

**APLIKASI *EDIBLE FILM* KERATIN BULU AYAM  
DAN TEPUNG PORANG TERHADAP KUALITAS  
TELUR AYAM SELAMA PENYIMPANAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Cholifatul Annisa**

**NIM. 175050101111014**



**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2021**



**APLIKASI *EDIBLE FILM* KERATIN BULU AYAM  
DAN TEPUNG PORANG TERHADAP KUALITAS  
TELUR AYAM SELAMA PENYIMPANAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Cholifatul Annisa**

**NIM. 175050101111014**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya

**PROGRAM STUDI PETERNAKAN  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG  
2021**



**APLIKASI *EDIBLE FILM* KERATIN BULU AYAM  
DAN TEPUNG PORANG TERHADAP KUALITAS  
TELUR AYAM SELAMA PENYIMPANAN**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

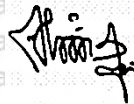
**Cholifatul Annisa**

**NIM. 175050101111014**

Telah dinyatakan lulus dalam ujian Sarjana  
Pada Hari/Tanggal: Rabu/16 Juni 2021

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Peternakan  
Universitas Brawijaya

Menyetujui:  
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Suyadi,  
MS., IPU., ASEAN., Eng.  
NIP.19620403 1987011001  
Tanggal:

Dr. Khothibul Umam Al  
Awwaly, S.Pt, M.Si.  
NIP. 197403141999031004  
Tanggal:



# **APPLICATION OF EDIBLE FILM KERATIN CHICKEN FEATHER AND PORANG ON EGG QUALITY DURING STORAGE**

Cholifatul Annisa<sup>1)</sup> and Khothibul Umam Al Awwaly<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Student of Animal Product Technology, Faculty of Animal Science, Universitas Brawijaya, Malang

<sup>2)</sup> Lecturer of Animal Product Technology, Faculty of Animal Science, Universitas Brawijaya, Malang

Email: [annisa165@student.ub.ac.id](mailto:annisa165@student.ub.ac.id)

## **ABSTRACT**

The purpose of this study to determine effect of edible film keratin from chicken feather with the addition of porang on egg quality after storage at room temperature. The method in this study was a laboratory experiment with a Completely Randomized Design (CRD), with 4 treatments and 4 replicatoin. The treatments uses was P0 (1 day storage without edible film), P1 (7 days storage), P2 (14 days storage) and P3 (21 days storage). Data analysis was performed using of Analysis of Variance (ANOVA). If there was a significant difference, it was followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The result showed that edible film keratin from chicken feather during the storage period, gave a significant difference ( $P < 0,01$ ) on total plate count, and yeast mold count, also gave



difference ( $P < 0,05$ ) on *haugh unit*. But did not show a significant difference ( $P > 0,05$ ) on fat and protein. The *haugh unit* value generated in this study was 62,28-89,67; the protein rate was 11,10-11,49%, the fat value was 10,98-11,53%; the total plate count was 4,323 to 4,899 log CFU/ml. The last, yeast mold count was 3,603 to 3,892 log CFU/ml. Conclusion in this study, edible film from keratin and porang gave a decreasing *haugh unit* during storage. But, for the levels of fat and protein provide a relatively value. For Total Plate Count and Yeast Mold Count gave a fluctuating value during storage.

Keywords: edible film, egg quality, keratin, porang.



# APLIKASI *EDIBLE FILM* KERATIN BULU AYAM DAN TEPUNG PORANG TERHADAP KUALITAS TELUR AYAM SELAMA PENYIMPANAN

Cholifatul Annisa<sup>1)</sup> dan Khothibul Umam Al Awwaly<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan,  
Universitas Brawijaya, Malang

<sup>2)</sup> Dosen Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan,  
Universitas Brawijaya, Malang

Email: [annisa165@student.ub.ac.id](mailto:annisa165@student.ub.ac.id)

## RINGKASAN

Telur sebagai salah satu produk peternakan yang sering dikonsumsi masyarakat dibandingkan dengan daging dan susu karena kandungan gizinya yang tinggi dibutuhkan oleh tubuh dibandingkan dengan daging dan susu. Dibalik kandungan gizinya yang tinggi dan lengkap, telur mudah mengalami kerusakan baik secara fisik, kimia dan mikrobiologi jika tidak dilakukan pengemasan dan penyimpanan dengan benar. Kemasan yang umum digunakan adalah plastik karena mudah didapat dan harganya murah. Namun, plastik yang bersifat *non biodegradable*, kurang aman untuk produk pangan. Penggunaan *edible film* kombinasi keratin bulu ayam dan tepung porang, dapat menjadi alternatif bahan pengemas ramah lingkungan. Sifat *edible film* yang baik dapat diperoleh dengan penambahan gliserol sebagai





*plasticizer*. Tujuan penelitian ini, untuk mengetahui pengaruh aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang terhadap kualitas telur ayam selama penyimpanan. Hasil penelitian diharapkan dapat berguna sebagai informasi sekaligus inovasi baru untuk mempertahankan kualitas telur ayam selama penyimpanan.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya pada bulan November 2020 sampai Februari 2021. Materi penelitian yang digunakan adalah telur ayam ras, tepung bulu ayam, tepung porang dan gliserol. Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap, terdiri dari empat perlakuan dan empat kali ulangan. Larutan *edible film* yang telah dibuat diaplikasikan ke telur yang kemudian disimpan sesuai perlakuan. Perlakuan terdiri dari P0 (Penyimpanan 1 hari, sebagai kontrol), P1 (penyimpanan 7 hari), P2 (Penyimpanan 14 hari) dan P3 (Penyimpanan 21 hari). Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah *haugh unit*, kadar lemak, protein, *total plate count* dan angka kapang khamir. Data yang diperoleh, kemudian dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA). Jika terdapat hasil yang berbeda nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang,



memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai *haugh unit*, sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap *total plate count* dan angka kapang khamir, namun tidak memberikan perbedaan nyata terhadap kadar lemak dan kadar protein. Rataan nilai *haugh unit* yang diperoleh mulai dari penyimpanan 1 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari berturut-turut adalah 89,74; 77,67; 64,62 dan 62,28. *Total plate count* mulai dari penyimpanan 1 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari secara berturut turut adalah 4,323 ; 4,409 ; 4,890 dan 4,899 log CFU/ml. Sedangkan rataan angka kapang khamir mulai penyimpanan 1 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari berturut-turut adalah 3,603 ; 3,635 ; 3,892 dan 3,755 log CFU/ml. Kadar lemak mulai penyimpanan satu hari, tujuh hari, 14 hari dan 21 hari berturut-turut adalah 10,98%; 11,29%; 11,37% dan 11,53%. Terakhir untuk rataan kadar protein dari perlakuan penyimpanan 1 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari secara berturut-turut adalah 11,13%; 11,16%; 11,10% dan 11, 49%. Dari hasil penelitian tersebut, dapat ditarik kesimpulan jika penggunaan *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang dapat mempertahankan kualitas telur ayam selama penyimpanan yang berbeda. Disarankan untuk menambah masa simpan telur ayam agar mengetahui sampai berapa lama *edible film* keratin dapat mempertahankan kualitas telur ayam.





