

SKRIPSI

**PENGARUH RASIO KARAGENAN-GLUTEN DAN KONSENTRASI
MINYAK ESENSIAL BAWANG PUTIH TERHADAP KUALITAS
EDIBLE FILM, SERTA APLIKASINYA PADA DAGING**

**MUHAMMAD HANIF MUFLIH
G031181323**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PENGARUH RASIO KARAGENAN-GLUTEN DAN KONSENTRASI
MINYAK ESENSIAL BAWANG PUTIH TERHADAP KUALITAS
EDIBLE FILM, SERTA APLIKASINYA PADA DAGING**

*Effect of Carrageenan-Gluten Ratio and Garlic Essential Oil Concentration on
Edible Film Quality, and the Application to Meat.*

**MUHAMMAD HANIF MUFLIH
G031 18 1323**



SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Pengaruh Rasio Karagenan-Gluten Dan Konsentrasi Minyak Esensial Bawang Putih Terhadap Kualitas Edible Film, Serta Aplikasinya Pada Daging
Nama : Muhammad Hanif Muflih
NIM : G031181323

Menyetujui,



Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si
Pembimbing I



Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
Pembimbing II

Mengetahui,



Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
Ketua Program Studi

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Hanif Muflih
NIM : G031 18 1323
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“PENGARUH RASIO KARAGENAN-GLUTEN DAN KONSENTRASI
MINYAK ESENSIAL BAWANG PUTIH TERHADAP KUALITAS EDIBLE
FILM, SERTA APLIKASINYA PADA DAGING ”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, November 2022


Muhammad Hanif Muflih

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kerusakan Daging Sapi.....	4
2.2 <i>Edible film</i>	4
2.3 Karagenan	5
2.4 Gluten.....	5
2.5 Minyak Bawang Putih.....	6
2.6 Daya Larut Air	6
2.7 Laju Transmisi Uap Air	7
2.8 Kuat Tarik	7
2.9 Ketebalan	7
2.10 Daya Hambat Mikroba.....	7
2.11 Total Plate Count (TPC)	8
2.12 Derajat Keasaman (pH).....	8
2.13 Warna.....	8
3. METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10

3.3	Prosedur Penelitian	10
3.3.1.	Pembuatan Larutan Karagenan-Gelatin (da Rosa <i>et al</i> , 2020).....	10
3.3.2.	Pembuatan Larutan Gluten (Ebrahimi <i>et al</i> , 2019).....	10
3.3.3.	Pembuatan <i>Edible film</i>	10
3.4	Desain Penelitian	11
3.4.1.	Penelitian Tahap 1	11
3.4.2.	Penelitian Tahap 2.....	11
3.5	Parameter Pengamatan.....	11
3.5.1	Pengujian Daya Larut Air	11
3.5.2	Pengujian Laju Transmisi Uap Air.....	12
3.5.3	Pengujian Kuat Tarik Film	12
3.5.4	Pengujian Ketebalan Film	12
3.5.5	Pengujian Daya Hambat Mikroba	12
3.5.6	Pengujian Total Plate Count (TPC).....	13
3.5.7	Pengujian pH.....	13
3.5.8	Pengujian Warna	13
3.6.	Analisis Data	13
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1	Daya Larut Air	16
4.2	Laju Transmisi Uap Air	17
4.3	Kuat Tarik	18
4.4	Ketebalan	19
4.5	Daya Hambat Mikroba.....	20
4.6	Total Plate Count	22
4.7	pH.....	23
4.8	Warna.....	24
4.8.1	Nilai koordinat L*	25
4.8.2	Nilai koordinat a*	26
5.	PENUTUP	28
5.1	Kesimpulan	28
5.2	Saran	28
	DAFTAR PUSTAKA.....	29
	LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Kuat Tarik Edible Film.....	18
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daging Sapi	4
Gambar 2. Struktur Kimia Kappa Karagenan	5
Gambar 3. Struktur Kimia Gluten	6
Gambar 4 Diagram Alir Penelitian Tahap 1	14
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian Tahap 2	15
Gambar 6 Nilai Daya Larut Edible Film	16
Gambar 7 Nilai Laju Transmisi Uap Air Edible Film	17
Gambar 8 Nilai Ketebalan Edible Film	19
Gambar 9 Nilai Daya Hambat Mikroba Edible Film terhadap E. Coli	20
Gambar 10 Nilai Daya Hambat Mikroba Edible Film terhadap S. Aureus	21
Gambar 11 Nilai TPC Daging selama Masa Penyimpanan	22
Gambar 12 Nilai pH Daging selama Masa Penyimpanan	24
Gambar 13 Nilai Koordinat L* Daging selama Masa Penyimpanan	25
Gambar 14 Nilai Koordinal a* Daging selama Masa Penyimpanan	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Daya Larut Air Edible Film	34
Lampiran 2. Hasil Analisa Sidik Ragam Daya Larut Air Edible Film.....	34
Lampiran 3. Hasil Uji Lanjut Duncan Daya Larut Air Edible Film.....	35
Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Laju Transmisi Uap Air Edible Film	35
Lampiran 5. Hasil Analisa Sidik Ragam Pengujian Laju Transmisi Uap Air Edible Film	36
Lampiran 6. Hasil Uji Lanjut Duncan Pengujian Laju Transmisi Uap Air Edible Film	36
Lampiran 7. Data Rerata Hasil Pengujian Kuat Tarik Edible Film.....	37
Lampiran 8. Hasil Analisa Sidik Ragam Pengujian Kuat Tarik Edible Film.....	37
Lampiran 9. Hasil Uji Lanjut Duncan Pengujian Kuat Tarik Edible Film.....	38
Lampiran 10. Data Hasil Pengujian Ketebalan Edible Film	39
Lampiran 11. Hasil Analisa Sidik Ragam Pengujian Ketebalan Edible Film	39
Lampiran 12. Hasil Uji Lanjut Duncan Pengujian Ketebalan Edible Film	40
Lampiran 13. Data Hasil Pengujian Daya Hambat Mikroba Edible Film.....	40
Lampiran 14. Hasil Analisa Sidik Ragam Pengujian Daya Hambat Mikroba Edible Film	40
Lampiran 15. Hasil Uji Lanjut Duncan Pengujian Daya Hambat Mikroba Edible Film	41
Lampiran 16. Data Hasil Pengujian TPC pada Daging	41
Lampiran 17. Hasil Uji Paired T Test Pengujian TPC pada Daging	42
Lampiran 18. Data Hasil Pengujian pH pada Daging	43
Lampiran 19. Hasil Paired T Test Pengujian pH pada Daging	43
Lampiran 20. Data Hasil Pengujian Nilai Koordinat L* pada Daging.....	43
Lampiran 21. Hasil Paired T Test Nilai Koordinat L* pada Daging.....	44
Lampiran 22. Data Hasil Pengujian Nilai Koordinat a* pada Daging	44
Lampiran 23. Hasil Paired T Test Nilai Koordinat a* pada Daging	44
Lampiran 24. Dokumentasi Penelitian	45

