

LAPORAN AKHIR PROYEK INVESTIGASI

**ANALISIS MUTU KEMASAN *RETORT POUCH* PADA
PROSES STERILISASI PRODUK TONGSENG KAMBING**

**YEHEZKIEL SEMBIRING
MUSLICH**



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2023**

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	iv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tongseng Kambing	3
2.2 Kemasan Retort Pouch	3
2.3 Sterilisasi	5
2.4 Autoklaf	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	7
3.3 Tahapan Penelitian	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Nilai Kecukupan Panas	11
4.2 Daya Tahan Kemasan	12
4.3 Kualitas Tongseng Kambing	17
V KESIMPULAN	22
VI SARAN	22
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kombinasi Waktu dan Suhu untuk mencapai $F_0 \geq 3$	11
Tabel 2 Total Waktu Penurunan Suhu Retort	12
Tabel 3 Pengamatan Kerusakan Kemasan Produk	13
Tabel 4 Perubahan Warna Sampel setelah 10 Hari Penyimpanan	17
Tabel 5 Perubahan Rasa setelah Penyimpanan 10 Hari	19
Tabel 6 Perubahan Aroma setelah Penyimpanan 10 Hari	20
Tabel 7 Perubahan Tekstur Daging pada Penyimpanan 10 Hari	20
Tabel 8 Kelayakan Konsumsi Produk	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian	7
Gambar 2 Diagram Alir Preparasi Alat dan Bahan	8
Gambar 3 Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan	9
Gambar 4 Kondisi Kemasan Perlakuan Pertama sebelum Sterilisasi	13
Gambar 5 Kondisi Kemasan Perlakuan Pertama setelah Sterilisasi	14
Gambar 6 Kondisi kemasan perlakuan kedua sebelum sterilisasi	15
Gambar 7 Kondisi kemasan perlakuan kedua setelah sterilisasi	15
Gambar 8 Kondisi kemasan perlakuan ketiga setelah sterilisasi	16
Gambar 9 Kondisi kemasan perlakuan ketiga sebelum sterilisasi	16
Gambar 10 Perubahan warna perlakuan kedua	18
Gambar 11 Perubahan warna perlakuan ketiga	18

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gaya hidup modern mendorong masyarakat untuk melakukan segala kegiatan menjadi lebih cepat, sehingga membutuhkan banyak hal yang lebih mudah dan praktis dalam penggunaannya. Kehidupan modern ini juga mempengaruhi pada bidang kuliner atau makanan sehingga munculnya berbagai inovasi pada makanan. Masyarakat modern sudah sangat sibuk dengan aktivitas yang dilakukan sehingga masyarakat menginginkan segala sesuatu yang instan daripada harus membuat makanan sendiri. Salah satu solusi dari permasalahan tersebut adalah produk *ready to eat* (RTE) atau produk siap makan. *Ready-to-Eat* (RTE) merupakan salah satu inovasi teknologi dalam kemasan makanan. Makanan RTE adalah makanan olahan yang biasanya dikemas dan disajikan atau dikonsumsi saat diperlukan saja (Pachira *et al.* 2021). Salah satu jenis makanan yang dapat dijadikan produk RTE adalah tongseng kambing. Tongseng merupakan salah satu masakan berjenis gulai yang dicampur dengan beberapa sayuran seperti kol, bawang putih, tomat dan dimasak dengan bumbu yang beraroma kuat. Proses pembuatan tongseng kambing tergolong sulit dikarenakan membutuhkan bahan serta bumbu yang banyak dan juga waktu proses memasak yang cukup lama sehingga membuat produk tongseng kambing cocok untuk dijadikan produk RTE.

Pembuatan produk RTE membutuhkan tingkat kebersihan yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan pada produk RTE, makanan akan langsung dimakan oleh konsumen tanpa adanya proses pengolahan lebih lanjut untuk menurunkan nilai mikrobanya. Produk RTE akan disterilisasi terlebih dahulu untuk menghilangkan mikroba yang terdapat pada produk tersebut. Sterilisasi merupakan proses destruksi atau mematikan mikroorganisme yang dapat merusak dan mengurangi umur simpan dari produk. Selain untuk membunuh dan mematikan mikroorganisme, proses sterilisasi juga dapat meningkatkan umur simpan dari produk RTE. Peningkatan umur simpan tersebut akan membantu dalam proses penyimpanan sehingga produk RTE akan dapat bertahan lebih lama.

Proses sterilisasi sendiri ditandai dengan telah tercapainya nilai kecukupan panas pada produk yang dikemas. Nilai kecukupan panas merupakan nilai panas yang dibutuhkan untuk memusnahkan bakteri termasuk spora yang bersifat patogen maupun yang bersifat membusukkan. Kecukupan proses panas produk ditunjukkan oleh nilai F_0 yang diterima oleh produk. F_0 adalah ukuran kecukupan panas untuk proses sterilisasi komersial yang dinyatakan sebagai ekuivalen waktu pemanasan (dalam satuan menit). Nilai F_0 ditentukan berdasarkan suhu dan waktu tinggal produk selama berada pada proses sterilisasi. Nilai F_0 ini menggambarkan waktu (menit) yang dibutuhkan untuk membunuh mikroba target hingga mencapai level tertentu pada suhu tertentu. Nilai F_0 pada sterilisasi komersial adalah minimal 3 menit (Hendrawati 2017).

Faktor lain yang perlu diperhatikan pada produk RTE adalah kemasan yang digunakan. Kemasan yang digunakan untuk mengemas produk RTE harus dapat menahan suhu dari proses sterilisasi. Kemasan yang dapat digunakan adalah *retort pouch*. Kemasan *retort pouch* merupakan kemasan fleksibel berbentuk kantong yang digunakan untuk mengemas produk pangan siap santap (*Meal Ready to Eat*). Kemasan tersebut dibuat dari laminasi aluminium foil dan polimer, tahan terhadap proses sterilisasi (Murniyati 2009). Kemasan yang baik akan meningkatkan kualitas dari produk tongseng kambing RTE serta meningkatkan nilai jual produk RTE kepada masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan *retort pouch* sudah banyak digunakan untuk mengemas produk makanan. Namun terdapat kekurangan pada kemasan *retort pouch* pada saat proses sterilisasi yaitu adanya kemungkinan kerusakan pada kemasan seperti pecah atau kebocoran Sehingga dibutuhkan perlakuan yang tepat untuk mempertahankan kualitas dari kemasan *retort pouch* yang digunakan serta kualitas dari makanan olahan daging kambing yang dikemas dengan kemasan tersebut.