## DAFTAR ISI

Isi	Halaman
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL</b> .....	<b>xvii</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	6
1.3. Tujuan .....	7
1.4. Manfaat Penelitian .....	7
1.5. Kerangka Pikir .....	7
1.6. Hipotesis .....	11

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Telur Ayam Ras .....	12
2.2. <i>Edible Film</i> .....	19
2.2.1. Bahan Pembuatan <i>Edible film</i> .....	21
2.2.2. Bahan Tambahan <i>Edible film</i> .....	24
2.3. Tepung Keratin Bulu Ayam .....	27
2.4. Tepung Porang .....	35



2.5. Gliserol.....	41
2.6. <i>Haugh Unit</i> .....	43
2.7. Kadar Lemak .....	44
2.8. Kadar Protein.....	45
2.9. <i>Total Plate Count</i> .....	46
2.10. Angka Kapang Khamir .....	47

### **BAB III MATERI DAN METODE**

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	49
3.2. Materi Penelitian.....	49
3.2.1. Bahan Penelitian .....	49
3.2.2. Peralatan Penelitian .....	50
3.3. Metode Penelitian .....	50
3.4. Variabel Penelitian.....	51
3.5. Prosedur Penelitian .....	52
3.5.1. Ekstraksi Keratin Bulu Ayam .....	53
3.5.2. Pembuatan Larutan <i>Edible Film</i> .....	55
3.5.3. Aplikasi <i>Edible Film</i> .....	57
3.6. Analisis Data .....	59
3.7. Batasan Istilah .....	59

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pengaruh <i>Edible Film</i> pada <i>Haugh Unit</i> .....	61
4.2. Pengaruh <i>Edible Film</i> pada Kadar Lemak ..	69
4.3. Pengaruh <i>Edibel film</i> pada Kadar Protein ...	74
4.4. Pengaruh <i>Edible Film</i> pada TPC .....	77
4.5. Pengaruh <i>Edibel Film</i> pada Angka Kapang Khamir .....	85

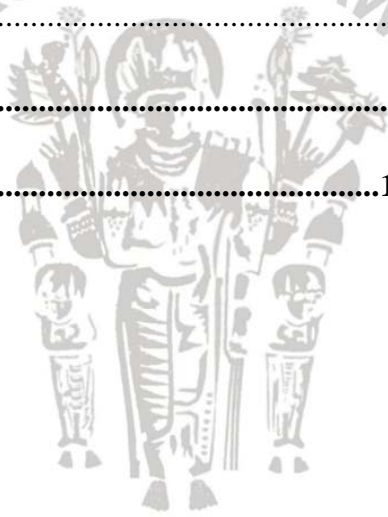


**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan.....89  
5.2. Saran .....89

**DAFTAR PUSTAKA .....90**

**LAMPIRAN .....125**





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Kandungan Gizi Telur Ayam Ras.....	13
2. Jenis Hidrokoloid dan Fungsinya.....	22
3. Kandungan Asam Amino Bulu Ayam .....	30
4. Sifat Fisikokimia Glukomanan Porang .....	37
5. Sifat Fisikokimia Gliserol.....	42
6. Model Tabulasi Data Penelitian.....	51
7. Rataan Nilai <i>Haugh Unit</i> .....	61
8. Rataan Nilai kadar Lemak.....	69
9. Rataan Nilai Kadar Protein.....	74
10. Rataan Nilai <i>Total Plate Count</i> .....	78
11. Rataan Nilai Angka Kapang Khamir .....	85



## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

### Halaman

1. Skema Kerangka Pikir Penelitian .....	10
2. Struktur Kimia Glukomanan .....	36
3. Proses Ekstraksi Keratin Bulu Ayam .....	54
4. Pembuatan Larutan <i>Edible Film</i> .....	56
5. Aplikasi <i>Edible Film</i> .....	58



## DAFTAR LAMPIRAN

### Lampiran

### Halaman

1. Prosedur Uji <i>Haugh Unit</i> .....	124
2. Prosedur Uji Kadar Lemak.....	125
3. Prosedur Uji Kadar Protein.....	127
4. Prosedur Uji <i>Total Plate Count</i> .....	129
5. Prosedur Uji Kapang Khamir.....	132
6. Data dan Analisis Ragam Nilai <i>Haugh Unit</i> .....	133
7. Data dan Analisis Ragam <i>Kadar Lemak</i> .....	137
8. Data dan Analisis Ragam Kadar Protein.....	139
9. Data dan Analisis Ragam <i>Total Plate Count</i> .....	141
10. Data dan Analisis Ragam Kapang Khamir.....	146
11. Dokumentasi.....	151





## DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

ANOVA	: <i>Analysis of Variance</i>
AOAC	: <i>Association of Official Analytical Chemist</i>
atm	: atmosfer
b/v	: berat per volume
CFU	: <i>Colony Forming Unit</i>
cps	: sentipoise
db	: Derajat Bebas
dkk	: dan kawan-kawan
<i>et al</i>	: <i>et alii</i> (dan kawan-kawan)
g	: gram
IU	: <i>International Unit</i>
kDa	: kilodalton
kkal	: kilokalori
KT	: Kuadrat Tengah
Log	: Logaritma
ml	: milliliter
mg	: milligram
mm	: millimeter
MPa	: Megapascal
NA	: <i>Nutrient Agar</i>
PDA	: <i>Potato Dextrose Agar</i>
RAL	: Rancangan Acak Lengkap
RPA	: Rumah Pemotongan Ayam
rpm	: <i>revolution per minute</i>



SD	: Standar Deviasi
SDS	: Sodium Dodesil Sulfat
SE	: Standar Eror
SK	: Sumber Keragaman
UJBD	: Uji Jarak Berganda Duncan
WHC	: <i>Water Holding Capacity</i>
pH	: <i>Power of Hydrogen</i>
%	: <i>Persen</i>
<	: kurang dari
>	: lebih dari
±	: kurang lebih
°C	: Derajat Celcius
µm	: Mikrometer



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pemenuhan kebutuhan protein hewani di masyarakat semakin mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pentingnya kebutuhan gizi dalam tubuh. Secara global, sumber protein hewani yang sering dikonsumsi masyarakat adalah telur karena harganya lebih murah dibandingkan komoditas lain seperti daging dan susu. Beragam jenis telur yang dapat dijumpai yaitu telur ayam, itik, puyuh, angsa, merpati, kalkun dan penyuh.

Telur ayam menjadi prioritas karena mudah didapat dan tidak berbau sangat amis seperti telur itik. Kandungan nutrisi yang terdapat dalam 100 gram telur ayam, meliputi protein 12,9%, lemak 11,5%, karbohidrat 0,9% dan abu 1% (Muchtadi, dkk., 2010). Kandungan nutrisi lain seperti vitamin seperti A, D, E dan K dengan kandungan vitamin E paling tinggi serta lemak dengan tingkat daya cerna yang tinggi (Astiari, dkk., 2018).

Bahan pangan seperti telur memiliki kelemahan yaitu mudah mengalami kerusakan baik itu secara fisik, kimia maupun mikrobiologis yang masuk melalui pori-pori telur. Umumnya, telur hanya mampu bertahan dalam rentang waktu 10-14 hari di udara terbuka (suhu ruang), melebihi waktu tersebut telur akan mengalami





perubahan-perubahan ke arah kerusakan (Djaelani, 2016). Kerusakan yang terjadi pada telur beragam, salah satunya dapat disebabkan oleh cemaran mikroorganisme seperti *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus* dan *E.coli*. Cemaran mikrobiologi pada telur ini, sangat merugikan karena terkadang atau bahkan seringkali menimbulkan masalah kesehatan yang fatal seperti keracunan jika jumlah mikroorganisme yang mengkontaminasi telur sangat banyak (Chusniati, dkk., 2009).

Dampak dari kerusakan tersebut berupa penurunan kualitas telur yang ditandai dengan adanya perubahan warna, aroma dan rasa. Oleh karena itu, dibutuhkan pelindung yang melapisi cangkang telur untuk meminimalisir kontaminasi mikroorganisme maupun aktivitas oksidasi.

Dewasa ini, pelindung atau kemasan yang banyak digunakan adalah plastik yang beredar di pasaran. Plastik sebagai kemasan sintesis menjadi pilihan karena mudah didapat, mudah digunakan dan harganya murah. Hal ini disebabkan plastik memiliki berbagai keunggulan seperti fleksibel, mudah dibentuk, transparan, tidak mudah pecah dan harga yang ramah di masyarakat (Fransisca, dkk., 2013). Plastik tidak hanya memiliki keunggulan tetapi memiliki kelemahan dengan sifatnya yang *nonbiodegradable* sehingga dapat mencemari lingkungan. Salah satu terobosan akibat pesatnya perkembangan teknologi adalah terciptanya *edible film* sebagai kemasan yang ramah lingkungan.



*Edible film* ini dapat menjadi alternatif pengganti kemasan sintetis. *Edible film* dapat melindungi produk pangan dari kerusakan fisik, kimia maupun mikrobiologis. Fungsi dari *edible film* ini mirip seperti plastik yaitu dapat memperpanjang masa simpan produk dan bersifat *biodegradable* sehingga tidak mencemari lingkungan (Hasdar, dkk., 2011). Keunggulan penggunaan *edible film* yaitu dapat dimakan bersama dengan produk pangan yang dikemas tanpa berakibat buruk pada kesehatan.