ABSTRAK

MUHAMMAD HANIF MUFLIH (G031181323). Pengaruh Rasio Karagenan-Gluten dan Konsentrasi Minyak Esensial Bawang Putih Terhadap Kualitas Edible Film, serta Aplikasinya pada Daging. Dibimbing oleh ADIANSYAH SYARIFUDDIN dan FEBRUADI BASTIAN.

Latar belakang Edible film merupakan suatu lapisan tipis yang digunakan untuk mengemas yang dibuat dari bahan alam sehingga dapat dikonsumsi. Edible film dapat dibuat dari polimer alam, seperti polisakarida, protein, lemak, atau kombinasi dari ketiga bahan tersebut. Kombinasi antara polisakarida dan protein berpotensi dalam membentuk film, karena dapat memperbaiki sifat fisik, mekanik, dan kimia film berdasarkan struktur kompleks yang terbentuk. Selain kombinasi antara polisakarida dan protein, penambahan senyawa hidrofobik sekaligus senyawa aktif dari minyak atsiri diperlukan agar dapat menghambat transmisi uap air serta mampu menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk pada bahan pangan. **Tujuan** dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui formulasi terbaik gluten dan minyak esensial bawang putih terhadap sifat fisik, mekanik, dan daya hambat bakteri edible film serta untuk mengetahui pengaruh aplikasi edible film pada daging sapi terhadap angka lempeng total bakteri, pH dan perubahan warna daging selama penyimpanan dingin. **Metode** yang digunakan yaitu pembuatan edible film dengan mengombinasikan karagenan dan gluten pada beberapa konsentrasi yang berbeda serta penambahan minyak esensial bawang putih pada konsentrasi yang berbeda pula, lalu dilakukan pengamatan pada beberapa parameter uji seperti ketebalan film, daya larut air film, laju transmisi uap air film, dan kuat tarik film, serta sifat antibakteri film. Setelah didapatkan perlakuan terbaik, kemudian dilakukan pengaplikasian film pada daging dengan mengamati parameter pengamatan angka lempeng total, pH, dan warna dalam rentang penyimpanan 0, 3, 6, 9, dan 12 hari. **Hasil** yang didapatkan pada pengujian tahap pertama menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yang diperoleh pada pengujian sifat fisik mekanik edible film yaitu terdapat pada perlakuan A3B2 yaitu penambahan gluten sebesar 12,5% dan penambahan minyak esensial bawang putih sebesar 4% dengan hasil pengujian parameter daya larut sebesar 40,57%; ketebalan sebesar 0,73 mm; kuat tarik sebesar 0,0009 N/mm²; dan LTUA sebesar 21,856 g/jam/m²; serta daya hambat terhadap bakteri *E. coli* sebesar 26,93 mm dan terhadap bakteri *S. Aureus* sebesar 33,76 mm. Hasil pengujian pada tahap kedua pada edible film yang diaplikasikan pada daging sapi, terbukti mampu mempertahankan warna daging selama proses penyimpanan, serta mampu menghambat pertumbuhan mikroba pada daging sapi hingga hari ke-9 dengan nilai angka lempeng total sebesar 0,94 x 10⁵ CFU/g. **Kesimpulan** penelitian yang diperoleh yaitu formulasi terbaik *edible film* yang didapatkan berdasarkan sifat fisik, mekanik, dan daya hambat mikroba diperoleh pada perlakuan konsentrasi gluten sebesar 12,5% dan penambahan minyak bawang putih sebesar 4% serta pengaplikasian *edible film* dengan penambahan minyak bawang putih sebesar 4% pada daging sapi terbukti mampu menjaga kualitas fillet daging sapi pada parameter *total plate count* hingga hari kesembilan dan mampu mengontrol serta mempertahankan nilai pH, tingkat kecerahan (nilai L*), dan tingkat kemerahan (nilai a*) dari fillet daging sapi dibandingkan tanpa pengaplikasian *edible film*.

