

SKRIPSI

**SIFAT FISIK MEKANIK DAN DAYA HAMBAT MIKROBA *EDIBLE*
FILM SODIUM ALGINATE/*GUM ARABIC* DENGAN
PENAMBAHAN GLUTEN DAN MINYAK OREGANO**

Disusun dan diajukan oleh

**LUSIANA ANON SARI PALAYUKAN
G031 17 1308**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**SIFAT FISIK MEKANIK DAN DAYA HAMBAT MIKROBA *EDIBLE*
FILM SODIUM ALGINATE/*GUM ARABIC* DENGAN
PENAMBAHAN GLUTEN DAN MINYAK OREGANO**



Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
pada
Departemen Ilmu dan Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**SIFAT FISIK MEKANIK DAN DAYA HAMBAT MIKROBA *EDIBLE FILM*
SODIUM ALGINAT/GUM ARABIC DENGAN PENAMBAHAN GLUTEN DAN
MINYAK OREGANO**

Disusun dan diajukan oleh

**LUSIANA ANON SARI PALAYUKAN
G031171308**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan,
Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin
pada tanggal 14 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping



Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si
NIP. 19571103 1984061 001



Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali
NIP. 19630702 198811 1 001

Ketua Program Studi,



Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si
NIP. 19820205 200604 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lusiana Anon Sari Palayukan
Nim : G031 17 1308
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“Sifat Fisik Mekanik *Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic* dengan Penambahan
Gluten dan Minyak Oregano”**

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

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

Makassar, Agustus 2021

yang menyatakan,



Lusiana Anon Sari Palayukan

ABSTRAK

Lusiana Anon Sari Palayukan (G031 17 1308). Sifat Fisik *Edible film* Sodium Alginate/Gum Arabic dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano. Dibimbing oleh ADIANSYAH SYARIFUDDIN dan ABU BAKAR TAWALI.

Latar belakang *Edible film* merupakan kemasan yang bersifat biodegradable dan ramah lingkungan. *Edible film* yang berasal dari bahan hidrokoloid bersifat mudah rapuh dan bersifat buruk dalam menghambat transmisi uap air. Sehingga penambahan protein gluten mampu mengisi ruang kosong polimer *edible film* dan minyak oregano yang bersifat hidrofobik berpotensi untuk menghambat transmisi uap air bahan pangan. **Tujuan** dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui formulasi terbaik gluten dan minyak oregano terhadap sifat fisik mekanik serta untuk mengetahui pengaruh aplikasi *edible film* terhadap penyimpanan daging. **Metode** yang dilakukan yaitu pembuatan *edible film* dari sodium alginat dan *gum arabic*, dengan penambahan gluten dan minyak oregano dengan konsentrasi yang berbeda, lalu dilakukan pengamatan terhadap daya larut air, ketebalan film, kadar air, laju transmisi uap air, kuat tarik dan persen pemanjangan, kemudian perlakuan terbaik diaplikasikan pada daging. **Hasil** pengujian tahap 1 menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yang diperoleh pada pengujian sifat fisik mekanik *edible film* yaitu terdapat pada perlakuan penambahan gluten 15 gram dan minyak oregano 36,1 mg/mL (kadar air 33,46 %, daya larut 65,05; ketebalan 0,16 mm; kuat tarik 0,1844 N/mm²; persen panjang 24,76 % dan LTUA 0,8632 g/jam.m²). Hasil pengujian tahap 2 pada *Edible film* yang ditambahkan minyak oregano sebanyak 36,1 mg/mL yang diaplikasikan pada daging sapi memiliki daya hambat terhadap bakteri gram positif (*S. Aureus*) sebesar 24,46 ± 9 mm dan bakteri gram negatif (*E.coli*) sebesar 22,36 ± 8,3 , mampu mempertahankan warna daging selama proses penyimpanan, serta mampu menghambat pertumbuhan mikroba pada daging sapi hingga hari ke-6 dengan nilai *total viable count* (TVC) 4,8 log cfu/cm². **Kesimpulan** penelitian ini yaitu formulasi terbaik yang diperoleh berdasarkan sifat fisik mekanik *edible film* yaitu penambahan 15 g gluten dan minyak oregano 36,1 mg/mL. Serta aplikasi *edible film* pada daging sapi mampu menghambat pertumbuhan mikroba hingga hari ke-6 dan mempertahankan kesegaran warna daging sapi selama proses penyimpanan dengan memperbaiki laju penurunan warna daging sapi dengan tingkat kecerahan *L sebesar 21, 33 %; gradiasi merah hijau 23,43 % dan gradiasi biru kuning b* 37,83 %.

Kata Kunci: Gluten, *gum arabic*, minyak oregano dan sodium *alginate*.

ABSTRACT

LUSIANA ANON SARI PALAYUKAN (G031 17 1504). Physical Mechanical Properties and Microbial Inhibitor Of Sodium Alginate/Gum Arabic Based *Edible film* With Addition Gluten and Oregano Oil. Under Supervisions ADIANSYAH SYARIFUDDIN and ABU BAKAR TAWALI.

