCl fisiologis dan dihomogenkan menggunakan *stomacher* selama 1 hingga 2 menit untuk memperoleh suspensi dengan pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya, dilakukan pengenceran bertingkat dengan memindahkan 1 ml suspensi pengenceran 10^{-1} ke dalam 9 ml larutan NaCl untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} , dan dilanjutkan hingga pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} . Sebanyak 1 ml suspensi dari pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} dimasukkan ke dalam cawan petri secara duplo, kemudian ditambahkan media *Plate Count Agar* (PCA) yang telah didinginkan hingga suhu 44°C-47°C (Mutiarra *et al.*, 2023). PCA dibuat dengan 2,25 g PCA yang dilarutkan dalam 100 ml akuades. Cawan petri digoyangkan dengan gerakan memutar atau membentuk angka delapan agar media dan suspensi tercampur sempurna, lalu didiamkan hingga memadat. Cawan petri kemudian diinkubasi dalam posisi terbalik pada suhu 36°C selama 24 jam. Setelah masa inkubasi, dilakukan penghitungan jumlah koloni pada setiap seri pengenceran dengan memilih cawan yang memiliki rentang jumlah koloni antara 25 hingga 250.

D. Uji *Salmonella* sp.

Pengujian *Salmonella* sp. dilakukan berdasarkan panduan SNI 2897:2008 yang meliputi empat tahapan utama, yaitu pra-pengayaan, pengayaan selektif, isolasi pada media agar, dan uji penegasan (konfirmasi). Tahap pra-pengayaan diawali dengan menimbang 25 g sampel secara aseptik ke dalam wadah steril,

kemudian ditambahkan 225 ml media *Buffered Pepton Water* (BPW), dihomogenkan menggunakan *stomacher*, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya, dilakukan tahap pengayaan selektif dengan memindahkan 0,1 ml biakan hasil pra-pengayaan ke dalam 10 ml media *Rappaport-Vassiliadis* (RV) untuk diinkubasi pada suhu 42°C selama 24 jam, serta memindahkan 1 ml biakan ke dalam 10 ml media *Tetrathionate Broth* (TTB) untuk diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah masa pengayaan, biakan dari media RV dan TTB masing-masing digoreskan (metode *streak*) pada media agar selektif, yaitu *Xylose Lysine Deoxycholate* (XLD) agar dan *Hektoen Enteric* (HE) agar, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Tahap identifikasi dilakukan dengan mengamati koloni tersangka *Salmonella*, yaitu koloni merah dengan atau tanpa pusat hitam pada media XLD, serta koloni hijau kebiruan dengan atau tanpa pusat hitam pada media HE. Koloni yang diduga *Salmonella* tersebut kemudian diambil menggunakan jarum ose dan diinokulasikan pada media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA) dan *Lysine Iron Agar* (LIA) dengan cara tusuk dan gores, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Hasil positif *Salmonella* pada media TSIA ditandai dengan terbentuknya dasar berwarna kuning (asam), lereng berwarna merah (alkalin), agar tegak, agar miring, gelembung atau celah, serta terbentuk atau tidaknya gas dan H₂S (warna hitam) (Anjelifa *et al.*, 2025), sementara pada media LIA ditandai dengan warna ungu (alkalin) pada seluruh bagian media.

E. Uji *Clostridium* sp.

Pengujian *Clostridium* sp. merujuk pada (Bakhtiary *et al.*, 2018). Sebanyak 25 gram sampel sambal ikan manyung asap ditimbang secara aseptis dan dimasukkan ke dalam kantong *stomacher* berisi 225 mL pengencer steril *Buffered Peptone Water*, kemudian dihomogenkan menggunakan *stomacher* selama $\pm 1-2$ menit hingga diperoleh suspensi homogen. Suspensi sampel selanjutnya diinokulasikan ke dalam *Thioglycollate broth* sebagai media pengayaan untuk bakteri anaerob. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C selama 24–48 jam dalam kondisi anaerob. Untuk seleksi bakteri pembentuk spora, kultur yang telah diinkubasi kemudian diberi perlakuan *heat shock* pada suhu 80°C selama 10 menit. Perlakuan ini bertujuan untuk menginaktivasi sel vegetatif non-spora dan mempertahankan spora bakteri yang resisten terhadap panas. Setelah pendinginan pada suhu ruang, suspensi diinokulasikan pada media *Columbia Agar Blood 5%* dan diinkubasi secara anaerob pada suhu 37°C selama 24 jam (Putri *et al.*, 2024). Koloni yang tumbuh diamati berdasarkan morfologi koloni, sifat hemolisis pada *blood agar*, pewarnaan gram (basil gram positif), dan karakteristik pertumbuhan anaerob. Isolat yang menunjukkan karakteristik bakteri anaerob Gram positif berbentuk batang dan memiliki morfologi khas dinyatakan sebagai dugaan *Clostridium* sp.

3.3. Analisis Data

Data hasil pengamatan ditabulasi dengan menggunakan Microsoft Excel 2021 dengan dihitung rata-rata $\pm$ standar deviasi, kemudian disajikan dalam bentuk grafik *scatter* dengan *trendline* untuk kemudian diuraikan secara deskriptif.