1.3 Tujuan

1. Menentukan perlakuan berupa perbedaan suhu pada autoklaf saat proses sterilisasi terhadap ketahanan kemasan produk akhir
2. Menentukan perlakuan terbaik untuk proses sterilisasi berdasarkan mutu produk olahan daging yang dikemas dengan *retort pouch* yang disterilisasi
3. Memberikan informasi kecukupan panas sterilisasi pada kemasan *retort pouch*.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi terkait perlakuan yang tepat pada proses sterilisasi pada kemasan *retort pouch* untuk menjaga kualitas kemasan tersebut agar tidak terjadi kerusakan atau kebocoran dan makanan yang dikemas didalamnya.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tongseng Kambing

Tongseng merupakan masakan yang berbahan baku daging seperti daging kambing, sapi dan daging lainnya disertai dengan irisan kol, cabai rawit, dan tomat serta kuah yang terbuat dari santan. Tongseng memiliki perpaduan antara rasa gurih, manis dan pedas. Tongseng merupakan kuliner khas Jawa khususnya Jawa Tengah. Tongseng memiliki kesamaan dengan gulai yang membedakannya adalah pada kuah dan daging yang digunakan. Kuah pada tongseng lebih cair dibandingkan kuah gulai yang lebih kentang. Perbedaan yang lebih jelas adalah pada penggunaandagingnya. Tongseng dibuat dengan menggunakan daging yang masih melekat pada tulang, terutama tulang iga dan tulang belakang. Sesuai dengan Namanya, tongseng dibuat dengan cara dioseng. Ciri khas dari tongseng adalah kuahnya yang memiliki rasa yang kaya rempah. Pada pembuatan kuah tongseng, bahan dicampurkan dengan santan. Penambahan santan yang sesuai dapat meningkatkan citarasa dari tongseng.

Salah satu jenis tongseng adalah tongseng kambing yang menggunakan daging kambing sebagai bahan utama yang dimasak dalam kuah tongseng. Tongseng kambing merupakan salah satu jenis makanan yang berjenis asam rendah yaitu pH lebih besar dari 4,6. Pangan yang memiliki asam rendah yang dikemas dengan kemasan kedap udara dan disimpan pada suhu ruang harus melakukan sterilisasi komersial (BPOM 2016). Pada pembuatan tongseng kambing, dibutuhkan formula yang tepat dari berbagai jenis rempah dan bumbu yang digunakan (Suliasih *et al.* 2017). Selain dari formula yang digunakan, hal yang mempengaruhi rasa dari tongseng kambing adalah kualitas dari daging kambing tersebut. Kualitas daging domba yang baik akan meningkatkan kualitas dari tongseng kambing serta meningkatkan daya terima konsumen terhadap produk tongseng kambing yang dibuat.

2.2 Kemasan *Retort Pouch*

Retort pouch merupakan kemasan yang berbentuk kantong yang memiliki sifat fleksibel yang biasa digunakan pada kemasan makanan yang siap untuk dimakan atau RTE. *Retort pouch* terbuat dari laminasi aluminium foil dan polimer serta dibuat tahan terhadap proses sterilisasi. Kemasan berbahan aluminium foil dapat mencegah cairan dan minyak menembus permukaan luar kemasan serta melindungi produk dari kelembaban, udara, bau, cahaya, dan mikroorganisme. Kemasan ini cocok digunakan untuk mengemas produk makanan (Widyamurti 2018). Selain itu, kemasan aluminium foil memiliki kelebihan karena bersifat impermeable (tidak dapat ditembus) oleh cahaya, gas, air, bau, dan bahan pelarut yang tidak dimiliki oleh bahan pengemas fleksibel lainnya (Saolan *et al.* 2020).

Karakteristik yang penting untuk mendapatkan retort pouch yang baik adalah penyerapan gas (oksigen) rendah, penyerapan uap air rendah, sifat hidrofilik rendah, dapat disegel dengan panas dan tahan sterilisasi, tahan terhadap lemak, minyak dan komponen makanan lainnya, mempunyai kekuatan fisik supaya tahan terhadap kerusakan fisik selama pengepakan, retorting, penyimpanan dan distribusi (robek, berlubang, dan terkikis), bahan untuk laminating harus tidak dapat berpengaruh terhadap makanan, dan dapat menghalangi cahaya. *Retort pouch* memiliki prinsip yang sama dengan kaleng yaitu dapat bertahan pada suhu ruang dalam waktu yang lama setelah melewati proses sterilisasi, namun harga pengemas seperti kaleng tergolong lebih mahal sehingga produk yang dikemas dengan kemasan tersebut menjadi lebih mahal. Dengan berkembangnya retort pouch processing maka proses menjadi lebih efisien terutama berkenaan dengan penetrasi panas. Produk lebih praktis, bila memerlukan pemanasan sebelum dikonsumsi tinggal memasukkan di dalam air mendidih dan produk yang dihasilkan dapat dijual dengan harga yang lebih murah.

Retort pouch dapat diklasifikasikan berdasarkan waktu dan suhu sterilisasi yaitu *retort pouch* yang dapat disterilisasi dengan suhu tinggi dan waktu yang singkat *High Temperature Short Time* (HTST), suhu antara 120–35°C, *Ultra High Temperature* (UHT), suhu antara 135–150°C. Waktu sterilisasi untuk masing-masing suhu tersebut adalah sebagai berikut: di atas 120°C, sekitar 30 menit, di atas 135°C, sekitar 10 menit, di atas 150°C, sekitar 1–2 menit (Murniyati 2009). Jenis dari *retort pouch* akan mempengaruhi ketahanan kemasan tersebut pada saat proses sterilisasi. Pada kemasan retort pouch dapat terjadi kebocoran akibat proses sterilisasi yang sudah melewati titik kritis dari kemasan *retort pouch* tersebut. Kerusakan-kerusakan yang dapat terjadi pada kemasan *retort pouch* akibat titik kritis penggunaan kemasan adalah kebocoran pada kemasan serta kerusakan daya rekat dari *seal* kemasan akibat proses thermal pada proses sterilisasi (Ningrum *et al.* 2018).

Kemasan *retort pouch* sendiri memiliki kelebihan yaitu pada lapisannya yang tipis. Karena mempunyai lapisan yang tipis, pengemas *retort pouch* akan lebih cepat dalam memindahkan panas menuju *critical point*. Selama proses, *retort pouch* akan mempercepat penetrasi panas yang dibutuhkan untuk sterilisasi dengan *minimal over cooking* dari produk. Hal tersebut dapat mengurangi energi yang diperlukan. *Retort pouch* juga memiliki kelebihan yaitu lebih mudah pada proses distribusi sehingga menurunkan biaya transportasi serta lebih mudah dibawa. Penampakan visual dari *retort pouch* juga lebih menarik sehingga akan menaikkan harga jual dari produk yang dikemas. Selain kelebihan tersebut, kemasan *retort pouch* juga memiliki beberapa kelemahan yaitu proses pengisian yang lebih lambat dan lebih rumit apabila dibandingkan dengan menggunakan kaleng. Kemasan *retort pouch* juga sangat mudah tertusuk sehingga membutuhkan perlindungan tambahan untuk distribusinya.