Background *Edible film* is a layer with a thin coating that is biodegradable and easily degradable. Edible barrier materials such as hydrocolloids can be used to produce thin layers of edible material on food surfaces or between food components. However, hydrocolloids is fragile and it needs other materials to slow water vapor transmission rate. Therefore, protein-based films with addition of gluten incorporated with hydrophobic oregano oil at different concentrations may able to fill in the empty space of the *edible film* polymer and contain the potential to inhibit the transmission of water vapor in foodstuffs. The **purpose** of this research was to find out the effect and best formulations of gluten and oregano oil against the physical properties of *edible film* during the storage of beef fillet. The **method** used in this research was *edible film* produced from alginate and gum arabic solution, with the addition of gluten and oregano oil solution with different concentrations, then carried out observations of water solubility, film thickness, water content, water vapor transmission rate, tensile strength and elongation at yield, then the best ratio obtained applied to the beef fillet to observe its antimicrobial activity agains gram positive and negative bacteria. The **results** showed that the best treatment obtained from the physical mechanical test of the *edible film* was found that the addition of 15 grams of gluten and 36.1 mg/mL of oregano oil (water content 33,46 %, water soluble 65,05; film thickness 0,16 mm; tensile strength 0,1844 N/mm²; elongation at yield 24,76 % dan WVTR 0,8632 g/jam.m²). The second stage showed that when the *edible film* added 36.1 mg/mL of oregano oil and applied to beef fillet had an inhibitory against gram-positive bacteria (*Staphilococcus aureus*) of 24.46 ± 9 mm and gram-negative bacteria (*Escherichia coli*) of 22.36 ± 8.3 mm, was able to maintain the color of the meat during the storage process, and was able to inhibit microbial growth in beef until the 6th day with a total viable count (TVC) value of 4.8 log cfu/cm². In the **conclusion** that the addition of gluten and oregano oil showed the potential effect to improve the physical mechanical properties of *edible films*, and showed an inhibitor effect to which may extend the shelf life of beef fillets.

Keywords: Gluten, gum arabic, oregano oil and sodium Alginate



RIWAYAT HIDUP

Lusiana Anon Sari Palayukan lahir di Tarakan pada tanggal 29 November 1998 dan merupakan anak pertama dari Empat bersaudara. Putri dari pasangan Andarias Palayukan dan Paulina Ping Wong. Pendidikan formal yang telah dijalani adalah :

1. Sekolah Dasar Negeri 290 INPRES KASISI
2. Sekolah Menengah Pertama Katolik Minanga
3. Sekolah Menengah Atas Katolik Makale

Pada tahun 2017, penulis diterima di Universitas Hasanuddin melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) dan tercatat sebagai Mahasiswa Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Selama menempuh pendidikan di jenjang S1, penulis pernah menjadi asisten laboratorium praktikum Hasil nabati (2021). Selain itu penulis pernah mengikuti kegiatan lomba karya tulis ilmiah yaitu Program Kreativitas Mahasiswa tahun 2019. Penulis juga aktif di beberapa Organisasi yaitu PMK Fapertahut Unhas, UKM Bulu Tangkis Unhas, Ikatan Pemuda Peduli Sosial Makassar dan SMS Choir.

PERSANTUNAN

*Sebab Engkaulah harapanku, ya Tuhan, kepercayaanku sejak masa muda, ya Allah
(Mazmur 71: 5).*

Puji syukur kepada Tuhan yang maha esa yang telah memberikan nikmat, anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini menjadi tantangan bagi penulis untuk menyelesaikannya dengan baik dan sepenuh hati agar menjadi hadiah untuk orang-orang yang berperan penting di dalam hidup penulis. Selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing **Dr. Adiansyah Syarifuddin S.TP., M.Si**, dan **Prof. Dr. Ir Abu Bakar Tawali**, atas bantuan dan arahnya selama penulis mengerjakan tugas akhir ini, yang dengan penuh kesabaran dan tanpa lelah dalam membimbing penulis. Terima kasih juga kepada dosen penguji **Prof. Dr. Ir. Amran Laga, MS** dan **Muspilah Djalal S.TP., M.Sc**, yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan saran dan nasehat agar tugas akhir ini menjadi lebih baik lagi. Serta seluruh staff akademik dan laboran terkhusus ibu **Ir. Hj. Andi Nurhayati** yang dengan sabar membantu penulis selama penelitian di laboratorium;

Rekan seperjuangan dalam dunia perkuliahan **Bunsen 2017** yang selalu mendukung dan menyemangati penulis. **Tadika Mesra** yang menjadi saudari dan berperan penting dalam hidup penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini, terkhusus kepada **Adinda Ellena, Erlinda, Widy** dan **Septree** sebagai *support system* bagi penulis yang saling menyemangati satu sama lain selama penelitian hingga skripsi. Kepada **Reynaldi Laurenze** yang membantu penulis selama proses penyusunan skripsi, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada teman laboratorium **Monivia, Rahma, Shazkia, Lhulu Marjan, Nurhaeni, Ulfa**, dan **Nurchalisa Rustan** terima kasih telah saling menyemangati di dalam laboratorium. Kepada orang tersayang **Yohanes Turnando Tandi Bahar**, terima kasih telah menerima penulis dalam lingkaran yang indah ini, selalu ada memberikan perhatian, semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi. Kepada sahabat tercinta **Ines** yang selalu ada memberi motivasi dan dukungan.

Akhirnya, kepada orang tua penulis, ibunda tercinta **Paulina Ping Wong** dan ayahanda **Andarias Palayukan**, kepada keduanya segala dedikasi penulis persembahkan. Terima kasih atas kasih sayang, dukungan dan doa yang tiada henti-hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan kuliah penulis khususnya tugas akhir ini. Kakak tercinta **Yunita Mangampa** yang telah memberikan motivasi, membantu penulis serta perhatian kepada penulis. Kepada sanak saudara yang senantiasa mendukung penulis dengan doa baik.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca. Penulis memohon maaf jika terdapat kesalahan dalam penyusunan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya. Aamiin.