Melihat keunggulan dari *edible film* tersebut, banyak dilakukan penelitian mengenai aplikasi *edible film* sebagai pelapis pada produk pangan untuk mencegah terjadinya kerusakan. Estiningtyas (2010), membuat *edible coating* berbahan maizena dan ekstrak jahe sebagai pelapis sosis sapi dengan penyimpanan yang beragam. Selanjutnya, Alhuur, dkk., (2020), melakukan penelitian mengenai *edible coating* berbasis kitosan pada karkas ayam broiler untuk mempertahankan kualitas daging ayam. Sementara untuk aplikasi *edible* pada telur, dilakukan oleh Noviana (2018), menggunakan kitosan dengan level yang berbeda dan penyimpanan yang berbeda. Beragam penelitian aplikasi *edible* tersebut, menunjukkan bahwa *edible* bersumber dari bahan-bahan alami yang mudah diperoleh.

Pembuatan *edible film* terdiri dari tiga golongan yaitu hidrokoloid (protein atau polisakarida), lipid dan komposit. Salah satu bahan hidrokoloid yang dapat



digunakan adalah protein dari limbah bulu ayam (keratin bulu ayam). Bulu ayam yang termasuk salah satu limbah peternakan, dapat digunakan sebagai bahan baku *edible film* mengingat kandungan proteinnya yang tinggi sekitar 80-85% (Adelina, *et al.*, 2019). Angka tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan bungkil kedelai dan tepung ikan dengan masing-masing kadar protein sebesar 42,5% dan 66,2% (Nurhayati, dkk., 2017). Selama ini, pemanfaatan bulu ayam masih tergolong parsial, belum begitu maksimal, hanya berkembang pada pembuatan kemoceng, *shuttlecock* bulutangkis dan pakan ternak (Erlita, dkk., 2016). Sementara itu, jika dilihat dari data Badan Pusat Statistik (2019), angka produksi ayam broiler dari tahun ke tahun terus meningkat, tidak terkecuali pada tiga tahun terakhir ini. Angka produksi ayam broiler pada tahun 2018 sebesar 2,3 juta ton, kemudian tahun 2019 naik kembali menjadi 2,5 juta ton. Jumlah tersebut kembali naik pada tahun 2020 sehingga menjadi 2,7 juta ton.

Peningkatan produksi ayam broiler yang terjadi setiap tahun tersebut, juga paralel dengan meningkatnya limbah bulu ayam yang secara umum dapat berdampak pada lingkungan jika tidak didaur ulang. Diketahui, produksi limbah bulu ayam pada tahun 2002 sebesar 68,51 ton dan mengalami kenaikan pada tahun 2003 sehingga menjadi 72,68 ton. Kenaikan kembali terjadi pada tahun 2005 dengan total 72,77 ton (Direktorat Jendral Peternakan, 2006). Data produksi bulu ayam tersebut menunjukkan





terus mengalami kenaikan setiap tahun dan dapat dipastikan limbah bulu ayam dapat mencemari lingkungan jika tidak adanya proses daur ulang.

Penerapan prinsip *zero waste* pada limbah bulu ayam dan mendorong nilai ekonomis yang tinggi, dapat dilakukan melalui pemanfaatan keratin dari limbah bulu ayam untuk pembuatan *edible film*. Sebelum digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film*, limbah bulu ayam diproses menjadi tepung yang kemudian dilakukan proses ekstraksi untuk digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film*. *Edible film* berbahan protein menghasilkan *edible film* yang baik karena dapat membentuk jaringan yang lebih baik sehingga dapat memperbaiki sifat *barrier* dan *edible film* yang dihasilkan bersifat plastis dan elastis (Widyastuti, dkk., 2008). Disamping keunggulannya, *edible film* berbahan protein memiliki kelemahan seperti sifat *barrier* dan mekanik yang dihasilkan kurang baik sehingga dapat mempengaruhi aplikasinya pada produk pangan (Zain, dkk., 2018).

Alternatif yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat *edible film* protein yaitu dengan penambahan tepung porang. Tepung porang diketahui mengandung polisakarida tinggi berupa glukomanan sebesar 71,11% (Aryanti, dkk., 2015). Glukomanan memiliki kemampuan membentuk gel yang bersifat elastis (Siswanti, dkk., 2013). Selain itu, glukomanan dapat membuat *edible film* dengan daya rekat yang kuat, lebih kuat jika



dibandingkan dengan pati yang bersumber dari jagung dan beras (Amalia, dkk., 2020). Kemampuan itulah yang mendasari glukomanan pada umbi porang dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan pembuatan *edible film*.

*Edible film* dengan bahan kombinasi protein dan polisakarida menghasilkan matriks *film* yang padat dan jaringan ikatan hidrogen yang rapat sehingga memiliki kemampuan penghalang yang sangat baik untuk oksigen (Bharti., *et.al.*, 2020). Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi *edible film* pada telur ayam selama variasi penyimpanan. Kombinasi *edible film* dari keratin bulu ayam dan tepung porang untuk bahan pelapis pangan, khususnya telur adalah gagasan solutif dan inovatif yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kontaminasi sehingga dapat memperpanjang umur simpan telur ayam dan menggantikan peran pembungkus sintesis yang sulit terurai di alam.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang diambil dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan porang terhadap kualitas telur ayam selama penyimpanan?



### 1.3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan porang terhadap kualitas telur ayam selama penyimpanan.

### 1.4. Manfaat

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan mengenai *edible film* berbahan protein dan polisakarida serta dapat digunakan sebagai bahan informasi dan pertimbangan mengenai aplikasi *edible film* keratin bulu ayam terhadap kualitas telur ayam selama penyimpanan ditinjau dari nilai *haugh unit*, kadar lemak, protein, *total plate count* dan angka kapang khamir.

### 1.5. Kerangka Pikir

Telur ayam menjadi bahan pangan yang sering dikonsumsi karena kaya akan gizi. Selain itu tidak memiliki bau amis yang pekat seperti telur itik. Kandungan nutrisi yang terdapat dalam telur ayam yaitu protein 12,9%, lemak 11,5%, karbohidrat 0,9% dan abu 1% (Muchtadi, dkk., 2010). Nutrisi lain sebagai pelengkap seperti vitamin seperti A, D, E dan K dengan kandungan vitamin E paling tinggi serta golongan lemak dengan tingkat daya cerna yang tinggi (Astiari, dkk., 2018). Kandungan gizi yang lengkap tersebut, perlu dipertahankan agar kualitas telur tetap terjaga mengingat





telur cepat mengalami kerusakan baik secara fisik, kimia maupun mikrobiologi. Oleh karena itu, dibutuhkan pelindung agar melindungi cangkang telur dari berbagai kerusakan yang dapat menurunkan kualitas telur.