Kata Kunci : Daging, edible film, gluten, karagenan, minyak bawang putih.

ABSTRACT

MUHAMMAD HANIF MUFLIH (G031181323). Effect of Carrageenan-Gluten Ratio and Garlic Essential Oil Concentration on Edible Film Quality, and the Application to Meat. Dibimbing oleh ADIANSYAH SYARIFUDDIN dan FEBRUADI BASTIAN.

Background Edible film is a thin layer used to pack made from natural materials, so it can be consumed. Edible film can be made from natural polymers, such as polysaccharides, proteins, fats, or combination of all these materials. The combination of polysaccharides and proteins has the potential to form a film, as it can improve the physical, mechanical, and chemical properties of the film based on the complex structure formed. In addition to the combination of polysaccharides and proteins, with addition of hydrophobic compounds as well as active compounds from essential oils is needed in order to inhibit the transmission of water vapor and be able to inhibit the growth of putrefactive microbes in foodstuffs. **Purpose** of this research is to find out the best formulation of gluten and garlic essential oil on the physical, mechanical, and bacteria inhibitory properties of edible film and to determine the effect of edible film application on beef from the total plate number of bacteria, pH and discoloration of meat during cold storage. **Method** used in this research is the edible film made by combining carrageenan and gluten in several different concentrations and the addition of garlic essential oil at different concentrations, then observations were made on several test parameters such as film thickness, film water solubility, film water vapor transmission rate, film tensile strength, and antibacterial properties of film. After obtaining the best treatment from first step, film application was then carried out on meat by observing the observation parameters of total plate numbers, pH, and color in the storage range of 0, 3, 6, 9, and 12 days. **Results** obtained in the first stage of research showed that the best treatment obtained in research the mechanical physical properties of edible film was found in the A3B2 treatment, was the addition of gluten by 12.5% and the addition of garlic essential oil by 4% with the results of testing the solubility parameter of 40.57%; thickness by 0.73 mm; tensile strength of 0.0009 N/mm²; and LTUA of 21,856 g/h/m²; and antibacterial properties against *E. coli* bacteria of 26.93 mm and against *S. Aureus* bacteria of 33.76 mm. The research results in the second stage on edible film applied to beef, were proven to be able to maintain the color of the meat during the storage process, and were able to inhibit microbial growth in beef until day 9 with a total plate number value of 0.94×10^5 CFU / g. **Conclusion** of the research obtained was that the best formulation of edible film obtained based on physical, mechanical, and microbial inhibitory properties was obtained at the treatment of gluten concentration of 12.5% and the addition of garlic oil by 4% and the application of edible film with the addition of garlic oil of 4% to beef was proven to be able to maintain the quality of beef fillets at the total plate count parameter until the ninth day and was able to control and maintain pH value, brightness level (L* value), and redness (a* value) of beef fillets compared without edible film application.