Makassar, Agustus 2021

Lusiana Anon Sari Palayukan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PENYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSANTUNAN.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Edible film</i>	3
2.2 <i>Plasticizer</i>	5
2.3 Minyak Oregano	6
2.4 Karakteristik <i>Edible film</i>	6
2.4.1 Kadar Air.....	6
2.4.2 Kuat Tarik	7
2.4.3 Persen Panjang.....	7
2.4.4 Ketebalan Film	8
2.4.5 Daya Larut.....	8
2.4.6 Laju Transmisi Uap Air	8
2.5 Uji Aktivitas Antimikroba.....	8
2.6 <i>Total Viable Count</i>	9
2.7 <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	9
3. METODE	10
3.1 Tempat dan Waktu	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10

3.3	Prosedur Penelitian	10
3.3.1	Pembuatan Larutan <i>Alginate</i> dan <i>Gum Arabic</i>	10
3.3.2	Pembuatan Larutan <i>Gluten</i>	10
3.3.3	Pembuatan Larutan <i>Edible film</i>	11
3.4	Desain Penelitian	11
3.4.1	Penelitian Tahap 1	11
3.3.2	Penelitian Tahap 2	11
3.5	Parameter Pengamatan	11
3.5.1	Laju Transmisi Uap Air (<i>Water Vapor Transmission Rate/WVTR</i>).....	12
3.5.2	Kuat Tarik dan Persen Panjang	12
3.5.3	Ketebalan Film	12
3.5.4	Pengujian Kadar Air	13
3.5.5	Pengujian Daya Larut Air	13
3.5.6	Pengujian Warna.....	13
3.5.7	Pengujian Daya Hambat Mikroba	13
3.5.8	Pengujian <i>Total Viable Count</i>	13
3.6	Rancangan Penelitian	14
3.7	Analisis Statistik	14
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1	Hasil	16
4.1	Sifat Fisik Mekanik <i>Edible film</i>	16
4.1.1	Kadar Air	16
4.1.2	Kuat Tarik.....	18
4.1.3	Persen Panjang	19
4.1.4	Ketebalan Film.....	21
4.1.5	Daya Larut Air	22
4.1.6	Laju Transmisi Uap Air (LTUA)	24
4.2	Penelitian Tahap Kedua.....	27
4.2.1	Warna	27
4.2.2	Daya Hambat Mikroba	30
4.2.3	Total Viable Count (TVC).....	31
5.	KESIMPULAN.....	33
5.1	Kesimpulan.....	33

5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik <i>Plasticizer</i>	5
Tabel 2. Nilai Kuat Tarik <i>Edible film</i>	18
Tabel 3. Ketebalan <i>Edible film</i>	21
Tabel 3. Nilai Daya Hambat Mikroba <i>Edible film</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Kimia <i>Sodium Alginate</i>	3
Gambar 2. Struktur Kimia <i>Gum Arabic</i>	4
Gambar 3. Struktur Kimia Gluten	4
Gambar 4. Struktur Kimia Gliserol	5
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian.....	
Gambar 6. Kadar Air <i>Edible film</i> dengan Penambahan Gluten	15
Gambar 7. Kadar Air <i>Edible film</i> dengan Penambahan Minyak Oregano	16
Gambar 8. Persen Panjang <i>Edible film</i> dengan Penambahan Guten	19
Gambar 9. Persen Panjang <i>Edible film</i> dengan Penambahan Minyak Oregano	20
Gambar 10. Daya Larut <i>Edible film</i> dengan Penambahan Gluten	23
Gambar 11. Daya Larut <i>Edible film</i> dengan Penambahan Minyak Oregano.....	23
Gambar 12. Laju Transmisi Uap Air <i>Edible film</i> dengan Penambahan Guten	24
Gambar 13. Laju Transmisi Uap Air <i>Edible film</i> dengan Penambahan Minyak Oregano	25
Gambar 14. Biplot PCA Profil Sifat Fisik Mekanik <i>Edible film</i>	26
Gambar 15. Warna Fillet Daging Sapi Sebelum dan Sesudah Penyimpanan pada Koordinat titik L*	28
Gambar 16. Warna Fillet Daging Sapi Sebelum dan Sesudah Penyimpanan pada Koordinat titik a*	29
Gambar 17. Warna Fillet Daging Sapi Sebelum dan Sesudah Penyimpanan pada Koordinat titik b*	30
Gambar 18. Nilai <i>Total Viable Count</i> Daging Sapi.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Kadar Air <i>Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.....	36
Lampiran 2. Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Air <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.	36
Lampiran 3. Hasil Uji Lanjut Metode Duncan Kadar Air <i>Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	37
Lampiran 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik <i>Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	38
Lampiran 5. Hasil Analisis Sidik Ragam Kuat Tarik <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	38
Lampiran 6. Hasil Uji Lanjut Metode Duncan Kuat Tarik <i>Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.....	39
Lampiran 7. Hasil Pengujian Persen Panjang <i>Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.....	40
Lampiran 8. Hasil Analisis Sidik Ragam Persen Panjang <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	40
Lampiran 9. Hasil Uji Lanjut Metode Duncan Persen Panjang <i>Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.....	41
Lampiran 10. Hasil Pengujian Ketebalan <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.....	42
Lampiran 11. Hasil Analisis Sidik Ragam Ketebalan <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	42
Lampiran 12. Hasil Pengujian Daya Larut Air <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.....	42
Lampiran 13. Hasil Analisis Sidik Ragam Daya Larut Air <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	43
Lampiran 14. Hasil Uji Lanjut Metode Duncan Daya Larut Air <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregan	44
Lampiran 15. Hasil Pengujian Laju Transmisi Uap Air (LTUA) <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	45
Lampiran 16. Hasil Analisis Sidik Ragam Laju Laju Transmisi Uap Air (LTUA) <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	46
Lampiran 17. Hasil Uji Lanjut Metode Duuncan <i>Edible film Sodium Alginat/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano.....	46
Lampiran 18. Hasil Pengujian Warna Daging Sapi	47

Lampiran 19. Hasil Uji Paired Test Warna Daging Sapi.....	48
Lampiran 20. Hasil Pengujian Daya Hambat Mikroba <i>Edible film Sodium Alginate/Gum Arabic</i> dengan Penambahan Gluten dan Minyak Oregano	49
Lampiran 21. Hasil Pengujian <i>Total Viable Count</i> (TVC) Daging Sapi.....	49
Lampiran 22. Hasil Uji <i>Paired Test Total Viable Count</i> (TVC) Daging Sapi.....	50
Lampiran 23. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	52

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemasan memiliki peranan penting dalam industri yakni mempertahankan kualitas produk, mempertahankan masa simpan serta meningkatkan daya tarik konsumen terhadap suatu produk pangan. Kemasan menjadi salah satu syarat yang digunakan untuk menilai baik tidaknya suatu produk. Namun kemasan yang umumnya digunakan dimasyarakat merupakan kemasan yang sulit terurai, sehingga menimbulkan masalah dinegara indonesia yaitu krisis polusi plastik. *World Economic Forum* (2020) melaporkan bahwa peningkatan jumlah sampah plastik dinegara indonesia semakin tahun semakin meningkat sekitar 30%, peningkatan antara tahun 2017 dan 2025 yakni 620.000 ton pertahun menjadi 780.000 ton setiap tahunnya. Sehingga salah satu cara untuk menangani masalah tersebut yaitu penggunaan kemasan yang bersifat *biodegradable* yaitu *edible film* atau *edible coating*.