2.3 Sterilisasi

Sterilisasi didefinisikan sebagai proses yang dapat memberikan inaktivasi mikroorganisme yang hampir lengkap (termasuk spora). Sterilisasi adalah hal yang paling penting dalam proses pengolahan makanan RTE. Proses ini bertujuan untuk menghancurkan mikroba pembusuk dan patogen serta dapat membuat produk menjadi matang dengan tekstur dan cita rasa sesuai dengan yang diinginkan (Chinesta *et al.* 2018). Sterilisasi merupakan salah satu contoh dari proses termal. Proses termal dalam suatu pengolahan pangan bertujuan untuk memperpanjang keawetan produk pangan dengan membunuh mikroba pembusuk dan patogen, memperbaiki mutu sensori, melunakkan produk, meningkatkan daya cerna protein dan karbohidrat, dan menghancurkan komponen-komponen yang tidak diperlukan (Yuswita 2014). Peranan sterilisasi pada proses produksi suatu pangan adalah untuk menjamin keamanan terhadap pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang umur simpan (Wijayanti 2010). Terdapat dua jenis sterilisasi pada produk pangan yaitu sterilisasi total dan sterilisasi komersial. Kondisi sterilisasi total adalah kondisi dimana mikroorganisme mati secara sempurna sehingga tidak akan bisa melakukan perkembangbiakan kembali di kondisi apapun. Beberapa kasus di industri pangan, kondisi sterilisasi total sulit untuk dicapai sehingga digunakan sterilisasi komersial (Widowati *et al.* 2018).

Sterilisasi yang digunakan pada umumnya adalah sterilisasi komersial. Steril komersial adalah kondisi yang dapat dicapai melalui perlakuan inaktivasi spora dengan panas dan/atau perlakuan lain yang cukup untuk menjadikan pangan tersebut bebas dari mikroba yang memiliki kemampuan untuk tumbuh dalam suhu ruang (*non-refrigerated*) selama distribusi dan penyimpanan. Sementara, pangan steril komersial memiliki definisi pangan berasam rendah yang dikemas secara hermetis, disterilisasi komersial dan disimpan pada suhu ruang. Sterilisasi komersial harus dilakukan pada kisaran suhu sterilisasi yaitu 121°C pada waktu tertentu dimana panas yang diberikan cukup untuk menghancurkan bakteri patogen tetapi tidak cukup untuk menurunkan kualitas gizi dan organoleptik makanan yang dikemas (Nurhikmat *et al.* 2016). Produk yang disterilisasi akan memiliki umur simpan yang lebih panjang pada suhu ruangan. Pemanasan pada proses sterilisasi komersial dilakukan pada suhu lebih dari 100 °C dalam waktu yang cukup untuk membunuh spora bakteri. Sterilisasi komersial harus memberikan nilai $F_0 \geq 3,0$ menit, yang dihitung terhadap spora *Clostridium botulinum*. Pangan steril komersial dikemas dalam kemasan kedap udara/hermetis (Widowati *et al.* 2018). Contoh kemasan yang dapat digunakan untuk pangan sterilisasi komersial adalah *retort pouch*, kaleng, dan gelas. Kemasan ini dipilih karena kemasan ini dapat membatasi kadar oksigen pada pangan agar bakteri obligat aerob tidak dapat tumbuh.

Sterilisasi komersial di industri pangan biasanya dapat dicapai melalui dua metode yaitu menggunakan Retort dan UHT (*Ultra-High-Temperature*) (Li dan Farid 2016). Namun kedua metode tersebut kurang sesuai jika diimplementasikan pada industri pangan kecil menengah sehingga terdapat metode alternatif yang lain yaitu sterilisasi dengan menggunakan autoklaf.

2.4 Autoklaf

Autoklaf adalah suatu alat pemanas tertutup yang digunakan untuk mensterilkan suatu alat dan benda dengan menggunakan uap bersuhu dan bertekanan tinggi biasanya suhu yang digunakan yaitu 121°C dan bertekanan 15 lbs. Autoklaf digunakan terutama untuk membunuh endospora, yaitu sel resisten yang diproduksi oleh bakteri. Ketika sumber panas dinyalakan, air dalam autoklaf lama kelamaan akan mendidih dan uap air yang terbentuk akan mendesak udara yang mengisi autoklaf. Setelah semua udara dalam autoklaf diganti dengan uap air, katup uap/ udara ditutup sehingga tekanan udara dalam autoklaf naik. Pada saat tercapainya tekanan dan suhu yang sesuai maka proses sterilisasi dimulai dan timer akan mulai menghitung, waktu mundur. Setelah proses sterilisasi selesai, maka sumber panas dimatikan dan tekanan dibiarkan turun perlahan hingga mencapai 0 psi. Autoklaf tidak boleh dibuka sebelum tekanan mencapai 0 psi. Penggunaan autoklaf untuk proses sterilisasi sudah banyak digunakan pada industri. Hal tersebut dikarenakan autoklaf yang dapat mencapai suhu standar untuk kecukupan panas proses sterilisasi yaitu 121°C.

Kemasan yang digunakan untuk mengemas produk pada saat sterilisasi dengan menggunakan autoklaf harus tahan terhadap peningkatan suhu yang konstan serta peningkatan tekanan yang terjadi dalam autoklaf. Apabila kemasan tidak dapat bertahan terhadap suhu serta tekanan, maka kemasan tersebut dapat bocor ataupun pecah. Hal tersebut dikarenakan tingginya suhu yang terdapat pada autoklaf pada saat proses sterilisasi. Tekanan dalam autoklaf yang stabil juga dapat merusak kemasan maupun produk yang terdapat didalamnya sehingga pada saat pengemasan produk tidak boleh terdapat kebocoran pada kemasan. Salah satu contoh kemasan yang dapat digunakan untuk proses sterilisasi dengan autoklaf adalah *retort pouch*. Sesuai dengan namanya, kemasan *retort pouch* memiliki ketahanan terhadap suhu retort atau autoklaf yang tinggi serta tekanan yang tinggi juga.

III METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan mulai dilakukan pada tanggal 9 September 2022. Pelaksanaan penelitian akan dilakukan di Laboratorium IPB University tepatnya di Laboratorium TIN. Laboratorium yang akan digunakan yaitu Laboratorium Pengemasan dan Laboratorium DIT.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah produk olahan dari daging kambing yang sudah siap pangan atau RTE berupa tongsseng kambing yang dikemas dengan menggunakan kemasan *retort pouch*. Alat yang digunakan adalah autoklaf dan *sealer*.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.

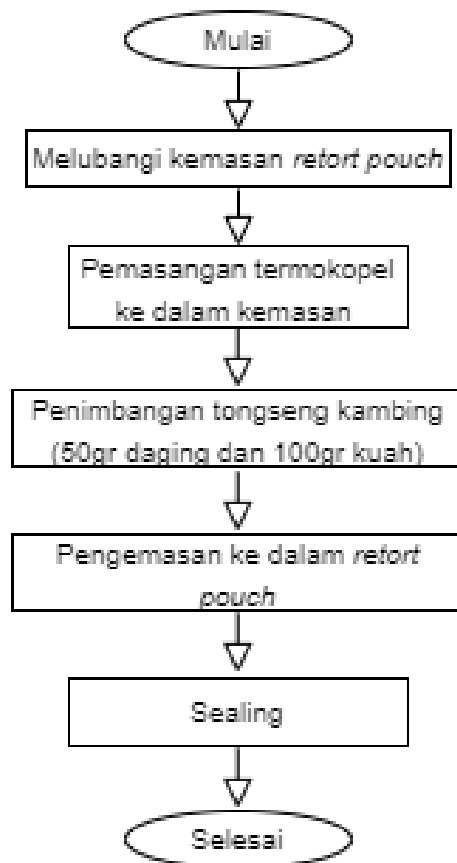


Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.3.1 Persiapan Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang perlu dipersiapkan adalah produk tongseng kambing 150gr dengan rincian 50gr daging dan 100gr kuah tongseng.. Selain produk, bahan yang perlu dipersiapkan juga adalah kemasan kemasan *retort pouch* 250 gr yang tahan panas dengan ukuran 13x19 cm, ketebalan 120 mm dengan lapisan nilon, *propylene*, *polyester*, dan laminasi alumunium. Alat yang perlu dipersiapkan yaitu *foot sealer*, timbangan digital, thermocopel, autoklaf, gelas piala, laptop, modul untuk thermocopel, keranjang sterilisasi.