Keywords: Carrageenan, edible film, garlic oil, gluten, meat

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Produk daging segar merupakan salah satu komoditi yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia sebagai salah satu sumber protein hewani. Berdasarkan data yang dihimpun, tercatat bahwa konsumsi daging sapi masyarakat Indonesia pada tahun 2020 mencapai 2,66 kg/kapita/tahun dan diprediksi akan terus meningkat setiap tahunnya. Selain itu, berdasarkan data dari BPS (2020), bahwa produksi daging sapi dalam negeri mencapai 515.627,74 ton per tahun. Namun, tingginya tingkat produksi daging sapi dibarengi pula dengan laju kerusakan daging sapi yang tinggi. Hal ini didorong akibat tingginya kadar air dan kadar protein daging, yaitu sekitar 75% air, 19% protein, serta 3,5% soluble non-protein menjadi penyebab daging dengan mudah mengalami kerusakan progresif sejak penyembelihan hingga dikonsumsi (Olaoye, 2011). Selain itu, menurut Gustavsson et al. (2011), bahwa estimasi kelompok limbah dari daging yang rusak mencapai 19,6% di wilayah industrialisasi Asia disebabkan oleh kurangnya infrastruktur untuk transportasi, fasilitas penyimpanan, pendingin, dan pasar yang buruk.

Upaya dalam mencegah kerusakan progresif tersebut, maka dilakukan suatu tindakan untuk mencegah mikroorganisme dapat tumbuh, yaitu penggunaan proses termal seperti pendinginan, pembekuan, pengeringan, dan pengasapan (Chellaiah et al., 2020). Namun, penerapan proses termal tak dapat dijangkau oleh semua kalangan karena alasan biaya yang cukup mahal, sehingga kerusakan progresif pada daging dapat tetap berlangsung, utamanya pada level penjual daging di pasar-pasar tradisional yang hanya menyimpan daging di suhu ruang. Sehingga diperlukan suatu perlakuan alternatif yang dapat dengan mudah dijangkau dalam upaya mencegah kerusakan daging.

Salah satu upaya yang mudah dan dapat dijangkau adalah menggunakan perlakuan pengemasan. Hingga saat ini, penelitian mengenai pengemasan berkembang dengan sangat pesat dalam rangka untuk mencegah kerusakan dari bahan pangan, khususnya untuk produk pangan yang bersifat highly perishable seperti daging. Sejauh ini, edible film merupakan penelitian yang digencarkan di berbagai negara akibat dari tingginya tingkat kebutuhan dan permintaan makanan segar tanpa pengawet. Pengembangan edible film merupakan suatu upaya untuk menjaga kesegaran dan keamanan produk pangan. Berbeda dengan pengemasan konvensional yang melindungi pangan tanpa kontak langsung, edible film justru memanfaatkan kontak langsung dengan pangan untuk menjaga kualitas dari pangan tersebut karena adanya senyawa aktif dalam edible film yang berperan sebagai agen antibakteri (Yolanda et al., 2020).

Edible film merupakan suatu lapisan tipis yang digunakan untuk mengemas yang dibuat dari bahan alam sehingga dapat dikonsumsi. Edible film dapat dibuat dari polimer alam, seperti polisakarida, protein, lemak, atau kombinasi dari ketiga bahan tersebut. Kombinasi antara polisakarida dan protein berpotensi dalam membentuk film, karena dapat memperbaiki sifat fisik, mekanik, dan kimia film berdasarkan struktur kompleks yang terbentuk (Sartori et al., 2020). Penelitian ini menggunakan kombinasi antara karagenan (polisakarida) dan gluten (protein) sebagai bahan dasar dalam pembuatan

edible film. Kombinasi karagenan dan gluten dilakukan karena memiliki bioavailabilitas yang tinggi serta mudah didapatkan. Karagenan digunakan sebagai bahan pembuatan film karena memiliki sifat pembentuk gel dan pembentuk film yang baik (Oun dan Rhim, 2017). Selain itu, karagenan mampu membentuk matriks polimer sehingga memungkinkan terjadinya peningkatan kuat tarik antar molekul (Rusianto et al., 2019). Namun, penggunaan gluten sebagai bahan pembuat film karena memiliki kekompakan dan elastisitas yang dapat membantu kekuatan mekanik film. Selain itu, pengaplikasian gluten pada film terbukti mampu menunjukkan sifat penghalang gas (gas barrier) yang cukup signifikan serta selektifitas yang tinggi (Fakhouri et al., 2018). Namun, kombinasi kedua bahan tersebut memiliki kelemahan, yaitu film akan bersifat hidrofilik sehingga transmisi uap air dapat dengan mudah terjadi dan membuat film kurang mampu dalam mempertahankan masa simpan daging. Oleh karena itu, perlu ditambahkan senyawa hidrofobik sekaligus senyawa aktif dari minyak atsiri agar dapat menghambat transmisi uap air serta mampu menghambat pertumbuhan mikroba pembusuk dari daging.