Edible film merupakan salah satu jenis kemasan modern berupa lapisan tipis yang bersifat ramah lingkungan yang mudah terurai secara alami (*biodegradable*) serta tidak memiliki dampak berbahaya bagi kesehatan. Bahan dasar yang sering digunakan pada pembuatan *edible film* yaitu *alginat*, gelatin, keragenan, *Gum Arabic* serta kolagen. Gluten mengandung protein glutein mampu meningkatkan matriks polimer *edible film*, pori-pori film tertutup sehingga *edible film* yang dihasilkan lebih kuat, bersifat elastis dan laju transmisi uap air lebih rendah. Selain itu untuk meningkatkan kemampuan *edible film* dalam melindungi suatu produk maka dilakukan penambahan senyawa yang bersifat hidrofobik agar karakteristik *edible film* yang dihasilkan lebih baik, khususnya dalam menghambat transmisi uap air. Oleh sebab itu untuk meningkatkan kemampuan *edible film* dalam melindungi suatu produk maka perlu dilakukan penambahan senyawa yang bersifat hidrofobik agar karakteristik *edible film* yang dihasilkan lebih baik, khususnya dalam menghambat transmisi uap air. Salah satu senyawa yang dapat digunakan yaitu yaitu penambahan senyawa atsiri yang bersifat hidrofobik, minyak oregano menjadi salah satu bahan dasar *edible film* yang memiliki kemampuan untuk menyeimbangkan polimer hidrofilik dan hidrofobik pada film sehingga mampu memperbaiki laju transmisi uap air yang kurang baik pada *edible film*.

Kandungan minyak atsiri yang terdapat dalam minyak oregano seperti *carvacrol*, geraniol dan *thymol* memiliki fungsi sebagai antimikroba serta bersifat antioksidan. Sehingga penambahan minyak oregano pada *edible film* dapat merusak dinding sel pada mikroba lalu menyebabkan lisis, kemudian membunuh mikroba yang terdapat pada bahan pangan. Respon zona hambat yang terbentuk terhadap *E.Coli* dan *Staphylococcus aureus* berdasarkan penelitian penelitian Alvarez dkk (2014) yang menyatakan bahwa penambahan minyak oregano sebanyak 15,7 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *E.Coli* dan *Staphylococcus Aureus* berturut-turut $9,3 \pm 0,11$ mm dan $9,7 \pm 0,0057$ mm. Serta penambahan minyak oregano sebanyak 36,1 mg/mL mampu menghambat pertumbuhan *E.Coli* dan *S. Aureus* berturut-turut $15,2 \pm 0,052$ mm dan $20,3 \pm 20,06$ mm. Sehingga pengemasan menggunakan *edible film* dapat meningkatkan masa simpan serta kualitas dari produk. Daging sapi merupakan produk pangan yang memiliki umur simpan yang cukup singkat. Proses pemotongan serta pengolahan menyebabkan pertumbuhan mikroba pada daging, sehingga menyebabkan perubahan kualitas yaitu aroma yang tidak sedap serta perubahan warna pada

daging. Sehingga untuk mempertahankan umur simpan daging maka dilakukan penerapan teknologi pengemasan menggunakan *edible film*. Oleh sebab itu dilakukanlah penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi gluten dan minyak oregano terhadap sifat fisik mekanik *edible film* serta untuk mengetahui pengaruh aplikasi *edible film* terhadap daya hambat mikroba dan perubahan warna daging selama penyimpanan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi gluten dan minyak oregano terhadap sifat fisik mekanik *edible film*.
2. Bagaimana pengaruh aplikasi *edible film* terhadap daya hambat mikroba, perubahan warna fillet dan *Total Viable Count* fillet daging sapi selama penyimpanan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui formulasi terbaik gluten dan minyak oregano terhadap sifat fisik mekanik *edible film*
2. Untuk mengetahui pengaruh aplikasi *edible film* terhadap daya hambat mikroba dan perubahan warna fillet daging selama penyimpanan.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang didapatkan 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 oregano sehingga dapat diaplikasikan pada produk pangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