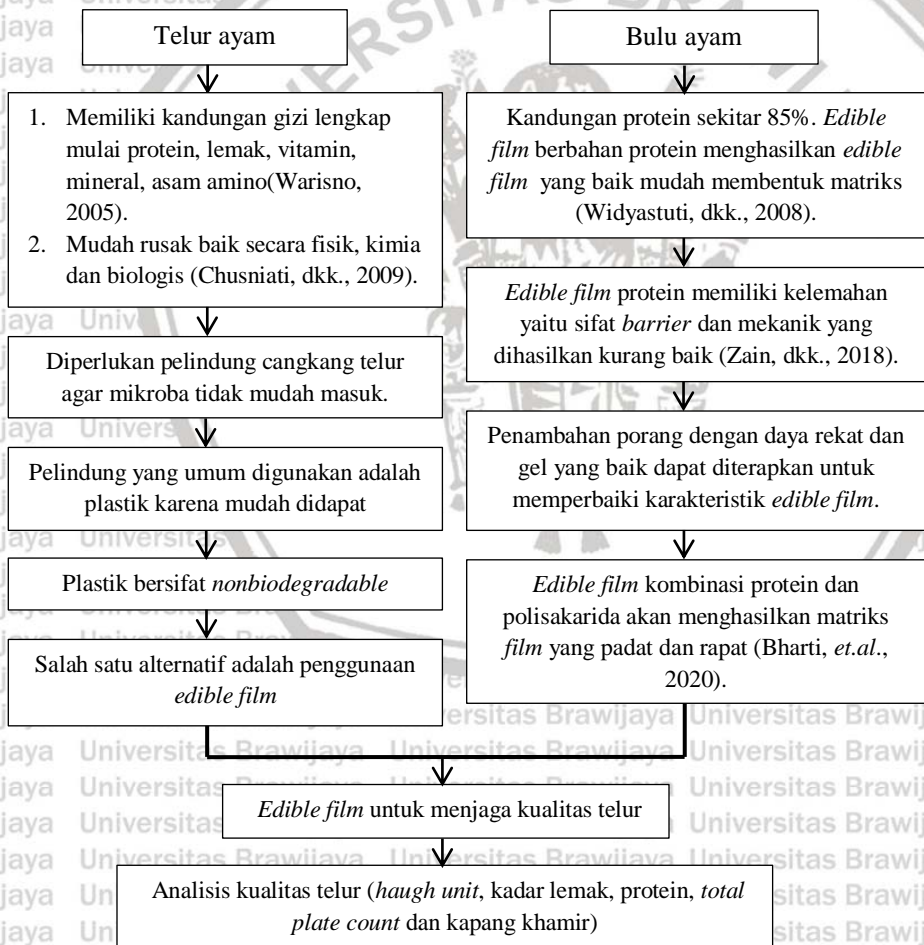
Pelindung yang umum digunakan adalah kemasan plastik karena tidak mudah pecah, fleksibel dan murah (Fransisca, dkk., 2013). Plastik juga memiliki kelemahan sebagai kemasan sintetis yaitu bersifat *nonbiodegradable* sehingga dapat mencemari lingkungan. Salah satu kemasan yang dapat digunakan adalah *edible film*. *Edible film* merupakan lapisan tipis berbentuk lembaran yang berfungsi sebagai pengemas produk pangan dan dapat dimakan bersama produk tersebut. *Edible film* akan memperpanjang masa simpan produk dan bersifat *biodegradable* sehingga ramah lingkungan (Hasdar, dkk., 2011). Salah satu bahan pembuatan *edible film* adalah protein. Protein yang dapat digunakan dalam penelitian ini adalah keratin bulu ayam mengingat kandungan proteinnya yang tinggi yaitu sekitar 85% (Adelina, *et.al*, 2019). *Edible film* berbahan protein menghasilkan *edible film* yang baik karena protein memiliki sifat yang mudah membentuk matriks sehingga *edible film* yang dihasilkan elastis (Widyastuti, dkk., 2008).

*Edible film* berbahan protein, dalam penggunaannya memiliki kelemahan yaitu sifat *barrier* dan mekanik yang dihasilkan kurang baik, sehingga mempengaruhi aplikasinya pada masa simpan produk (Zain, dkk., 2018). Alternatif berupa penambahan porang dapat diterapkan



untuk memperbaiki karakteristik *edible film*. Adanya kandungan glukomanan pada porang akan menghasilkan larutan yang elastis dan memiliki daya rekat yang lebih kuat ketika melapisi produk pangan. *Edible film* dengan bahan kombinasi protein dan karbohidrat akan menghasilkan matriks *film* yang padat dan jaringan ikatan hidrogen yang rapat sehingga memiliki kemampuan penghalang yang sangat baik untuk oksigen (Bharti, *et.al.*, 2020).





**Gambar 1.** Skema Kerangka Pikir Penelitian.



### 1.5. Hipotesis

Aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang diduga berpengaruh terhadap kualitas telur ayam selama penyimpanan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Telur Ayam Ras

Telur merupakan bahan pangan yang sering dikonsumsi manusia. Telur memiliki beragam jenis seperti telur ayam, itik, puyuh, angsa, merpati dan penyu. Telur sebagai bahan pangan yang dikenal sebagai sumber protein hewani, memiliki kandungan gizi yang lebih lengkap dari pada sumber protein lain seperti daging, ikan dan tempe. Beragam jenis telur yang dijumpai, telur ayam banyak dikonsumsi masyarakat karena mudah didapatkan dan tidak berbau amis seperti telur itik. Kandungan nutrisi yang terdapat dalam 100 gram telur ayam, meliputi sebesar 12,9%, lemak 11,5%, karbohidrat 0,9% dan abu 1% (Muchtadi, dkk., 2010). Selain protein, telur ayam juga mengandung lemak, kalsium, fosfor, vitamin, vitamin B, asam linoleat dan masih banyak lainnya (Warisno, 2005). Kandungan gizi lengkap telur ayam dapat dilihat pada Tabel 1.



Tabel 1. Kandungan Gizi Telur Ayam dalam 100 gram.

Parameter	Jumlah (%)
Kadar Air	73,7
Protein	12,9
Lemak	11,5
Karbohidrat	0,9
Abu	1,0

Sumber: Muchtadi, dkk, 2010.

Setiap telur memiliki berat yang berbeda-beda tergantung dari jenis dan *breednya*. Pada telur ayam beratnya berkisar 60 g per butir. Berat pada telur umumnya digolongkan ke dalam beberapa kelas seperti ukuran jumbo (berat diatas 65 g), ekstra (60-65 g), besar (55-60 g), medium (45-50 g) dan *peewe* (dibawah 45 g) (Soeparno, 2011). Mengkaji lebih lanjut, telur ayam terdiri atas berbagai struktur penyusun yaitu kulit telur (cangkang telur), kutikula, membran kulit telur, kuning telur (yolk), putih telur (albumen), blastoderm dan rongga udara (kantung udara). Masing-masing bagian tersebut memiliki porsi tersendiri seperti cangkang telur sekitar 8-11%, putih telur 58% dan kuning telur 31% (Purwadi, dkk., 2017). Terlihat bahwa putih telur merupakan komponen yang paling dominan dari bagian yang lain di dalam telur.

Cangkang atau kerabang pada telur ayam biasanya berwarna coklat muda hingga cokelat tua. Kondisi ini



diakibatkan adanya pigmentasi yang berbeda. Samiullah, *et.al* (2015) dalam hasil risetnya menemukan bahwa cangkang yang berwarna coklat diakibatkan adanya pigmentasi protoporphyrin IX pada struktur cangkang. Pigmen ini berasal dari hemoglobin pada induk (Syam, 2016). Proses pigmentasi pada cangkang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menyebabkan warna cangkang coklat gelap atau coklat terang.

Faktor yang dilaporkan berpengaruh adalah usia ayam itu sendiri. Semakin tua umur ayam, maka warna cangkang akan semakin terang karena intensitas pigmentasi menurun. Samiullah *and* Roberts (2013), menemukan jika pigmen protoporphyrin IX yang berperan memberi warna coklat pada cangkang, dapat dijumpai pada lapisan cangkang dengan kadar kalsium tinggi dibandingkan pada lapisan kutikula. Proses pigmentasi ini belum diduga secara pasti kapan dan berapa durasi yang dibutuhkan untuk membentuk warna coklat pada cangkang.

Cangkang sebagai benteng pertahanan dari kerusakan, memiliki ketebalan yang bervariasi. Diketahui, ketebalan cangkang berkisar 0,33-0,35 mm. Tebal tipisnya kerabang telur berbeda-beda tergantung dari genetik, umur, jenis ayam dan bahan pakan yang dikonsumsi. Biasanya, telur dengan warna kerabang coklat gelap, diklaim memiliki kerabang yang lebih tebal (Tindjabate, dkk., 2014). Sementara kerabang yang tipis, cenderung memiliki pori-pori yang banyak dan besar



sehingga akan lebih mudah telur mengalami kerusakan karena adanya kontaminasi mikroba (Maimunah dan Rokhman, 2018).