Salah satu minyak atsiri yang dapat digunakan adalah minyak atsiri dari bawang putih. Senyawa yang terdapat dalam minyak atsiri bawang putih, yaitu alil sulfida, metil alil disulfida, dialil disulfida, metil allil trisulfida, isopulegol, citronella, β -citronellol, geraniol, dialil trisulfida, citronelli asetat, neril asetat, β -elemen, δ -cadinen, dialil tetrasulfida, sikloheksana, s-cadinol, α -cadinol (Amin et al., 2014). Kandungan allisin atau allil dalam minyak esensial bawang putih memiliki potensi sebagai senyawa antimikroba (Radic et al., 2013). Penambahan minyak atsiri bawang putih pada edible film dapat merusak dinding sel bakteri dan merusak DNA dari bakteri sehingga tak dapat bereplikasi dan menghentikan pertumbuhan bakteri. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk mengetahui formulasi terbaik gluten dan minyak atsiri bawang putih terhadap sifat fisik mekanik, dan antimikroba dari edible film serta untuk mengetahui pengaruh aplikasi edible film pada daging sapi terhadap angka lempeng total bakteri, pH dan kesegaran daging sapi selama penyimpanan dingin.

1.2 Rumusan Masalah

Kerusakan daging akibat mikroba dapat menyebabkan terjadinya *food waste* atau *food loss* yang berdampak pada aspek ekonomi dan aspek lingkungan. Pengemasan menjadi salah satu alternatif dalam menghambat kerusakan daging. Namun, pengemasan yang banyak digunakan saat ini berasal dari plastik, sedangkan penggunaan plastik menjadi ancaman nyata bagi lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai *edible film* dengan menggunakan kombinasi karagenan dan gluten serta minyak esensial bawang putih sebagai agen antimikroba kemasan untuk memperpanjang masa simpan daging segar.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui formulasi terbaik gluten dan minyak esensial bawang putih terhadap sifat fisik, mekanik, dan daya hambat bakteri *edible film*.
2. Untuk mengetahui pengaruh aplikasi *edible film* pada daging sapi terhadap angka lempeng total bakteri, pH dan perubahan warna daging selama penyimpanan dingin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat memberikan informasi pada industri maupun masyarakat mengenai proses untuk menghasilkan kemasan *edible film* yang ramah lingkungan dengan kualitas baik dengan memanfaatkan senyawa atsiri minyak bawang putih sehingga dapat diaplikasikan pada produk daging.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerusakan Daging Sapi

Daging sapi merupakan salah satu komoditi yang banyak disukai karena selain rasanya yang lezat, daging juga memiliki gizi yang tinggi. Daging sapi masih menjadi sumber utama protein bagi hampir seluruh masyarakat di dunia. Meskipun begitu, daging merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba sehingga bersifat sangat mudah rusak (*highly perishable*). Hal tersebut dipengaruhi oleh tingginya kadar air (55-65%) dan kadar protein (16,2-19,9%) pada daging sehingga memudahkan mikroba patogen dan mikroba pembusuk untuk tumbuh (Ren *et al.*, 2021). Proses kerusakan daging sapi ini dimulai sejak awal proses pasca-penyembelihan (*post-slaughtery*), setelah proses penyembelihan akan terjadi tiga fase pada daging, yaitu fase *pre-rigor*, fase *rigor-mortis*, dan fase *post-rigor* (Jafari, 2021). Fase *pre-rigor* umumnya berlangsung hingga 12 jam setelah sapi tersebut mati, pada fase ini pH akan menurun akibat dari terjadinya glikolisis anaerob dari jaringan otot hingga menghasilkan asam laktat yang menurunkan pH daging. Umumnya pada fase ini, daging masih terasa lunak, lembut dan terlihat lemas. Fase *rigor-mortis* adalah fase kekakuan umumnya berlangsung setelah >12 jam setelah hewan tersebut mati dan akan bertahan hingga 15-20 jam setelah fase *pre-rigor*, pada fase ini terjadi persilangan filamen aktin dan myosin dalam sarkomer sehingga menyebabkan daging tersebut menjadi kaku dan keras. Fase *post-rigor* merupakan fase setelah kekakuan, fase ini ditandai dengan daging telah menjadi lebih lembut kembali akibat adanya produksi enzim proteolitik yang akan melepaskan ikatan protein dan menghancurkan ikatan protein dalam daging. Selain itu, pada fase ini juga umumnya awal kerusakan daging sapi yang dapat ditandai dengan terjadinya perubahan fisik seperti warna dan tekstur daging.