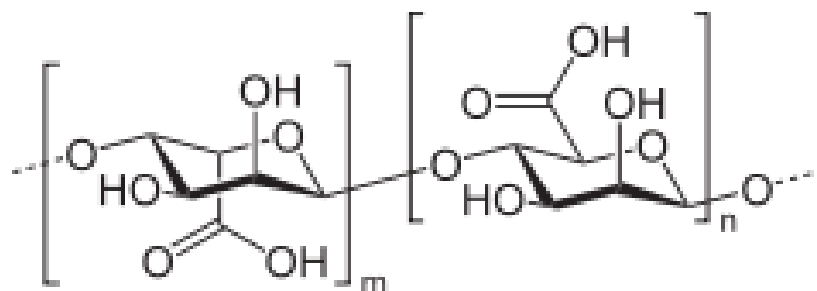
2.1 *Edible film*

Edible film merupakan suatu lapisan tipis yang berfungsi sebagai kemasan pada produk pangan yang bersifat *biodegradable* yaitu ramah lingkungan yang mudah terurai secara alami serta tidak memiliki dampak negatif bagi kesehatan. *Edible film* berfungsi sebagai *barrier* yang berfungsi untuk melindungi produk pangan dari cahaya, kelembaban suatu produk, transmisi uap air, mencegah penurunan mutu secara signifikan. *Edible film* tersusun oleh tiga komponen utama yaitu hidrokoloid, lipid serta komposit. *Edible film* yang bersifat hidrokoloid dapat dibentuk dengan bahan polisakarida (*alginate*, pati, pektin, gum arab) dan protein (gluten, gelatin, kasein, protein kedelai). *Edible film* dengan komponen utama lipid dapat dibentuk dari bahan dasar lemak seperti gliserol, lilin lebah, minyak atsiri serta minyak oregano essensial. Sedangkan komponen utama komposit merupakan gabungan dari hidrokoloid dan lipid sehingga membentuk *edible film* yang memiliki karakteristik fisik yang lebih baik. (Rosida, dkk. 2018)

Film sebagai pengemasan (*edible packaging*) pada dasarnya dibagi menjadi tiga cara pengemasan yaitu: (Fibriyani, 2016)

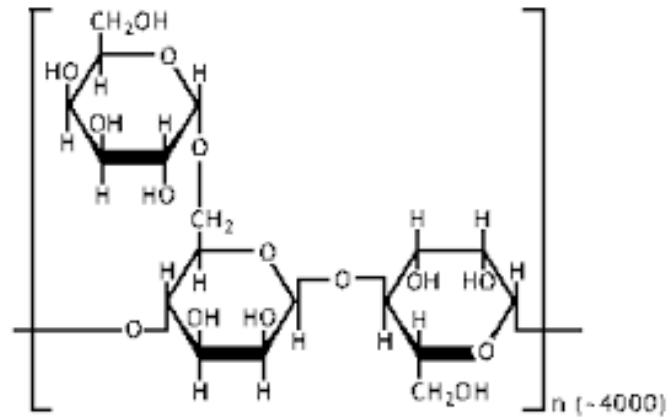
1. *Edible film* merupakan bahan pengemas yang telah dibentuk terlebih dahulu berupa lapisan tipis (film) sebelum digunakan untuk mengemas produk pangan.
2. Edible coating berupa pengemas yang dibentuk langsung pada produk dan bahan pangan.
3. Enkapsulasi yaitu suatu aplikasi yang ditujukan untuk membawa komponen-komponen bahan tambahan makanan tertentu untuk meningkatkan penanganan terhadap suatu produk pangan sesuai dengan yang diinginkan.

Bahan dasar yang digunakan pada pembuatan *edible film* memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Sodium *Alginate* merupakan salah satu metabolit primer yang dijadikan bahan pembuatan *edible film* polisakarida dengan polimer sakarida yang diperoleh dari ekstraksi ganggang laut cokelat (*Sargassum fluitans*). Sodium *Alginate* mengandung struktur yang bersifat hidrokoloid sehingga *edible film* memiliki karakteristik yang kokoh dan mudah patah. Sehingga untuk memperbaiki karakteristik *edible film* yang dihasilkan maka dilakukan penambahan lipid, gum arab serta gliserol untuk memperbaiki sifat fisik edible menjadi lebih elastis serta meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas suatu polimer. (Prasetyaningrum, 2010).



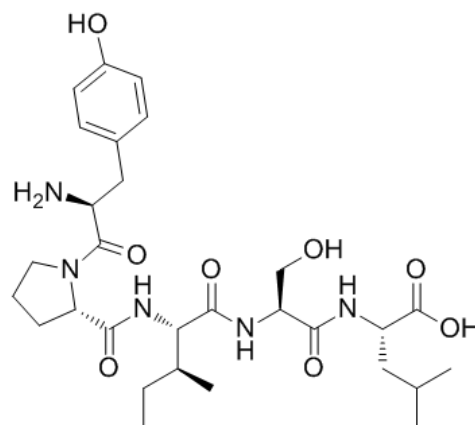
Gambar 1. Struktur Kimia Sodium Alginat

Gum Arabic (GA) merupakan polisakarida tipe *arabinogalactan* bersifat tidak beracun yang mengandung sekitar 2% protein. (Erben, 2019) *Gum arabic* diperoleh dari getah pohon *Acacia senegal* yang bersifat larut air. *Gum arabic* mengandung gugus OH yang cukup banyak sehingga memiliki sifat hidrofilik yaitu mampu mengikat air. Air yang terperangkap dalam polimer gum arab akan membentuk gel sehingga tidak dapat menguap. (Santoso, 2013). *Gum arabic* memiliki sifat dengan kelarutan tinggi serta viskositas yang rendah, sehingga gum arab baik digunakan sebagai pembentukan emulsi lemak serta sebagai bahan pengental pada pembuatan *edible film*. (Handayani, 2019).



Gambar 2. Struktur Kimia *Gum Arabic*

Gluten merupakan protein yang diperoleh dari produk sampingan dari hasil ekstraksi pati. Gluten mengandung lebih dari 75% protein yang terdiri dari gliadin dan glutenin. Gliadin mempunyai fungsi sebagai perekat sehingga menghasilkan sifat elastis. Sedangkan glutenin mempunyai fungsi untuk membuat film yang dihasilkan kokoh dan mampu menahan gas CO₂. (Rosalina, 2018). Standar mutu gluten berdasarkan SNI BPOM 2019 yaitu kadar air maksimal 10%, kadar pati maksimal 44% (bk) dan kadar protein maksimal 60% (bk). Gluten bersifat *biodegradable*, tersedia dalam jumlah banyak dan memiliki harga yang ekonomis, sehingga menarik untuk dikembangkan khususnya dalam pengembangan biopolimer (Kaushik et al., 2015). Sehingga gluten menjadi salah satu bahan dasar yang digunakan untuk pembuatan *edible film* yang bersifat hidrokoloid dan berasal dari protein. (Sartori, 2018).