Pada cangkang telur terdapat pori-pori sebagai pertukaran gas dan masuknya zat-zat ke dalam telur. Banyaknya pori-pori pada kerabang telur dapat dilihat dari besarnya rongga udara telur. Semakin besar rongga udara, diprediksi semakin banyak pori-pori yang terdapat pada kerabang telur (Hiroko, dkk., 2014). Pori-pori pada telur ukurannya akan semakin besar seiring dengan lamanya penyimpanan, karena kutikula yang berada pada permukaan cangkang, akan mengering dan mengalami penyusutan (Eke, *et.al*, 2013).

Bentuk pori pada telur bermacam-macam, tergantung dari jenis telur dan letaknya pada permukaan telur. Bentuk yang berhasil dilaporkan adalah pori-pori berbentuk bulat, bercabang-cabang, dan panjang dengan ukuran yang sangat bervariasi. Lebarinya berkisar antara 9–38 mikron, sedangkan panjangnya antara 14–54 mikron. Pori-pori yang tersebar pada kulit telur, memiliki jumlah sekitar 7.000–17.000 buah dengan diameter permukaan luar adalah 15-65  $\mu\text{m}$  sedangkan permukaan dalam adalah 6-23  $\mu\text{m}$ .

Pori-pori yang ada pada cangkang telur, memiliki variasi ukuran dan jumlah pada kedua sisi tumpul dan lancip. Hasil riset yang dilakukan Riley, *et.al* (2014) menunjukkan jika pada sisi tumpul atau pada bagian bawah memiliki ukuran pori-pori sebesar 129,43  $\mu\text{m}^2$



sedangkan pada sisi lancip atau bagian atas memiliki ukuran pori sebesar  $94,95 \mu\text{m}^2$ . Perbedaan ukuran ini berimbas pada fungsinya dalam proses pertukaran dan penguapan gas-gas pada telur. Bagian sisi tumpul telur terdapat kantung udara yang berfungsi sebagai tempat terjadinya penguapan gas-gas dan laju permeabilitas uap air. Adanya kantung udara, akan mengatur lebih stabil sehingga perannya lebih penting daripada sisi telur yang lancip.

Seperti yang telah diketahui bahwa telur ayam banyak digunakan sebagai bahan tambahan pada pembuatan makanan. Hal tersebut tidak terlepas dari adanya sifat fungsional pada telur dapat meningkatkan karakteristik dan cita rasa pada produk makanan. Sifat-sifat fungsional yang dimiliki telur diantaranya daya kembang, daya busa atau buih, koagulasi, pengikat, pengemulsi, penghasil kerenyahan pada makanan, menghasilkan tekstur lembut dan gurih. Diantara sifat fungsional tersebut, terdapat sifat yang saling berikatan antara satu sifat dengan sifat lain yaitu daya kembang dan busa. Sifat penghasil busa pada telur akan membuat makanan mengembang dan menghasilkan tekstur kue yang renyah (Soekarto, 2020). Sifat-sifat fungsional tersebut tidak terlepas dari kandungan gizi yang ada pada telur. Sehingga apabila pada telur terjadi perubahan-perubahan yang menurunkan kualitas fisik dan kimianya, maka dapat berdampak pada sifat fungsional telur yang akan menurun (Siregar, dkk., 2012).





Dibalik kandungan gizi dan sifat fungsionalnya, telur ayam memiliki kelemahan seperti telur-telur lain yaitu mudah rusak jika disimpan dalam jangka waktu yang lama. Masa simpan yang dimiliki telur biasanya berkisar 14 hari jika dibiarkan terbuka di udara bebas. Lebih dari jangka waktu tersebut, kerusakan mulai muncul baik secara fisik, kimia maupun biologis. Kerusakan secara fisik dapat disebabkan oleh penguapan air dan gas-gas seperti karbondioksida, amonia, nitrogen, dan hidrogen sulfida dari dalam telur (Jazil, dkk., 2013). Penguapan gas-gas tersebut terjadi karena salah satu faktor yaitu adanya tekanan gas yang ada di luar telur. Jika tekanan gas yang ada di dalam telur dan diluar seimbang, maka penguapan gas akan terhambat dan mutu telur masih tetap bagus (Rahmi dan Kusuma, 2020).

Kerusakan secara mikrobiologis disebabkan oleh cemaran mikroorganisme seperti *Salmonella sp*, *Stapylococcus aureus* dan *E.coli*. Jika mikroorganisme yang mengontaminasi telur jumlahnya melebihi batas ambang, maka hal tersebut dapat menyebabkan keracunan jika dikonsumsi (Chusniati, dkk., 2009). Mikroorganisme lain yang dapat menyebabkan kerusakan pada telur adalah jamur. Jamur yang mencemari telur umumnya dikenal dengan istilah pinspot. Pinspot disebabkan oleh aktivitas *Pseudomonas vulgaris* dan *Pseudomonas intermedium*. Kerusakan ini terjadi karena telur disimpan dalam suhu rendah (Manab, dkk., 2018).



Upaya untuk mencegah terjadinya kerusakan pada telur, dapat dilakukan beberapa penanganan yang tepat agar nilai gizinya tetap tinggi, tidak berubah rasa, tidak berbau busuk dan warna isinya tidak pudar. Salah satu metode yang mudah dilakukan adalah dengan cara pengawetan. Metode pengawetan bertujuan untuk mempertahankan kandungan air dan karbondioksida yang telah ada dalam telur selama mungkin dan memperlambat kegiatan mikroorganisme. Pengawetan yang umum dilakukan dalam menjaga mutu isi telur adalah dengan cara penyimpanan pada suhu refrigerator. Penyimpanan telur pada suhu refrigerator merupakan cara yang praktis dan mudah dilakukan. Penyimpanan telur pada suhu refrigerator dapat memperlambat reaksi metabolisme. Selain itu, dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme penyebab kerusakan atau kebusukan bahan pangan (Kumaji, 2019).

Metode pengawetan lain yang dapat diterapkan yaitu menggunakan bahan-bahan alami yang mudah didapat serta aman untuk dikonsumsi. Pengawet alami yang umum digunakan adalah minyak kelapa dan kapur sirih (Rahmawati, dkk., 2014). Penutupan pori-pori kulit telur dapat dilakukan dengan menggunakan larutan kapur, parafin, minyak nabati (minyak sayur), air kaca (*water glass*), dicelupkan dalam air mendidih, dan dengan bahan penyamak nabati (Riawan, dkk., 2017). Berbagai metode pengawetan tersebut dilakukan untuk tetap



menjaga mutu telur dalam kondisi baik untuk layak dikonsumsi.

Mutu telur, umumnya dijabarkan kedalam tingkatan mutu dengan masing-masing kriteria. Mutu I dengan kondisi kerabang yang normal, tebal, halus, albumen kental dengan indeks 0,134-0,175, memiliki kedalaman kantung udara kurang dari 0,5 cm. Mutu II dengan kondisi kerabang normal, halus, ketebalan sedang, terdapat *stain*, putih telur sedikit encer dengan indeks 0,092-0,133 dan memiliki kedalaman kantung udara 0,5-0,9 cm. Tingkatan terakhir, yaitu mutu III dengan kondisi kerabang abnormal, kerabang sedikit kasar, tipis, terdapat bercak darah pada albumen, indeks albumen 0,050-0,091 dan memiliki ketebalan kantung udara lebih dari 0,9 cm (SNI, 2008).

## **2.2. Edible Film**

Penggunaan *edible film* dalam dunia pangan pertama kali diaplikasikan di China pada abad ke 12-13, yaitu dengan bahan lilin yang dipakai untuk komoditas buah-buahan, terutama jeruk. Negara selanjutnya Jepang pada abad 15, dengan memanfaatkan kedelai untuk mempercantik tampilan produk. *Edible Film* tersebut dikenal dengan sebutan "Yuba" (Ulusoy, *et.al.*, 2018). Perlahan tidak hanya dari komoditas buah-buahan, tetapi aplikasi *edible film* mulai merambah ke komoditas lain seperti sayuran, daging dan ikan untuk mencegah terjadinya kerusakan (Erkmen and Barazi, 2018). *Edible*



*film* berbahan protein yaitu gelatin pertama kali diluncurkan oleh AS pada abad ke 19 dan bahkan telah mendapat hak paten yang diaplikasikan khusus untuk produk daging. Melihat potensi dari *edible film* tersebut, membuat semakin pesatnya penelitian *edible film*.