Gambar 1. Daging Sapi

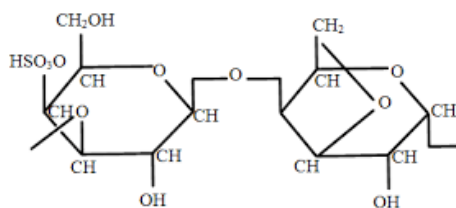
2.2 Edible film

Edible film merupakan suatu lapisan tipis yang berperan sebagai pengemas primer pada bahan pangan untuk melindungi produk dari faktor-faktor eksternal. *Edible film* bersifat ramah lingkungan karena terbuat dari bahan alam sehingga memungkinkan untuk dikonsumsi secara langsung (Nata *et al.*, 2020). Secara umum, *edible film* dapat dibuat

dari bahan polimer seperti polisakarida, protein, lipid, maupun kombinasi antara ketiga bahan tersebut (Shivangi *et al.*, 2021). Polisakarida yang sering digunakan seperti pati, pektin, alginat, dan karagenan, sedangkan untuk protein yang sering digunakan seperti protein whey, kasein, gelatin, dan gluten. *Edible film* dapat memperpanjang umur simpan bahan pangan dengan cara menambahkan senyawa aktif pada proses pembuatan film (Jridi *et al.*, 2020). Senyawa aktif yang sering ditambahkan pada proses pembuatan *edible film* berasal dari hasil ekstraksi tanaman dalam bentuk senyawa volatil yang didominasi dari golongan terpenoid atau biasa disebut dengan minyak esensial. *Edible film* memiliki banyak kelebihan dibanding jenis pengemas yang lain seperti bioavailabilitas bahan baku yang tinggi, bersifat *biodegradable*, bersifat antioksidan, serta dapat bersifat antimikroba.

2.3 Karagenan

Karagenan merupakan senyawa polisakarida galaktosa yang diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut dan telah menjadi salah satu bio-material yang paling banyak digunakan dalam industri pangan (Dong *et al.*, 2021). Kandungan yang terdapat dalam sebagian besar karagenan diantaranya berupa natrium, magnesium, dan kalsium yang dapat terikat pada gugus ester sulfat dari galaktosa dan kopolimer 3,6-anhidro-galaktosa (Agustin *et al.*, 2017). Karagenan bersifat larut dalam air, dimana kelarutan karagenan sangat bergantung pada suhu, pH, dan kekuatan ikatan ionik, dan kehadiran ion positif (kation) (Alba dan Kontogiorgos, 2018). Karagenan digunakan dalam produk makanan sebagai bahan pengental dan penstabil. Dalam bidang farmasetik, karagenan digunakan sebagai penstabil dalam sistem dispersi, pengatur viskositas, dan sebagai pembentuk gel (Prihastuti dan Abdassah, 2019). Karagenan digunakan sebagai bahan pembuatan film karena memiliki sifat pembentuk gel dan pembentuk film yang baik (Oun dan Rhim, 2017).

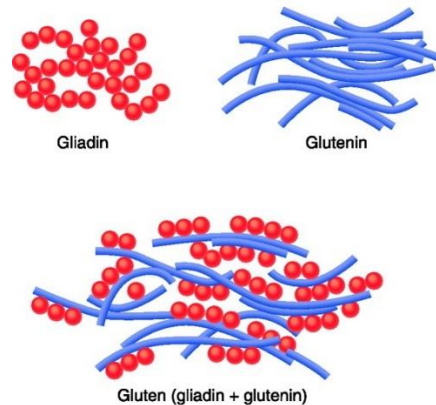


Gambar 2. Struktur Kimia Kappa Karagenan

2.4 Gluten

Gluten merupakan senyawa protein yang dapat ditemukan pada tanaman jenis sereal seperti gandum. Gluten terdiri atas fraksi glutenin dan gliadin (Wehrli *et al.*, 2021). Kedua fraksi gluten ini bersifat viskoelastis sehingga mampu meningkatkan sifat mekanis dari film (Saadi *et al.*, 2021). Pemilihan gluten didasari oleh bioavailabilitasnya yang tinggi, memiliki sifat pembentuk film yang baik, memiliki harga yang cukup murah serta bersifat *biodegradable* sehingga sangat berpotensi sebagai bahan dasar pembuat film (Sartori *et al.*, 2018). Penggunaan gluten pada film terbukti mampu menunjukkan

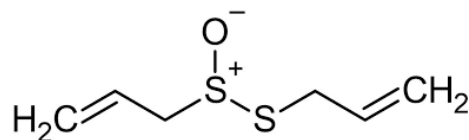
sifat penghalang gas (*gas barrier*) yang cukup signifikan serta selektifitas yang tinggi (Fakhouri *et al.*, 2018).