Gambar 3. Struktur Kimia Gluten

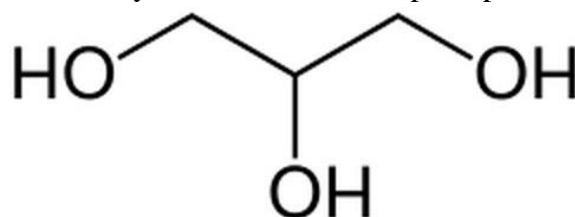
2.2 Plasticizer

Plasticizer merupakan salah senyawa tambahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* yang berfungsi sebagai perekat yang dapat meningkatkan flexibilitas dan ketahanan dari suatu *edible film*. Sehingga *Plasticizer* mampu mengatasi sifat rapuh dari *edible film*. Menurut Gulbert dan Biquet, (1996) ada beberapa jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* yaitu: a) mono, di-, dan oligosakarida; b) poliol (seperti gliserin dan turunannya, polietilen glikol, sorbitol); dan c) lipid dan turunannya (asam lemak, monogliserida dan esternya, asetogliserida, fosfolipida dan emulsifier lain). *Plasticizer* yang paling sering digunakan pada pembuatan *edible film* yaitu seperti fruktosa, gliserol, manosa, sukrosa dan sorbitol. Gliserol merupakan salah satu senyawa alkohol polihidrat yang memiliki tiga gugus molekul hidroksil sehingga mudah mengikat air dan serta proses pemanasan akan menyebabkan air yang terikat lebih mudah menguap. (Jacoeb, 2014)

Tabel 1. Karakteristik Plasticizer

Karakteristik	
Nama IUPAC	Propana 1,2,3 triol
Nama Lain	Gliserin, 1,2,3 propanatriol, 1,2,3 tritydroxypropana, glyseritol, glycyl alcohol,
Rumus kimia	$C_3H_5(OH)_3$
Berat molekul	92,09382 g/mol
Densitas	1,261 g/ml
Viskositas	1,5 Pa.s
Titik leleh	17,8 °C (64,2 F)
Titik Nyala	290 °C (554 F)

Gliserol adalah senyawa poliol yang bersifat hidrofilik, hidrokopis, tidak larut lemak tetapi larut dalam air, dapat meningkatkan viskositas larutan, mengikat air, dan menurunkan *Water Activity* (*Aw*). Gliserol atau gliserin dengan rumus kimia $C_3H_8O_3$, berat molekul 92,10, massa jenis 1,23 g/cm³, dan titik didih 204°C. Gliserol memiliki fungsi dalam perubahan karakteristik *edible film*, sehingga *edible film* yang dihasilkan lebih elastis atau tidak kaku. Gliserol dapat menurunkan ikatan kohesi mekanik antara polimer sehingga sifat rigiditas film berubah dan film yang terbentuk menjadi lebih fleksibel. Gliserol memiliki bobot molekul yang kecil sehingga dapat bergabung dalam matriks film dan meningkatkan fleksibilitas. (Jacoeb, 2014). Namun, berdasarkan data *Material Safety Data Sheet* (MSDS) penambahan gliserol yang diperbolehkan yaitu maksimal 10 mg/m³, karena penambahan gliserol yang berlebihan akan menyebabkan rasa manis-pahit pada bahan pangan.



Gambar 4. Struktur Kimia Gliserol

2.3 Minyak Oregano

Minyak oregano merupakan senyawa minyak atsiri yang termasuk senyawa lipid yang mudah menguap. Minyak Oregano (*Poliomintha longiflora*) memiliki nilai komersial tinggi dan memiliki banyak manfaat diberbagai industri seperti industri produk pangan. Minyak oregano mengandung α -pinene, α -thujene, β -myrcene (0.93 %), Phellandrene, α -terpinene (3.73 %), o-cymene (6.11 %), Limonene (0.37 %), 1,8-cineole, γ -terpinene (3.73), Thymol (2.63%), Carvacrol (78.1 %), Trans-caryophyllene (1.67 %) dan α -humulene. (Rostro, 2019). Minyak oregano dapat diaplikasikan pada bahan pangan misalnya pada daging yang berfungsi untuk memperlambat penurunan mutu daging. Penambahan senyawa minyak oregano dapat diaplikasikan pada kemasan *edible coating* yang dapat mempengaruhi sifat fisik kemasan. (Winarti, 2013). Senyawa minyak oregano yang bersifat hidrofobik dapat meningkatkan interaksi molekul dalam struktur matriks film, sehingga komponen antara polimer hidrofilik dan hidrofobik menjadi seimbang, kemudian memperbaiki sifat fisik kemasan. (Qotimah, 2020). Selain itu, minyak oregano bersifat sebagai antimikroba dengan merusak dinding sel suatu mikroba yang menyebabkan senyawa minyak atsiri pada minyak oregano bereaksi dengan membran sel sehingga dinding sel menjadi lisis, kemudian menonaktifkan enzim yang berperan dalam sintesis protein serta merusak struktur DNA mikroba. (Winarti, 2013). Minyak oregano essential memiliki peran dalam Terjadinya menghambat pertumbuhan mikroba terhadap pertumbuhan koloni bakteri juga disebabkan karena kerusakan yang terjadi pada komponen struktural membran sel bakteri. Membran sel yang tersusun atas protein dan lipid sangat rentan terhadap zat kimia yang dapat menurunkan tegangan permukaan. Kerusakan membran sel menyebabkan terganggunya transport nutrisi (senyawa dan ion) sehingga sel bakteri mengalami kekurangan nutrisi yang diperlukan bagi pertumbuhannya. Respon daya hambat terhadap mikroba uji berdasarkan kategori daya hambat menurut Greenwood (1995) dalam (Fitri, 2010) yaitu diameter zona hambat ≤ 10 mm dikatakan tidak menghambat pertumbuhan mikroba uji (T), diameter 11- 15 mm dikategorikan lemah (L), diameter 16-20 mm dikategorikan sedang (S), dan diameter >20 mm dikategorikan kuat (K).