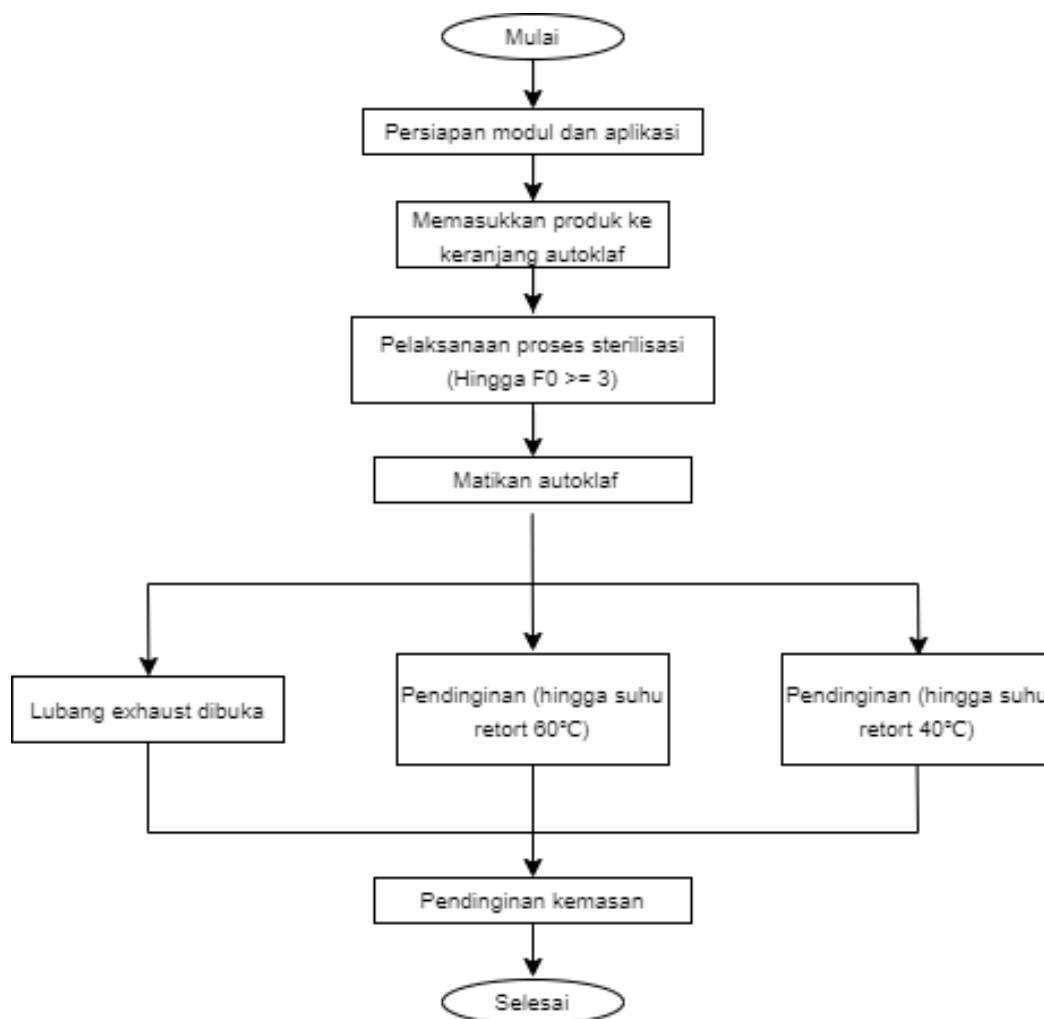
Penggunaan modul dan thermocopel digunakan untuk mengetahui angka kecukupan panas yang terdapat dalam produk. Thermocopel memiliki sensor suhu pada ujungnya sehingga dapat mengetahui suhu dari produk dalam kemasan dan nilai F_0 dapat dihitung dengan modul. Oleh karena itu, perlu diadakannya preparasi untuk memasukkan thermocopel kedalam kemasan produk.



Gambar 2 Diagram Alir Preparasi Alat dan Bahan

3.3.2 Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan pengukuran berat dari bahan yaitu produk hasil olahan daging kambing/domba. Kemudian produk dimasukkan kedalam kemasan *retort pouch* lalu kemasan di *seal* dengan menggunakan *sealer*. Setelah kemasan di *seal* lalu dimasukkan kedalam autoklaf untuk melakukan proses sterilisasi. Lalu kemasan dikeluarkan untuk didinginkan. Proses sterilisasi dilakukan dengan tiga perlakuan yaitu pada saat F_0 sudah mencapai tiga, perlakuan pertama yaitu lubang *exhaust* langsung dibuka, kedua, *exhaust* dibuka pada saat suhu telah mencapai 60°C , dan ketiga *exhaust* dibuka pada saat suhu telah mencapai 40°C .



Gambar 3 Diagram Alir Pelaksanaan Percobaan

3.3.3 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada saat kemasan di sterilisasi di dalam autoklaf hingga kemasan dikeluarkan dari autoklaf. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui apakah kemasan rusak atau pecah pada saat proses sterilisasi. Selain pengamatan pada kemasan, pengamatan dilakukan juga pada produk yang dikemas. Setelah disterilisasi, kemasan disimpan selama beberapa hari kemudian dibuka untuk mengetahui kualitas dari produk yang dikemas.

3.3.4 Pengolahan Data

Data hasil pengamatan yang sudah didapat kemudian diolah sehingga memudahkan untuk memahami data tersebut. Data yang didapatkan digunakan untuk mengetahui pengaruh dari waktu dan suhu terhadap ketahanan dari *retort pouch*. Selain data yang didapat dari hasil percobaan, penggunaan literatur seperti jurnal dan literatur lainnya dapat digunakan untuk mendukung hasil percobaan.

3.3.5 Pelaporan Hasil Penelitian

Laporan hasil penelitian berisi seluruh kegiatan yang dilakukan seperti percobaan serta hasil yang didapatkan pada saat percobaan dan dibuat dalam bentuk tertulis.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Nilai Kecukupan Panas

Pengujian kemasan *retort pouch* dilakukan dengan memperhatikan nilai kecukupan panas. Nilai kecukupan panas diperlukan untuk mengetahui jumlah panas yang terdapat ke dalam produk yang dikemas. Salah satu faktor penting dalam kecukupan panas yaitu F_0 , dimana nilai F_0 ini menggambarkan waktu (menit) yang dibutuhkan untuk membunuh mikroba target hingga mencapai level tertentu pada suhu tertentu. Nilai F_0 pada sterilisasi komersial adalah minimal 3 menit untuk membunuh spora *Clostridium botulinum* (Kusnandar 2010).