Gambar 3. Struktur Kimia Gluten

2.5 Minyak Bawang Putih

Minyak esensial dari bawang putih merupakan produk yang diperoleh dari proses hidrolisis air dengan cara pemanasan. Kandungan *allicin* dalam minyak esensial bawang putih memiliki potensi biologis tinggi yang dapat berfungsi sebagai senyawa antimikroba, antioksidan, kardioprotektif, antitumor, dan antidiabetik (Radic *et al.*, 2013). Minyak esensial merupakan senyawa yang mudah menguap. Minyak esensial bawang putih kaya akan kandungan senyawa organik sulfur yang mengandung berbagai mineral sulfida seperti dialil disulfida dan dialil trisulfida (Dehariya *et al.*, 2021). Menurut Gofur *et al.* (2019), kandungan senyawa aktif yang ditemukan dalam minyak esensial bawang putih bersifat hidrofobik sehingga memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Penambahan minyak atsiri bawang putih pada *edible film* dapat merusak dinding sel bakteri dan merusak DNA dari bakteri sehingga tak dapat bereplikasi dan menghentikan pertumbuhan bakteri.



Gambar 4. Struktur Kimia Allicin

2.6 Daya Larut Air

Daya larut air film merupakan pengukuran kemampuan suatu *edible film* dalam air. Daya larut air menjadi salah satu pengujian yang sangat penting dalam pembuatan *edible film* karena berkaitan erat dengan sifat ramah lingkungan “*biodegradable*” dari film (Carissimi *et al.*, 2018). Daya larut film menunjukkan persentase berat film yang larut setelah dilakukan perendaman selama 24 jam. Daya larut air sangat dipengaruhi oleh jumlah gugus hidrofil yang ada pada bahan *edible film* (Wilpiszewska *et al.*, 2019). Semakin tinggi daya larut menandakan jumlah gugus hidrofil pada bahan juga semakin banyak (Febianti *et al.*, 2020). Namun, tingginya daya larut air juga memiliki kelemahan yaitu memiliki ketahanan air yang rendah, sehingga sulit untuk diaplikasikan pada bahan

pangan yang memiliki kadar air yang tinggi dengan kelembaban yang tinggi (Razavi, 2019). Oleh karenanya diperlukan *edible film* yang memiliki daya larut yang tidak terlalu tinggi dalam pengaplikasian pada daging sapi yang notabene memiliki kadar air yang sangat tinggi.

2.7 Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air (LTUA) atau *water vapor permeability* (WVP) merupakan parameter utama dalam pembuatan *edible film*. LTUA menunjukkan nilai atau jumlah uap air yang menguap melewati permukaan film dalam ukuran tertentu, waktu tertentu dan dalam kondisi yang spesifik (kelembaban relatifnya diatur) (Inamuddin *et al*, 2021). LTUA sangat penting untuk diketahui karena apabila LTUA suatu pengemasan bahan pangan cukup tinggi akan menyebabkan percepatan kerusakan pada bahan pangan. Misalnya, tingginya LTUA akan menyebabkan peningkatan kadar air dan aktivitas air pada suatu bahan pangan akibat pengemasan yang tidak bisa menahan laju uap air dan menyebabkan bahan pangan menjadi sangat rentan untuk rusak akibat aktivitas mikroba, aktivitas oksidasi kimiawi, dan aktivitas enzimatik (Thomas *et al*, 2020). LTUA dari *edible film* sangat dipengaruhi oleh jumlah gugus hidrofil dan hidrofob penyusun *edible film*, kelarutan dalam air, ketebalan film, suhu, kelembaban relatif, dan kekuatan struktur film (Razavi, 2019).

2.8 Kuat Tarik

Analisis kuat tarik film ditujukan untuk melihat sifat mekanik, dalam hal ini kuat tarik dari *edible film* yang dihasilkan. Kuat tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai hingga film dapat bertahan sebelum putus (Aznury, 2019). *Edible film* yang akan digunakan sebagai kemasan perlu memiliki nilai kuat tarik yang baik agar dapat melindungi produk selama pengaplikasian. Kuat tarik erat kaitannya dengan kepadatan interaksi antarmolekul pada jaringan penyusun film, dimana interaksi tersebut dipengaruhi oleh komponen penyusun film (Wan *et al.*, 2018).