2.4 Karakteristik *Edible film*

Karakteristik *edible film* ditentukan oleh konsentrasi molekul hidrofilik serta hidropobik suatu molekul. Beberapa parameter yang biasa digunakan untuk menentukan karakteristik *edible film* yaitu ketebalan film, permeabilitas terhadap uap air, kadar air, daya larut, kuat tarik dan persen pemanjangan. Karakteristik sifat fisik *edible film* menunjukkan mutu *edible film* tersebut, *edible film* yang baik harus bersifat transparan, memiliki elastisitas dan fleksibilitas yang baik, tidak mudah rapuh dan retak selama proses penyimpanan. (Gela, 2016).

2.4.1 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam suatu bahan pangan yang dinyatakan berdasarkan berat basah atau berat kering. Kadar air merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting pada suatu bahan pangan, adanya kandungan air dalam bahan pangan dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur dan juga kualitas bahan pangan. Semakin tinggi kadar air maka kesempatan untuk melindungi bahan pangan akan semakin rendah. Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan basis basah

(wet basah) atau berdasarkan berat kering (dry basis). Kadar air berat basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 persen, sedangkan kadar air berdasarkan berat basis kering dapat lebih dari 100 persen (Syarie. Halid, 1993). Penetapan kadar air bahan pangan pada umumnya dilakukan dengan mengeringkan sejumlah sampel dalam oven pada suhu 105-110°C selama 3 jam atau hingga didapat berat yang konstan. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan adalah banyaknya air yang diuapkan. Menurut (Amaliya et al., 2013) bahwa *edible film* dengan polimer yang besar akan menurunkan nilai kadar air. Kadar air yang diharapkan dalam penelitian bioplastik ini adalah kadar air dengan nilai yang rendah.

2.4.2 Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan berperan untuk mengukur elastisitas *edible film* yang dihasilkan, seberapa besar gaya tarik yang dapat ditahan oleh sebuah film. Kuat tarik suatu *edible film* dipengaruhi oleh *plasticizer* yang digunakan, *plasticizer* berperan untuk meningkatkan matriks film sehingga *edible film* yang dihasilkan tidak mudah rapuh oleh air. Pengukuran kuat tarik berhubungan erat dengan konsentrasi *plasticizer* yang ditambahkan pada proses pembuatan plastik. Sifat kuat tarik tergantung pada konsentrasi dan jenis bahan penyusun plastik terutama sifat kohesi struktural. Penggunaan *plasticizer* pada konsentrasi tertentu akan menghasilkan plastik dengan kuat tarik lebih rendah (Katili et al., 2013). Kuat tarik adalah tegangan regangan maksimum yang dapat diterima sampel. (Datsko, 1996) menyatakan bahwa perpanjangan putus adalah perubahan panjang maksimum yang dialami plastik pada saat pengujian kuat tarik. Menurut (Stevens, 2001), tegangan tarik σ adalah gaya yang diaplikasikan (F) dibagi dengan luas penampang (A). Pengujian kuat tarik akan menghasilkan kurva tegangan-regangan (stress-strain). Informasi yang diperoleh dari kurva tegangan-regangan untuk polimer adalah kekuatan tarik saat putus (ultimate strength) dan perpanjangan saat putus (elongation at break, ϵ) dari bahan (Billmeyer, 1984). Suatu kurva tegangan-regangan yang umum untuk bahan termoplastik memperlihatkan tegangan tarik dan perpanjangan putus, yaitu pada mulanya tinggi sampai mencapai suatu titik hingga plastik tersebut terdeformasi. Sebelum titik deformasi tersebut perpanjangan masih dapat balik dan setelah sampai pada titik yield, perpanjangan tidak dapat balik yang selanjutnya sampel tersebut patah pada titik break

2.4.3 Persen Panjang

Persen panjang merupakan salah satu karakteristik *edible film* yang penting dalam menentukan kualitas *edible film*. Persen panjang menunjukkan tingkat pemanjangan suatu *edible film* apabila dilakukan proses penarikan sehingga film akan mengalami pemanjangan hingga putus. (Pulungan, 2020). Persen pemanjangan pada film dikategorikan tidak baik apabila nilainya lebih kecil dari 10% dan dikategorikan baik apabila persentase pemanjangannya melebihi 50%. Pemanjangan film menunjukkan. Menurut Chick dan Hernandez (2002), kadar air yang tinggi akan menurunkan tensile strength film yang tidak mengandung wax tetapi dengan adanya komponen wax akan meningkatkan tensile strength serta menurunkan elongation.

2.4.4 Ketebalan Film

Ketebalan film dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut dan ukuran pencetak. Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut maka film yang dihasilkan akan semakin tebal sehingga kemampuan dalam melindungi produk dan meningkatkan umur simpan produk semakin lama. Ketebalan menentukan ketahanan film terhadap laju perpindahan uap air, gas, dan senyawa volatil lainnya. Ketebalan film dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan dan ketebalan cetakan. Dengan cetakan yang sama, film yang terbentuk akan lebih tebal apabila volume larutan yang dituangkan ke dalam cetakan lebih banyak. Total padatan akan membentuk film menjadi lebih tebal dengan jumlah yang lebih banyak.