Tabel 1 Kombinasi Waktu dan Suhu untuk mencapai $F_0 \geq 3$

Perlakuan	Waktu (Menit)	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)
1 (Langsung)	62	109,60
2 (Suhu retort 60°C)	40	110,71
3 (Suhu retort 40°C)	37	116,17

Tabel 1 diatas menunjukkan kombinasi waktu dan suhu yang dibutuhkan untuk mencapai nilai $F_0 \geq 3$. Nilai F_0 adalah jumlah waktu (dalam menit) pada suhu tertentu yang diperlukan untuk menghancurkan semua mikroba (Kurniadi *et al.* 2018). Penentuan nilai $F_0 \geq 3$ dikarenakan nilai tersebut merupakan nilai standar dari sterilisasi komersial yang dimana pada nilai tersebut menggambarkan waktu yang dibutuhkan untuk membunuh mikroba target yaitu spora *Clostridium botulinum* hingga mencapai level tertentu. Hal tersebut juga terdapat dalam peraturan BPOM tahun 2021 dimana sterilisasi komersial yang menggunakan proses panas 4 harus memberikan kecukupan proses setara dengan nilai $F_0 \geq 3,0$ (tiga koma nol) menit dihitung terhadap spora *Clostridium botulinum*. Nilai F_0 yang tidak mencapai ≥ 3.0 maka dapat disimpulkan bahwa proses termal yang dilakukan tidak tercapai sehingga produk yang di sterilisasi tidak dapat diperjualbelikan ke masyarakat.

Kombinasi suhu standar pada proses sterilisasi untuk mendapatkan nilai $F_0 \geq 3$ adalah 121°C selama 15 menit (Maherawati 2022). Angka tersebut juga sudah diatur didalam peraturan BPOM untuk mencapai nilai F_0 minimal. Penggunaan kombinasi dan suhu tersebut karena telah tercapainya tekanan 1 atm. Berdasarkan tabel 1 diketahui juga bahwa suhu yang digunakan pada proses sterilisasi tidak sama dan tidak stabil. Hal tersebut dikarenakan terjadinya kebocoran pada autoklaf pada saat proses sterilisasi sehingga mengakibatkan tidak tercapainya suhu maksimal pada proses sterilisasi yaitu 121°C . Kebocoran pada autoklaf dikarenakan tidak adanya lubang untuk memasukkan kabel thermocopel sehingga thermocopel dimasukkan melalui penutup autoklaf dan

tutup autoklaf tidak dapat tertutup sempurna. Tidak tertutupnya autoklaf secara sempurna mengakibatkan uap panas keluar.

Tabel 2 Total Waktu Penurunan Suhu Retort

Perlakuan	Waktu Penurunan Suhu (menit)	Total F_0
1 (Suhu retort 60°C)	80	5,9
2 (Suhu retort 40°C)	163	7,6

Lama proses sterilisasi ditentukan oleh suhu yang digunakan. Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa semakin tinggi suhu pada proses sterilisasi maka semakin cepat juga produk untuk mencapai nilai $F_0 \geq 3$ dan semakin rendah suhu maka akan semakin lama juga proses sterilisasi tersebut. Hal tersebut dikarenakan apabila suhu yang digunakan rendah maka panas dari *retort* atau autoklaf akan semakin sulit dan semakin lama untuk masuk kedalam produk yang dikemas. Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk menurunkan suhu *retort* atau autoklaf sehingga sesuai dengan perlakuan yang dilakukan. Akibat dari waktu penurunan suhu yang cukup lama, maka produk yang terdapat didalam autoklaf semakin lama terpapar dari panas autoklaf sehingga meningkatnya nilai F_0 pada produk menjadi lebih tinggi. Waktu penurunan suhu autoklaf yang cukup lama dikarenakan tidak adanya katup mengalirkan air untuk menurunkan suhu dari autoklaf. Hal tersebut dikarenakan autoklaf yang digunakan bukan autoklaf yang khusus digunakan untuk proses sterilisasi. Semakin tinggi nilai dari F_0 maka dapat mengubah tingkat kematangan dari produk yang dikemas karena panas yang diterima produk akan semakin banyak dan dapat mengubah tekstur dari makanan.

4.2 Daya Tahan Kemasan

Pengujian kemasan dilakukan dengan memperhatikan variabel suhu dan tekanan dari autoklaf pada saat nilai F_0 sudah mencapai nilai minimum yaitu ≥ 3 . Perlakuan yang dilakukan yaitu autoklaf langsung dibuka sesaat setelah proses sterilisasi selesai, autoklaf dibuka saat suhu autoklaf sudah mencapai 60°C dan autoklaf dibuka saat suhu autoklaf sudah mencapai 40°C. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari variabel suhu dan tekanan autoklaf atau *retort* tersebut terhadap daya tahan kemasan pada saat proses sterilisasi yang dilihat dari kerusakan yang terjadi yaitu pecah atau tidaknya kemasan *retort pouch* setelah selesai proses sterilisasi. Perlakuan dengan kerusakan kemasan paling kecil akan menjadi perlakuan terbaik yang digunakan untuk proses sterilisasi kemasan *retort pouch*.

Tabel 3 Pengamatan Kerusakan Kemasan Produk

Perlakuan	Kebocoran pada kemasan	Kemasan Gembung
1	Terjadi kebocoran	Tidak
2 (60°C)	Tidak terjadi kebocoran	Ya
3 (40°C)	Tidak terjadi kebocoran	Tidak

Tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi kerusakan pada kemasan *retort pouch* pada proses sterilisasi. Pada ketiga perlakuan yang digunakan, terdapat perlakuan yang dimana mengalami kerusakan yaitu kebocoran pada kemasan. Pada perlakuan pertama yaitu dengan perlakuan lubang *exhaust* langsung dibuka saat nilai F_0 sudah ≥ 3 , kemasan *retort pouch* mengalami kebocoran pada sisi samping dari kemasan. Kebocoran yang terjadi dikarenakan adanya lubang yang terbuka disisi kemasan. Kebocoran pada kemasan *retort pouch* sendiri dapat terjadi karena beberapa factor yaitu terjadinya perubahan tekanan secara signifikan akibat langsung dibukanya lubang *exhaust* pada autoklaf. Kerusakan fisik kemasan umumnya pada lapisan seal berupa kebocoran atau kerusakan daya rekat yang diakibatkan oleh tekanan internal akibat pengembangan bahan yang cukup kuat sementara kekuatan kemasan *retort pouch* terbatas. Akibat dari kebocoran tersebut maka perlakuan pertama tidak dapat dilakukan untuk proses sterilisasi.