Giat *edible film* terus dilakukan dan berkembang dari tahun ke tahun yang tidak lain karena fungsinya yang memberikan pertahanan terhadap kerusakan dan berdampak baik pada produk pangan. Alasan inilah yang semakin mendorong penelitian *edible film* semakin berlanjut. Selama perkembangannya, *edible film* atau yang dikenal dengan bioplastik merupakan lapisan tipis berbentuk lembaran yang berfungsi sebagai pengemas produk pangan. *Edible film* biasanya dapat dimakan karena terbuat dari biopolimer. Biopolimer yang digunakan dalam pembuatan *edible film* ada tiga golongan yaitu hidrokoloid (protein atau pati), lipid dan komposit (gabungan hidrokoloid dan lipid). Hidrokoloid merupakan biopolimer dengan daya kohesif yang baik terhadap bahan yang dikemas, namun mudah ditembus oleh uap air (Santoso, dkk., 2018). Menurut Fera dan Nurkholik (2017) *edible film* selalu dibuat menyesuaikan dengan produk yang akan dikemasnya. Kombinasi dari beberapa jenis bahan sering dilakukan untuk memperoleh kualitas *edible film* yang sesuai dengan kebutuhan.

Aplikasi *edible film* dalam produk pangan dapat menggunakan beberapa teknik tergantung jenis produk yang akan dikemas. Teknik aplikasi *edible film* yang



dilakukan dalam dunia industri seperti kemasan primer yang diaplikasikan untuk daging, ikan, buah dan sayuran, *binding* (pengikat) yang diaplikasikan pada *snack* yang diberi bumbu dengan tujuan untuk mengurangi lemak dan *glaze* (pelapis) yang diaplikasikan pada roti agar meningkatkan kilap pada penampilannya (Setiarto, 2020).

## **2.2.1. Bahan Pembuatan *Edible Film***

### **2.2.1.1. Hidrokoloid**

Hidrokoloid sebagai bahan pembuatan *edible film*, dapat berasal dari protein atau polisakarida. Polisakarida umumnya bersifat hidrofilik sehingga sifat penghalang terhadap uap air dan gas kurang baik, namun polimer polisakarida dapat bertindak sebagai pelapis perlambatan hilangnya kelembapan dari produk pangan (Rosida, dkk., 2018). *Edible film* berbahan hidrokoloid banyak sekali jenisnya yang dapat digunakan. Jenis hidrokoloid dan fungsinya dalam pembuatan *edible film* disajikan pada Tabel 2:



Tabel 2. Jenis Hidrokoloid dan Fungsinya dalam *Edible Film*.

Jenis Hidrokoloid	Fungsi Utama
Polisakarida:	
Agar	Pembentuk gel
Alginat	Pembentuk gel
Karaginan	Pembentuk gel
CMC	Pengental
Protein:	
Gelatin sapi	Pembentuk gel
Gelatin ikan	Pembentuk gel
Gelatin babi	Pembentuk gel

Sumber: Tavassoli-Kafrani, *et.al.*, 2016.

*Edible film* berbahan protein umumnya bervariasi, tidak hanya dari gelatin seperti yang tertera pada tabel 2, tetapi dapat bersumber dari kolagen, protein jagung, protein gandum, isolat protein kedelai, kasein dan protein whey (Manab, dkk., 2017). Menurut Widyastuti, dkk. (2008), *edible film* berbahan protein memiliki keunggulan yaitu jaringan yang terbentuk lebih baik sehingga dapat memperbaiki sifat *barrier* (penghalang). Protein memiliki sifat yang mudah membentuk matriks *edible film* sehingga sifat *edible film* yang plastis dan elastis akan lebih sempurna.

Meskipun mudah membentuk matriks, namun *edible film* berbahan protein memiliki kelemahan yaitu kurang



baik mempertahankan penguapan air karena bersifat hidrofilik sehingga *film* sebagai pelindung produk pangan mudah retak. Oleh karena itu ditambahkan lipid yang bersifat hidrofobik dan dapat menahan laju transmisi uap air (Manab, 2008).

### 2.2.1.2. Lipid

Lipid yang digunakan sebagai pembuatan *edible film* akan menghasilkan *edible film* yang mampu menghambat transmisi uap air dengan baik. Lipid bersifat hidrofobik yang akan meningkatkan sifat fungsional dari *edible film* untuk memperpanjang masa simpan produk pangan. Fungsi lipid dalam menghambat uap air yang ditambahkan dalam *edible film* protein tergantung pada jenis lipid, konsentrasi lipid yang digunakan, interaksi yang terjadi dengan protein dan distribusinya di dalam matriks protein. Selain itu, penambahan lipid pada *edible film* protein akan mempengaruhi sifat optik *film* seperti warna, kilap dan transparansi *film* (Yada, 2018). Jenis lipid yang dapat menahan uap air dengan baik adalah golongan lipid yang memiliki titik leleh yang tinggi. Lipid yang dapat digunakan dalam *edible film* biasanya asam lemak, mentega dan lilin lebah (Mandei dan Anton, 2018).

### 2.2.1.3. Komposit

*Edible film* berbasis komposit merupakan kombinasi dari hidrokoloid dan lipid. Aplikasi *film* dari komposit



dapat dilakukan dalam lapisan satu-satu (bilayer), di mana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan keduanya yaitu lipid dan hidrokoloid. Gabungan dari hidrokoloid dan lipid digunakan karena keuntungan dari kedua bahan. Hasil penelitian Murdinah, dkk. (2007) menunjukkan bahwa *edible film* komposit dari alginat, protein gandum (gluten) dan lilin lebah (*beeswax*) menghasilkan *edible film* yang mampu menahan laju transmisi uap air. Perlakuan terbaik diperoleh dengan masing-masing rasio alginat, protein gandum (gluten) dan *beeswax* 1:1:2 dengan laju transmisi uap air sebesar 154,34 g/m<sup>2</sup> /24 jam.

### **2.2.2. Bahan Tambahan *Edible Film***

Pembuatan *edible film* seringkali diperlukan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas kemasan yang nantinya akan mempengaruhi produknya. Bahan tambahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film* umumnya dikelompokkan ke dalam dua golongan yaitu bahan tambahan yang memiliki fungsi sebagai pelapis (*coating*) dan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas, keamanan produk. Biasanya bahan tambahan yang berfungsi meningkatkan fungsi *coating* berupa *plasticizer* (Winarno dan Octaria, 2020).

#### **a. *Plasticizer***

*Plasticizers* atau pemlastis merupakan komponen yang digunakan untuk melunakkan bahan plastik supaya

mudah dibentuk. Pemlastis yang mudah ditemukan adalah air, namun penggunaan air sebagai bahan pemlastis satusatunya dalam suatu komposit plastik *biodegradable* tidak cukup sehingga perlu adanya pemlastis lain selain air. Bahan pemlastis yang dapat digunakan diantaranya gliserol, sorbitol, polietilen glikol, polioli, *poly (oxyethylene)*, *poly (oxypropylene)*, surfaktan non-ionik dan anionik (Lidayana, dkk., 2019).

*Plasticizer* yang biasa ditambahkan adalah sorbitol dan gliserol. Sorbitol dinilai lebih baik sebab dapat meningkatkan nilai elongasi dan kuat tarik pada *edible film*. Tetapi tidak dapat dipungkiri bahwa sorbitol ternyata dapat meningkatkan laju transmisi uap air pada *edible film* sebab sorbitol diketahui tergolong senyawa monosakarida *polyhidric* alkohol yang bersifat hidrofilik (Putra, dkk., 2017). Perdana (2016), menunjukkan bahwa penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* memiliki nilai kuat tarik dan elongasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan gliserol. Sorbitol dapat digunakan untuk bahan tambahan pada *edible film* karena selain sebagai *plasticizer* sorbitol juga digunakan sebagai pemanis buatan pada produk permen bebas gula dan sirup obat batuk sehingga aman untuk dikonsumsi.