2.9 Ketebalan

Ketebalan merupakan salah satu parameter yang sangat penting dari *edible film* karena berhubungan langsung dengan sifat biologis dan umur simpan dari bahan pangan yang dilapisi (Choudhury dan Hashimi, 2020). Ketebalan film juga sangat mempengaruhi parameter lain dalam pembuatan *edible film* seperti kejernihan film, laju transmisi uap air film, dan sifat mekanik film. Ketebalan film sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, utamanya pada saat pencetakan larutan film di cawan, seperti ukuran cetakan, volume larutan, dan suhu pengeringan yang digunakan (Razavi, 2019).

2.10 Daya Hambat Mikroba

Daya hambat mikroba merupakan parameter yang krusial dalam pembuatan *edible film* utamanya yang menambahkan komponen aktif pada prosesnya. Daya hambat

mikroba menunjukkan kekuatan film dalam menghambat beberapa jenis mikroba, utamanya bakteri dengan menggunakan metode *agar disc diffusion*, dimana film langsung ditempelkan pada permukaan agar yang telah diinokulasikan bakteri (Var dan Uzunlu, 2019). Secara umum, semakin besar zat aktif yang ditambahkan maka makin besar pula, daya hambat yang terbentuk (Pal *et al*, 2020). Selain itu, beberapa film menunjukkan lebih efektif menghambat bakteri gram positif dibandingkan dengan bakteri gram negatif, akibat dari dinding sel lipopolisakarida dari bakteri gram negatif mampu menghambat difusi agen antimikroba film menuju sel (Var dan Uzunlu, 2019).

2.11 Total Plate Count (TPC)

Kualitas suatu bahan pangan dapat diketahui dari parameter mikrobiologis berdasarkan jumlah total mikroba yang ada pada bahan tersebut. Salah satu cara untuk mengetahui jumlah mikroba pada bahan pangan, yaitu menggunakan pengujian angka lempeng total (ALT) atau *total plate count* (TPC) (Bharti *et al.*, 2020). TPC menjadi acuan untuk menentukan kelayakan suatu produk bahan pangan, utamanya daging yang bersifat *highly perishable*. Pengujian TPC dilakukan secara langsung dengan cara menghitung jumlah koloni mikroba yang telah ditumbuhkan pada media agar dengan syarat jumlah mikroba yang ada berada pada rentang 30-300 koloni. Secara umum, untuk sampel daging pengujian TPC menggunakan metode tuang (*pour plate*). Berdasarkan standar yang dirilis oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) pada tahun 2009, menyatakan bahwa batas toleransi maksimum jumlah mikroba yang boleh dikonsumsi ialah sebesar 1×10^6 CFU/g, apabila melewati batas tersebut maka daging sudah dapat dikategorikan tidak layak konsumsi (BSN, 2008).

2.12 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) menjadi salah satu parameter kimia yang sangat penting bagi kualitas daging karena berhubungan langsung dengan stabilitas dan jumlah protein dalam daging (Diaz dan Garcia-Gimeno, 2018). pH daging segar umumnya berada pada kisaran 5,1-6,1 pada saat fase rigor-mortis (Gaonkar dan McPherson, 2016). Peningkatan pH yang melebihi rentang tersebut, diakibatkan oleh pelepasan ion dari struktur sel dalam sitoplasma yang merubah struktur protein. Selain itu, peningkatan pH juga dapat terjadi akibat terdegradasinya protein menjadi amin oleh bakteri sehingga suasana pH daging berubah menjadi basa.

2.13 Warna

Kualitas dari bahan pangan dapat terlihat pertama kali berdasarkan bentuk fisik dan visualnya, salah satunya adalah warna. Pengujian warna menjadi tolak ukur yang penting karena warna menjadi parameter awal pendugaan suatu daging telah rusak atau tidak. Myoglobin merupakan fraksi protein yang memainkan peran penting dalam warna daging (Gaonkar dan McPherson, 2016). Myoglobin memiliki peran untuk menyimpan dan membawa oksigen melalui hemoglobin. Pada dasarnya daging yang masih segar memiliki warna daging merah keunguan hingga merah cerah yang sangat bergantung

pada oxymyoglobin (MbO_2). Pengujian warna dilakukan menggunakan colorimeter untuk melihat tingkat kecerahan (L^*), tingkat kemerahan (a^*), dan tingkat kekuningan (b^*) (Diaz dan Garcia-Gimeno, 2018). Hasil dari ketiga indikator tersebut, ada yang bernilai negatif dan positif. Hasil yang lebih rendah pada tingkat kecerahan menandakan bahwa warnanya menjadi lebih gelap. Hasil negatif pada tingkat kemerahan menandakan bahwa warnanya menjadi lebih hijau sedangkan hasil positif menandakan bahwa warnanya menjadi lebih merah.