Gambar 4 Kondisi Kemasan Perlakuan Pertama sebelum Sterilisasi



Gambar 5 Kondisi Kemasan Perlakuan Pertama setelah Sterilisasi

Perlakuan kedua dan perlakuan ketiga tidak menunjukkan adanya kebocoran pada kemasan *retort pouch*. Pada tabel 3 diketahui bahwa pada perlakuan dua terjadi pengembangan kemasan *retort pouch* dan pada perlakuan tiga tidak terjadi pengembangan kemasan. Pengembangan kemasan dapat terjadi dikarenakan adanya *thermal shock*. *Thermal shock* merupakan perubahan temperatur yang sangat cepat pada kemasan saat proses sterilisasi. *Thermal shock* yang disebabkan oleh external pressure dari autoklaf dapat menyebabkan kemasan *retort pouch* rusak, cacat, bahkan pecah. Pemanasan suatu bahan pada temperatur tinggi akan memengaruhi sifat dasar salah satunya adalah pemuaian termal yang diakibatkan oleh panas dari autoklaf (Sari 2017). Pemuaian tersebut dapat mengakibatkan produk memuainya volume dari produk tonggeng kambing yang terdapat dalam kemasan *retort pouch*. Semakin tinggi perubahan suhu yang terjadi maka semakin besar pula pemuaian yang dapat terjadi pada produk. Salah satu cara mengurangi kemungkinan *thermal shock* adalah dengan melakukan *pra-treatment* sehingga perubahan suhu antara produk dengan autoklaf tidak terlalu besar.



Gambar 6 Kondisi kemasan perlakuan kedua sebelum sterilisasi



Gambar 7 Kondisi kemasan perlakuan kedua setelah sterilisasi

Faktor lain yang dapat menyebabkan terjadinya pengembangan pada kemasan *retort pouch* adalah kesalahan pada proses *sealing* atau penyegelan kemasan. *Sealing* perlu dilakukan untuk menghilangkan gas yang terdapat dalam kemasan. Proses penghilangan gas dilakukan agar gas dalam kemasan tidak

mengalami ekspansi akibat suhu dan tekanan yang tinggi. Ekspansi tersebut dapat mengakibatkan kemasan mengembang hingga pecah. Pada saat proses *seal* dari produk dengan perlakuan dua, udara yang terdapat dalam kemasan tidak dikeluarkan sepenuhnya dari kemasan sehingga terjadi ekspansi dari gas akibat tekanan dan suhu yang tinggi. Proses penyegelan atau *sealing* juga harus memperhatikan kerapatan dari *seal* karena tekanan yang tinggi dapat mengakibatkan terlepasnya *seal* apabila tidak rapat.



Gambar 8 Kondisi kemasan perlakuan ketiga setelah sterilisasi



Gambar 9 Kondisi kemasan perlakuan ketiga sebelum sterilisasi

4.3 Kualitas Tongseng Kambing

Produk hasil sterilisasi dapat bertahan saat disimpan pada suhu ruang. Hal tersebut dikarenakan bakteri pembusuk dari produk telah dibunuh pada saat proses sterilisasi. Berdasarkan percobaan, kualitas produk yang akan dibandingkan adalah produk perlakuan dua dan produk perlakuan tiga. Produk perlakuan satu tidak dibandingkan karena terjadi kebocoran pada kemasannya. Akibat kerusakan tersebut, maka perlakuan satu langsung dianggap sebagai kegagalan. Pada produk perlakuan dua, meski kemasan menggeembung namun tidak adanya kebocoran yang terlihat sehingga dapat dikatakan bahwa percobaan produk dengan perlakuan dua berhasil dan dapat dibandingkan.

4.3.1 Parameter Warna

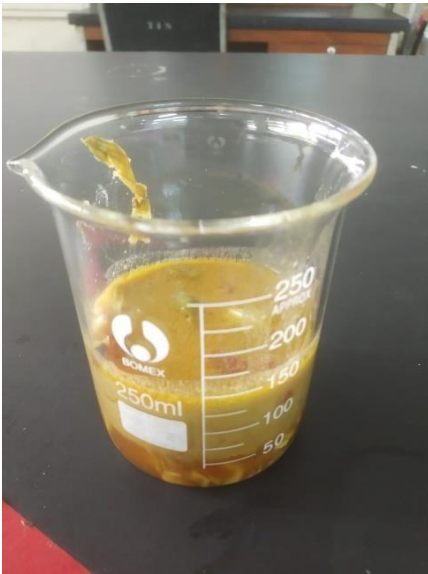
Warna memiliki peranan yang sangat penting dalam evaluasi sensori karena menentukan persepsi pertama yang ditangkap oleh mata, karena dapat menentukan kesan pertama terhadap suatu produk dan berkontribusi terhadap muncul atau hilangnya selera makan. Warna juga dapat menentukan penerimaan akhir suatu produk (Kilcast 2010).

Tabel 4 Perubahan Warna Sampel setelah 10 Hari Penyimpanan

Perlakuan	Warna Sebelum	Warna sesudah	Perubahan warna
2	Kuning	Coklat kekuningan	Signifikan
3	Kuning	Kuning kecoklatanse	Tidak terlalu signifikan

Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi perubahan warna signifikan pada produk dari dua jenis perlakuan yang dilakukan. Perubahan tersebut dapat terjadi karena proses penyimpanan produk yang cukup lama. Tongseng kambing memiliki kemiripan dengan gulai kambing yang membedakan kedua jenis masakan ini adalah jenis daging yang digunakan. Kedua masakan ini memiliki ciri khas berwarna kuning karena salah satu bahan pembuatannya yaitu kunyit (Purwanto dan Pratama 2017).

Perlakuan dua menunjukkan bahwa warna tongseng yang awalnya berwarna kuning berubah menjadi coklat kekuningan. Hal ini menunjukkan terjadinya kerusakan pada produk tongseng pada saat proses penyimpanan selama 10 hari. Perubahan ini terjadi karena terjadinya pengembangan pada kemasan sehingga terganggunya produk pada saat proses penyimpanan. Perlakuan tiga menunjukkan perubahan yang tidak terlalu signifikan. Sehingga berdasarkan parameter warna, perlakuan yang lebih baik dalam mempertahankan warnanya pada penyimpanan selama 10 hari adalah perlakuan tiga.



Gambar 10 Perubahan warna perlakuan kedua



Gambar 11 Perubahan warna perlakuan ketiga

4.3.2 Parameter Rasa

Rasa pada produk pangan harus diperhatikan karena hal tersebut yang menjadi nilai jual pada produk pangan. Tongsen kambing memiliki rasa khas yaitu percampuran antara bumbu-bumbu serta dari daging kambing yang telah di oseng sebelumnya.

Tabel 5 Perubahan Rasa setelah Penyimpanan 10 Hari

Perlakuan	Rasa Sebelum	Rasa sesudah	Perubahan Rasa
2	Rasa khas tongseng	Rasa basi dan tengik Sedikit rasa tongseng	Signifikan
3	Rasa khas tongseng	namun didominasi oleh rasa asam	Tidak terlalu signifikan

Berdasarkan Tabel 5 diatas diketahui bahwa kedua produk mengalami perubahan setelah proses penyimpanan selama 10 hari. Rasa adalah tingkat kesukaan yang diamati dengan indera perasa. Rasa juga merupakan tanggapan indra terhadap rangsangan saraf seperti manis, pahit, asam, asin, dan umami (Negara *et al.* 2016). Diketahui bahwa perubahan rasa yang dialami oleh kedua produk perlakuan dua dan tiga menurun kualitasnya dibandingkan dengan saat sebelum disterilisasi.