Sedangkan *plasticizer* gliserol bersifat hidrofilik dan memiliki berat molekul yang rendah dari sorbitol sehingga lebih mudah masuk kedalam matriks polisakarida dan protein sehingga fleksibilitas *film* dan juga kemampuan pembentukan *film* meningkat. Gliserol





memiliki karakteristik larut didalam air, meningkatkan viskositas, polar, volatil dan memiliki titik didih tinggi (Muin, dkk., 2017). Semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka nilai kuat tarik akan semakin meningkat. Namun pada kondisi kritisnya, kuat tarik pada *edible film* akan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena adanya ruang kosong ikatan antar polisakarida yang dipecah oleh gliserol (Apriyani dan Sedyadi, 2015).

#### b. Senyawa Antioksidan

Senyawa antioksidan berperan penting dalam karakteristik *edible film*. Penambahan senyawa antioksidan bertujuan untuk menurunkan proses oksidasi yang dapat menyebabkan produk cepat mengalami kerusakan. *Edible film* dengan penambahan senyawa antioksidan akan melindungi produk yang dilapisi dari risiko ketengikan sehingga masa simpan lebih lama (Nuansa, dkk., 2017).

#### c. Senyawa Antimikroba

Penggunaan senyawa antimikroba bertujuan untuk meminimalisir mikroba masuk ketika *edible film* diaplikasikan kepada produk pangan. Metode yang sering digunakan adalah penambahan atau inkorporasi bahan antimikroba ke dalam *edible film*. Bahan antimikroba yang digunakan pada makanan seperti asam-asam organik, bakteriosin, enzim, alkohol, dan lemak serta



ekstrak rempah atau minyak atsiri, seperti minyak kayu manis, daun serai, cengkih, dan bawang putih telah diteliti aktivitas antibakterinya (Winarti, dkk., 2012).

Beberapa penelitian *edible film*, menggunakan kitosan sebagai zat antimikroba. Kitosan memiliki keunggulan mudah terurai, tidak beracun, dan mudah mengalami degradasi secara biologis. Sifatnya yang demikian, maka kitosan dapat diaplikasikan sebagai pengemas ramah lingkungan (Nurhayati dan Agusman, 2011). Namun kitosan juga memiliki kekurangan yaitu daya larutnya terhadap air, sehingga membatasi penggunaannya sebagai bahan kemasan yang dapat berdiri sendiri (Darmanto, dkk., 2011).

### **2.3. Tepung Keratin Bulu Ayam**

Keratin merupakan sebutan protein serat yang terdapat pada bulu ayam. Bulu ayam yang merupakan salah satu hasil samping peternakan khususnya industri pemotongan ayam, dimana saat ini yang kita lihat dibuang begitu saja tanpa dimanfaatkan dengan baik. Selama ini yang kita lihat, pemanfaatan bulu ayam digunakan sebagai kemoceng, *shuttlecock* dan pakan ternak. Pemanfaatan lain secara maksimal belum dikembangkan lebih lanjut. Bulu ayam sejatinya mengandung protein yang tinggi yaitu sekitar 85% bahkan lebih (Daud dan Zulfan, 2018). Angka tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kadar protein dari bungkil kedelai dan tepung ikan yang masing-masing

42,5% dan 66,2% (Nurhayati, dkk., 2017). Pengolahan limbah bulu ayam agar menjadi bentuk tepung dapat menggunakan empat metode yaitu pengolahan secara fisik, kimiawi, enzimatik dan mikrobiologi.

Pertama, pemrosesan secara fisik dilakukan menggunakan tekanan 3 atm pada suhu tinggi (105°C) selama 8 jam dengan autoklaf. Kedua, pemrosesan secara kimiawi dilakukan dengan menambahkan HCl untuk disimpan pada wadah tertutup. Ketiga, secara enzimatik dilakukan dengan menambahkan enzim proteolitik dan disimpan 2 jam pada suhu 52°C untuk selanjutnya dipanaskan hingga kering. Metode terakhir yaitu secara mikrobiologi yang dilakukan dengan menambahkan bakteri *Bacillus licheniformis* dan diinkubasi selama 72 jam (Sari, dkk., 2015).

Proses pemanasan yang terlalu lama dalam pengolahan secara fisik dapat menyebabkan kerusakan pada komponen asam amino bulu ayam. Selain itu dapat menimbulkan terjadinya reaksi kecoklatan (*browning reaction*). Tidak jarang dalam pemrosesan bulu ayam menjadi tepung, dilakukan pengolahan kombinasi antara perlakuan fisik dan kimiawi. Proses pengolahan yang baik akan mempengaruhi hasil akhir dari tepung bulu ayam (Yaman, 2019).

Pembuatan *edible film* sebagai bahan pengemas makanan dapat menggunakan protein sebagai biopolimer. Sumber protein yang digunakan dapat berasal dari hasil samping peternakan. Salah satu limbah peternakan yang





dapat digunakan yaitu bulu ayam. Pada dasarnya bulu ayam mengandung protein yang tinggi yaitu sebesar 85% (Daud dan Zulfan, 2018). Limbah bulu ayam tersusun atas protein keratin. Keratin merupakan protein serat dari hasil produk pengerasan jaringan epidermal dari tubuh yang kaya akan sulfur. Protein keratin mengandung 14% sistin disulfida yang berfungsi sebagai jembatan antar molekul. Keratin bersifat tidak larut dalam air, juga tidak larut meskipun dilakukan pemanasan menggunakan alkali (Puastuti, 2007). Keratin mengandung berbagai macam asam amino mulai dari metionin, sistin, leusin dan lainnya. Kandungan lengkap asam amino dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Kandungan Asam Amino pada Bulu Ayam

Asam Amino	$\mu\text{m}/\text{mg}$ Protein*1	% Asam	
		Amino dalam Keratin	Kelompok Fungsional
Asam Aspartat	0,358	4,76	Bermuatan negatif
Treonin	0,345	4,11	Higroskopik
Serina	1,292	13,57	Higroskopik
Prolina	0,875	1,01	Spesial
Asam Glutamat	0,624	9,18	Bermuatan negatif
Glisina	1,008	7,57	-
Alanina	0,411	3,66	Hidrofobik
Valina	0,618	7,24	Hidrofobik
Sistina	0,088	2,11	Hidrofobik
Metionina	0,017	0,025	Hidrofobik
Isoleusina	0,376	4,93	Hidrofobik
Leusina	0,570	7,48	Hidrofobik
Tirosina	0,102	1,85	Hidrofobik
Fenilalanina	0,267	4,11	Hidrofobik
Lisina	0,039	0,57	-
Histidina	0,001	0,016	-
Arginina	0,377	6,57	Bermuatan positif

\* = Sampel 100% protein 1 =  $\mu\text{m}$  per mg protein



Sumber: Gupta. *et.al*, 2012; Saravanan *and* Dhurai, 2012.

Sumber protein seperti keratin, secara umum banyak dijumpai pada lapisan pelindung manusia atau hewan, seperti pada kulit, rambut atau bulu. Mayoritas keratin di alam tergolong ke dalam *alpha* keratin, disamping ada konformasi lain yang dikenal seperti antiparalel. Material yang kaya akan protein  $\alpha$ -keratin adalah rambut, wol, sayap, kuku, cakar, duri, sisik, tanduk, kulit penyu dan lapisan kulit sebelah luar. Sedangkan material yang kaya dengan protein  $\beta$ -keratin sebagai contoh sutera, bulu dan jaringan laba-laba. Bulu ayam termasuk protein keratin dengan struktur  $\alpha$ -helik.

Keratin merupakan protein unik yang memiliki kandungan sistein tinggi sekitar 7-13% dalam urutan asam amino (Shavandi *et al.*, 2017). Sistein yang mengandung gugus -SH yang bertanggung jawab atas ikatan disulfida di keratin. Sistein yang tinggi akan menstabilkan keratin dengan membentuk struktur jaringan yang digabungkan dengan polipeptida dan ikatan silang disulfida (Saravanan *and* Dhurai, 2012). Komposisi kimiawi keratin menunjukkan  $\beta$ -heliks dari protein ukuran seragam kecil dengan berat molekul rendah sekitar 10 kDa (Khosa dan Ullah, 2013; Sharma dan Gupta, 2016). Ikatan sistin dalam keratin memberikan stabilitas tinggi dan sifat xenobiotik.