2.4.5 Daya Larut

Kelarutan merupakan merupakan faktor yang penting dalam menentukan biodegradibilitas suatu kemasan. semakin tinggi daya larut maka semakin tinggi sifat biodegradibilitas kemasan sehingga kemasan semakin mudah terurai. Daya larut kemasan *edible film* yang diharapkan tergantung dari fungsinya. *Edible film* dengan daya larut yang tinggi baik digunakan untuk bahan pangan yang siap dikonsumsi karena mudah larut pada saat dikonsumsi. Nilai daya larut berbanding lurus dengan kemampuannya mempertahankan suatu produk pangan, semakin tinggi nilai daya larut *edible film* maka semakin mudah *edible film* tersebut larut dalam air, sehingga kemampuannya menahan air semakin rendah. Singh, Chatli, dan Sahoo (2015) menyatakan bahwa daya larut yang rendah merupakan salah satu persyaratan penting plastik film terutama untuk penggunaan sebagai kemasan *edible film* dengan daya larut yang rendah baik digunakan sebagai kemasan pangan dengan kadar air dan Aw yang tinggi atau penggunaan film yang bersentuhan dengan air serta bertindak sebagai pelindung produk pangan.

2.4.6 Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air atau WVTR menunjukkan banyaknya air yang mampu melewati film plastik pada luasan tertentu per satuan waktu. Sehingga WVTR berfungsi untuk mengetahui ketahanan suatu film terhadap air dan seberapa lama kekuatan suatu film tersebut dalam menahan masuknya air. Menurut Hafnimardiyanti & Armin (2016), permeability film merupakan kemampuan untuk melewatkan partikel gas dan uap air dalam satuan luas material pada kondisi tertentu. Sehingga semakin rendah nilai WVTR *edible film* maka semakin baik dalam mempertahankan produk pangan. Film plastik dengan WVTR rendah memiliki kemampuan lebih besar untuk menghambat uap air keluar masuk bahan pangan yang dilapisi sehingga mempertahankan kesegaran produk pangan (Gunawan, 2009). Faktor penting yang akan berpengaruh terhadap permeabilitas film adalah sifat kimia polimer. Polimer dengan polaritas tinggi (polisakarida dan protein) mampu menghasilkan uap air yang tinggi. Hal ini disebabkan polimer mempunyai ikatan hydrogen yang besar. Sebaliknya, polimer kimia yang bersifat non polar (lipida) yang banyak mengandung gugus hidroksil mempunyai nilai permeabilitas uap air yang rendah, sehingga mampu menjadi penahan air yang baik (Amna, 2012)

2.5 Uji Aktivitas Antibakteri

Uji Daya Hambat mikroba merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui adanya aktivitas antibakteri. Terdapat dua Jenis metode uji aktivitas antibakteri yaitu metode difusi dan metode dilusi. Metode difusi cakram merupakan metode yang biasa digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba suatu antibiotik terhadap mikroorganisme patogen

penyebab penyakit. Kepekaan mikroorganisme patogen terhadap antibiotik terlihat dari ukuran zona bening yang terbentuk, adanya aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat disekitar *paper disc*, terbentuknya zona hambat menunjukkan adanya indikasi aktivitas terhadap antibakteri. Prinsip kerja metode difusi cakram yaitu senyawa antimikroba terdifusi kedalam media sebagai sumber nutrisi bagi mikroba yang akan diinokulasikan. Metode Difusi agar dapat dilakukan dengan cara membiakkan mikroba pada media yang sesuai dengan media tumbuh jenis mikroba yang akan diuji, kemudian bakteri murni yang diperoleh disuspensikan kedalam MH Broth sebanyak 0,5 mL kemudian diinkubasi menggunakan suhu 37°C selama 24 jam. Penghambatan bakteri dikatakan berhasil apabila terbentuk zona bening yang melingkar disekitar *paper disc*. Selain metode difusi terdapat metode lain yaitu metode *Punch Hole Diffusion*, pengujian daya hambat mikroba dengan menggunakan metode tersebut dilakukan dengan cara membuat sumuran dengan garis tengah lalu senyawa antibakteri diletakkan pada sumur tersebut dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Penghambatan bakteri dikatakan berhasil apabila terbentuk zona bening yang terdapat didalam sumuran.

2.6 Total Viable Count

Analisis kuantitatif mikrobiologi pada bahan pangan penting dilakukan untuk mengetahui mutu bahan pangan. Metode yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah jasad renik dalam bahan pangan yaitu dengan perhitungan mikroba berdasarkan *Total Viable Count* dan dianalisis berdasarkan SPC (*Standard Plate Count*). Prinsip dari metode ini yaitu menghitung koloni mikroba yang hidup yang tumbuh pada media agar yang membentuk koloni dan dapat dilihat secara langsung tanpa menggunakan mikroskop. *Total Viable Count* (TVC) sering dikenal dengan *standar plate count* atau *aerobic plate count* yang digunakan sebagai indikator cemaran mikrobiologi dalam daging atau dalam proses pemotongan hewan. *Total Viable Count* (TVC) merupakan pengujian mikrobiologi secara kuantitatif yang berfungsi untuk mengetahui konsentrasi suatu mikroorganisme yang terdapat pada sampel makanan, lingkungan, medis dan biologis (Collins & Lyne, 1995; Baylis, 2003). Nilai TVC minimum berdasarkan standar regulasi dari European Commission (EC) 2073/2005 menyatakan bahwa nilai TVC yang dapat diterima yaitu acceptable level $< 5 \log_{10} \text{cfu/cm}^2$. Nilai TVC yang tinggi menunjukkan konsentrasi mikroorganisme yang semakintinggi yang dapat menunjukkan kualitas yang tidak baik pada bahan makanan. Pengujian total viable count dilakukan dengan cara. Pengujian TVC dilakukan dengan cara melakukan sampel daging diencerkan menggunakan pepton water kemudian diinokulasi pada media plate count agar menggunakan suhu 30°C selama 24-48 jam.

2.7 Principal Component Analysis (PCA)

Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*) merupakan analisis *multivariate* yang mentransformasi variabel-variabel yang saling berkorelasi menjadi variabel baru yang tidak berkorelasi dengan menyederhanakan berbagai variabel sehingga akan menghasilkan dimensi yang lebih kecil yang dapat mendefinisikan keragaman variabel aslinya. Analisis Komponen Utama (*Principal Component Analysis*) bertujuan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel atau lebih yang dinyatakan dalam persamaan