Produk pada perlakuan dua mengalami penurunan rasa yang sangat signifikan. Produk sudah tidak memiliki rasa khas dari tongseng kambing dan hanya menyisakan rasa basi dan tengik. Rasa tengik yang terdapat pada produk dikarenakan produk mengandung kadar lemak yang tinggi sehingga pada saat disimpan di suhu ruang lemak menjadi tengik. Produk juga sudah tidak dapat dimakan karena sudah mulai ada rasa basi pada produk. Rasa basi ditimbulkan karena adanya kerusakan pada kemasan perlakuan dua yaitu kemasan yang mengembung sehingga seperti produk dalam kemasan terpapar bakteri atau spora dari luar kemasan.

Produk pada perlakuan tiga mengalami penurunan rasa namun tidak terlalu signifikan. Produk tongseng kambing pada perlakuan tiga masih didominasi oleh rasa tongseng kambing seperti pada saat sebelum penyimpanan selama 10 hari. Meski begitu masih terdapat sedikit rasa asam atau rasa basi pada produk tongseng kambing tersebut. Rasa asam diakibatkan oleh penyimpanan produk yang terlalu lama meski seharusnya produk hasil sterilisasi memiliki umur yang lebih panjang daripada produk yang biasanya. Rasa asam juga menunjukkan bahwa sudah mulai muncul spora atau bakteri pembusuk dalam produk tongseng kambing. Sehingga meskipun rasa tongseng kambing masih dominan dalam produk perlakuan tiga, produk tongseng kambing tersebut sudah tidak layak untuk dimakan karena telah mengandung spora atau bakteri pembusuk yang dapat membahayakan konsumen jika mengonsumsi dalam jumlah yang banyak.

4.3.3 Parameter Aroma

Aroma atau bau merupakan salah satu atribut sensori yang berasal dari senyawa volatil yang terdapat dalam makanan yang ditangkap oleh reseptor bau pada hidung (Coggins 2007). Senyawa aromatik dilepaskan saat berlangsungnya pengunyahan dalam mulut dan diterima oleh rongga hidung. Aroma akan mempengaruhi kesukaan konsumen pada produk yang akan di konsumsi.

Tabel 6 Perubahan Aroma setelah Penyimpanan 10 Hari

Perlakuan	Aroma Sebelum	Aroma sesudah	Perubahan Aroma
2	Aroma khas tongseng	Bau dan terdapat aroma tengik	Signifikan
3	Aroma khas tongseng	Sedikit aroma asam dan didominasi aroma tongseng	Tidak terlalu signifikan

Perubahan aroma pada suatu produk terkhusus makanan dapat mengindikasikan perubahan kualitas dari produk makanan tersebut. Aroma yang menyenangkan (*pleasant*) mengindikasikan bahwa makanan memiliki rasa yang enak (Kilcast 2010). Tabel 6 menunjukkan bahwa perubahan aroma dari saat sebelum dan sesudah proses penyimpanan mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan telah menurunnya kualitas dari tongseng kambing tersebut. Pada perlakuan dua, perubahan aroma dari tongseng kambing sangat signifikan menjadi tengik dan bau. Aroma tengik tersebut dapat muncul dari santan yang terdapat pada bumbu kuah tongseng kambing. Santan yang disimpan pada suhu ruang akan mengeluarkan aroma yang tidak sedap (Suliasih *et al.* 2017). Pada produk tongseng kambing dengan perlakuan ketiga, produk tidak mengalami perubahan aroma yang signifikan namun tetap terasa bahwa produk sudah tidak dapat dikonsumsi lagi karena tercium aroma asam yang mungkin karena produk telah basi.

4.3.4 Parameter Tekstur

Tekstur merupakan faktor yang berpengaruh terhadap penilaian dan paling penting dalam penentu kualitas daging (Indiarto *et al.* 2012), karena tekstur suatu makanan akan terasa saat konsumen memakannya (Amir *et al.* 2018).

Tabel 7 Perubahan Tekstur Daging pada Penyimpanan 10 Hari

Perlakuan	Tekstur daging Sebelum	Tekstur daging sesudah	Perubahan tekstur
2	Empuk dan berserat	Sangat kenyal	Sangat signifikan
3	Empuk dan berserat	Tidak empuk dan tidak terasa berserat	Tidak terlalu signifikan

Tekstur yang diinginkan untuk produk tongseng kambing adalah empuk dan masih terasa berserat. Perubahan tekstur juga terjadi pada kekompakan dari daging kambing pada tongseng. Pada saat sebelum proses penyimpanan, daging kambing pada tongseng terpisah-pisah sedangkan setelah proses sterilisasi dan penyimpanan, daging kambing cenderung kompak dan menggumpal. Pada perlakuan kedua, tekstur daging tongseng kambing menjadi sangat kenyal. Daging menjadi kenyal dikarenakan sudah mengalami penurunan kualitas sehingga tidak enak untuk dikunyah. Daging kambing pada perlakuan dua juga sangat kompak dan menggumpal. Daging tongseng kambing perlakuan ketiga juga mengalami perubahan pada tekstur namun tidak signifikan daging dari perlakuan kedua. Daging kambing perlakuan ketiga, daging masih terasa empuk namun sudah tidak berserat. Daging pada perlakuan ketiga juga tidak terlalu kompak. Daging tongseng kambing perlakuan kedua dan ketiga sudah mengalami penurunan kualitas sehingga tidak enak dimakan.

4.3.5 Kelayakan Konsumsi Tongseng Kambing Penyimpanan 10 Hari

Kelayakan konsumsi dari produk ditentukan dari gabungan beberapa parameter yaitu aroma, rasa, bau dan tekstur dari daging kambing dari tongseng kambing.

Tabel 8 Kelayakan Konsumsi Produk

Perlakuan	Kelayakan Konsumsi
2	Tidak Layak
3	Tidak Layak

Berdasarkan tabel 8 diketahui bahwa kedua produk daging tongseng kambing perlakuan kedua dan ketiga sudah tidak layak untuk dimakan karena penurunan kualitas dari produk setelah penyimpanan selama 10 hari. Tongseng kambing perlakuan ketiga memiliki kelayakan lebih baik daripada tongseng kambing perlakuan kedua. Hal tersebut menandakan bahwa terjadi kesalahan pada saat proses sterilisasi atau terjadi kerusakan pada kemasan *retort pouch* saat proses sterilisasi. Kesalahan pada saat proses sterilisasi meliputi proses *pre-treatment* dari produk sebelum di kemas, proses *sealing* kemasan *retort pouch* dan proses penyusunan produk didalam keranjang autoklaf.

Pre treatment merupakan salah satu tindakan mengatur kondisi dari produk tongseng kambing seperti pengaturan suhu, pengaturan potongan daging dan pengaturan berat dari tongseng kambing. *Pre treatment* dari produk tongseng kambing perlu dilakukan agar tidak terjadi *thermal shocking* akibat perbedaan suhu signifikan antara suhu autoklaf dengan suhu produk didalam kemasan *retort pouch*. Tindakan *pre treatment* akan meningkatkan keberhasilan dari proses sterilisasi sehingga produk bisa layak konsumsi.

V KESIMPULAN

Autoklaf merupakan alat sterilisasi yang dapat digunakan untuk proses sterilisasi komersial tongseng kambing dalam kemasan *retort pouch*. Perlakuan penurunan autoklaf berpengaruh terhadap kualitas dan kondisi kemasan saat proses sterilisasi. Perlakuan penurunan yaitu pertama tidak melakukan penurunan, perlakuan kedua saat autoklaf mencapai 60°C dan perlakuan ketiga saat autoklaf mencapai 40°C. Perlakuan terbaik untuk menjaga kualitas dari *retort pouch* adalah perlakuan kedua dan ketiga. Pada kedua perlakuan ini, terjadi perbedaan pada kemasan *retort pouch*. *Retort pouch* perlakuan kedua mengalami pengembangan sehingga perlakuan ketiga menjadi perlakuan terbaik berdasarkan kondisi kemasan *retort pouch* pasca sterilisasi. Penentuan perlakuan yang terbaik kedua dilakukan perbandingan kualitas tongseng kambing sterilisasi setelah penyimpanan selama 10 hari.

Perbandingan produk tongseng kambing dilakukan berdasarkan parameter warna, rasa, aroma dan tekstur. Hasil dari parameter tersebut akan menentukan kelayakan konsumsi dari tongseng kambing. Berdasarkan parameter tersebut diketahui bahwa produk perlakuan kedua dan ketiga, sudah tidak layak untuk di konsumsi. Kualitas dari warna, rasa, aroma dan tekstur mengalami penurunan kualitas khususnya pada perlakuan kedua. Hal tersebut dikarenakan terjadinya pengembangan kemasan sehingga kualitas menurun. Produk perlakuan ketiga juga mengalami penurunan tidak signifikan namun tongseng tersebut juga tidak layak konsumsi sehingga pemilihan perlakuan tidak dapat dilakukan dengan berdasarkan kualitas dari produk tongseng sterilisasi setelah penyimpanan 10 hari.

VI SARAN

Penggunaan autoklaf dapat digunakan untuk sterilisasi komersial produk tongseng kambing dalam kemasan *retort pouch* namun yang perlu diperhatikan adalah jenis dari autoklaf yang digunakan harus sesuai dengan yang dibutuhkan. Produk yang digunakan harus bersifat steril sehingga tidak ada bakteri yang terkandung dalam produk. Pengujian produk secara mikrobiologi serta umur simpan dari produk tongseng kambing juga perlu untuk dilakukan untuk menjamin keamanan produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Chinesta, F., Torres, R., Ramón, A., Rodrigo, M. C., Chinesta, F., Torres, R., Ramón, A., Rodrigo, M. C., Homog-, M. R., Chinesta, F., Torres, R., Ramon, A., & Carmen, M.2018. *Homogenized thermal conduction model for particulate foods. Journal of Food Engineering.* 80. 80–95.
- Coggins PC. 2007. *Attributes of Muscle Foods: Color, Texture, Flavor.* Nollet LML, editor. Iowa (US): Blackwell Publishing.
- Hendrawati T Y. 2017. Optimasi suhu dan waktu sterilisasi pada kualitas susu segar di Kabupaten Boyolali. *Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta.* 100
- Kilcast D. 2010. *Sensory Analysis for Food and Beverage Quality Control: A Practical Guide.* Cambridge (UK): Woodhead Publishing Limited.
- Kurniadi M, Kusumaningrum A dan Nurhikmat. 2018. Proses termal dan pendugaan umur simpan nasi goreng dalam keamanan *Retort Pouch.* *Jurnal Riset Teknologi.* 13(1): 9-21.
- Maherawati, Santoso A, Rahayuni T. 2022. Pengaruh proses termal terhadap karakteristik fisikokimia pacri nanas kaleng. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.* 11(1): 34-39.
- Murniyati.2009.Penggunaan *Retort Pouch* untuk Produk Pangan Siap Saji.*Jurnal Squalen.*4(2):55-60.
- Negara JK, Sio AK, Rifkhan, Arifin M, Oktaviana AY, Wihansah RRS, Yusuf M. 2016. Aspek mikrobiologis serta sensori (rasa, warna, tekstur, aroma) pada dua bentuk penyajian keju yang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan.* 4(2):286-290.
- Ningrum F, Susanti S dan Legowo M. 2021. Pengaruh waktu sterilisasi terhadap mutu nasi kuning kemasan retort pouch. *Jurnal Teknologi Pangan.* 5(2): 57-63.
- Nurhikmat, Asep, Bandul Suratmo, Nursigit Bintoro, Suharwadji. 2016. The Effect of Temperature and Time of Sterilization on the F Value and The Physical Cans Conditions in Canned Gudeg. *Journal of Agritech.*36(1):71–78.
- Pachira P, Hartanti L dan Syamsi W. 2021. Sterilisasi pacri nanas menggunakan kemasan *Retort Pouch.* *Jurnal Teknologi Pangan.* 4(2): 50-57.
- Praharasti AS, Herawati, Susanto. 2014. Optimasi proses sterilisasi rendang daging dengan menggunakan kemasan retort pouch. *Prosiding Seminar Nasional Sinergi Pangan.* 463-467.
- Saolan S, Sukainah A, Wijaya M. 2020. Pengaruh jenis kemasan dan lama waktu penyimpanan terhadap mutu bubuk kopi robusta (*Coffea robusta*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian.* 6(2): 337–348.

- Saragih DS, Adawiyah DR, Rungkat FZ. 2021. Sterilisasi komersial *cassava chunk* pada kemasan hermetis *standing pouch* dan perubahan sifat fisikokimianya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 26(2): 184–191.
- Sari DR. 2017. Pengaruh thermal shock resistance terhadap makro struktur dan ketahanan impact kowi pelebur (*crusible*) berbahan komposit abu sekam padi/grafit/kaolin [skripsi]. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Suliasih N, Nurminabarai IS, Kusuma GRB. 2017. Pengaruh formula dan perbandingan bumbu serbuk dengan santan serbuk terhadap karakteristik bumbu gulai serbuk dengan metode *foam-mat drying*. *Pasundan Food Technology Journal*. 4(3): 167-175.
- Widowati I, Hartati, Amirudin Z. 2018. Kemasan makanan kuliner tradisional “Megono” sebagai upaya memperpanjang waktu simpan. *J Litbang Kota Pekalongan*. 15(1): 17–25.
- Widyamurti.2018. Pemasaran pariwisata melalui kemasan produk UKM *standing pouch* berbahan *paper metal* di era ekonomi kreatif. *Jurnal Ind Kreat dan Kewirausahaan*. 1(1): 1-9.
- Wijayanti DN. 2010. Kajian Umur Simpan Bubuk Kedelai Untuk Minuman dengan Penambahan Kalsium Propionat dan Perlakuan Sterilisasi [skripsi]. Surakarta:Universitas Sebelas Maret.
- Yuswita E. 2014. Optimasi proses termal untuk membunuh *Clostridium Botulinum*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3(3): 5-6.