Menurut literatur, protein keratin yang tidak larut dalam air, dapat ditingkatkan pada pH ringan dan asam, dengan menggunakan panas dan bahan pereduksi (Donato dan Mija, 2020). Setelah reduksi, ikatan silang antara disulfida akan dipecah menjadi tiol bebas (-SH) selain protonasi beberapa -NH<sub>2</sub> dan kelompok lain. Namun, ini akan membuat permukaannya positif dan menyebabkan adanya proses kelarutan (Fagbemi, *et.al.*, 2020).

Keratin ini yang terdapat di dalam kandungan bulu ayam yang dapat diekstraksi untuk digunakan dalam berbagai keperluan (Mirdayanti, 2018). Keratin yang tersusun pada bulu ayam termasuk golongan alfa keratin. Struktur alfa keratin tersebut perlu dilakukan perombakan agar mudah dicerna. Proses perombakan tersebut dapat dilakukan dengan melakukan pemutusan ikatan secara parsial sehingga gugus aktif yang terdapat di dalam keratin dapat berinteraksi dengan komponen lain. Banyak cara yang dilakukan untuk proses aktivasi keratin bulu ayam, salah satunya dengan menggunakan Na<sub>2</sub>S yang dapat memutus rantai jembatan ditio disulfida (-S-S-) (Latifah, dkk., 2018).

Na<sub>2</sub>S banyak digunakan untuk mendegradasi bulu ayam sebab dari segi harga lebih ekonomis dibandingkan menggunakan SDS dan 2- mercaptoetanol. Reaksi yang terjadi cukup kompleks ketika menggunakan Na<sub>2</sub>S yaitu menyebabkan kondisi pH tinggi akibat bereaksi dengan air dan membentuk hidrosulfida dan ion hidroksil (Poole, *et.al.*, 2011). Pada proses reduksi, ikatan silang disulfida



(-S-S-) dipecah menjadi tiol bebas (-SH) selain dari beberapa -NH<sub>2</sub> dan kelompok lain dalam keratin yang membuat permukaannya positif. Proses pemecahan ikatan sulfida dalam keratin, perlu dilakukan penambahan bahan seperti urea kedalam larutan untuk mengubah struktur kristal keratin menjadi amorf dan ikatan disulfida yang terdapat pada sistin akan terbuka, sehingga ikatan sulfida putus (Pourjavaheri, *et.al.*, 2019).

Setelah mereduksi tepung bulu ayam menggunakan Na<sub>2</sub>S, selanjutnya dilakukan proses pengasaman menggunakan asam asetat untuk mengendapkan protein keratin. Penambahan asam asetat dilakukan setelah pemanasan pada suhu 80°C. Pemanasan lebih lanjut dan penambahan asam ini akan menyebabkan denaturasi rusaknya struktur protein sehingga protein akan mengendap. Pengendapan protein oleh asam asetat terjadi cukup cepat karena adanya panas. Pertama-tama akan terjadi presipitasi yaitu pembentukan presipitat atau partikel kecil yang melayang-layang dalam larutan dan dapat mengendap dalam waktu singkat. Presipitat tersebut akan saling bergabung membentuk agregat (partikel yang lebih besar) dari presipitat tapi belum mengendap.

Jumlah agregat terus bertambah menyebabkan terbentuknya endapan protein. Pengendapan terjadi karena adanya ion H<sup>+</sup> yang menyebabkan sebagian ikatan peptida terputus. Ketika suasana asam, ion H<sup>+</sup> akan bereaksi dengan gugus COO<sup>-</sup> membentuk COOH



sedangkan asam akan berikatan dengan gugus amino  $\text{NH}_2$  membentuk  $\text{NH}_3^+$ , sehingga apabila larutan peptida dalam keadaan isoelektris diberi asam akan menyebabkan bertambahnya gugus bermuatan yang membentuk afinitas terhadap air dan kelarutan dalam air (Triyono, 2010). Titik isoelektrik keratin berada pada pH 4 dengan menggunakan asam untuk mengendapkan protein (Wang, *et.al.*, 2021). Setelah proses pengendapan protein selesai, maka dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan *edible film* atau *coating*.

Penelitian berbahan dasar keratin bulu ayam telah banyak dilakukan dari tahun ke tahun. Dou *et.al* (2016), dalam risetnya menggunakan keratin bulu ayam sebagai bahan pembuatan *edible film* dengan penambahan gliserol menunjukkan karakteristik *edible film* dengan tingkat ketahanan air yang tinggi seiring dengan penambahan gliserol. Penambahan gliserol sebesar 40% dalam *edible film* memberikan karakteristik *edible* yg lebih baik dan tidak rapuh daripada pemberian gliserol 20% dengan kondisi *film* yang rapuh dan tidak rata. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan gliserol, karakteristik dan struktur *edible film* dapat lebih baik dan tidak mudah rapuh. Penelitian lain yang dilakukan Song, *et.al* (2013), menunjukkan jika *edible film* dengan bahan utama keratin bulu ayam dengan kombinasi pemberian *plasticizer* gliserol dan sorbitol serta penambahan *cloisite*  $\text{Na}^+$  menghasilkan





karakteristik *edible film* yang paling baik dengan rasio sorbitol dan gliserol 3:1.

#### **2.4. Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)**

Porang merupakan salah satu umbi-umbian yang masuk kedalam familia *Araceae* (talas-talasan) dan tergolong genus *Amorphophallus*. Jenis porang yang ditemukan di Indonesia, ada beberapa spesies yaitu *Amorphophallus campanulatus*, *Amorphophallus oncophyllus*, *Amorphophallus spectabilis*, dan *Amorphophallus muellleri* (Koswara, 2013). Berikut Taksonomi umbi porang menurut Sari dan Suhartati (2015).

Regnum : *Plantae*

Sub regnum : *Tracheobionta*

Divisi : *Magnoliophyta*

Sub divisi : *Spermatophyta*

Kelas : *Liliopsida*

Sub kelas : *Arecidae*

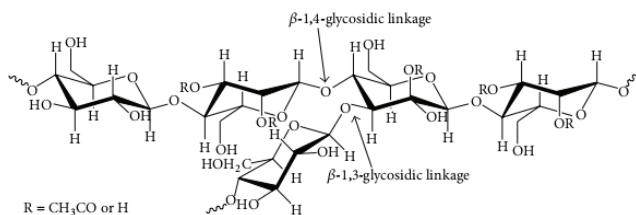
Ordo : *Arales*

Famili : *Araceae*

Genus : *Amorphophallus*

Spesies : *Amorphophallus oncophyllus* Prain

Umbi porang memiliki kandungan nutrisi berupa lemak, protein, karbohidrat, serat dan mineral seperti jenis-jenis umbi lainnya. Kandungan nutrisi yang terdapat dalam 100 g porang berupa mineral seperti kalsium 62 mg, fosfor 41 mg dan besi 4,3 mg (Sunarti, 2018). Sedangkan jika dilihat dari hasil analisa proksimat menunjukkan bahwa tepung porang memiliki kadar air 12,81%, abu 4,32%, protein kasar 3,26%, lemak kasar 0,59%. Selain itu tepung porang mengandung glukomanan sebesar 52,74 % (Hananto, dkk., 2015). Tampilan angka-angka tersebut terlihat bahwa kandungan tertinggi pada tepung porang adalah glukomannan yang merupakan golongan polisakarida dengan komponen penyusun manosa dan glukosa. Glukomanan bersifat larut dalam air tetapi tidak dapat dicerna dengan baik. Hal tersebut karena gugus asetil yang dominan terdapat pada glukomanan (Estiasih, dkk., 2017). Struktur kimia glukomanan dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Zhang, *et al.* (2014).

**Gambar 2.** Struktur Kimia Glukomanan.

Tepung porang memiliki sifat fisikokimia yang akan mempengaruhi sifatnya ketika dimanfaatkan sebagai gel atau yang lain. Tepung porang memiliki sifat fisikokimia seperti yang tertera pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat Fisikokimia Glukomanan Umbi Porang

Karakteristik	Hasil
Kelarutan (%)	86,43 ± 1,32
WHC (g air/g glukomanan)	34,50 ± 2,32
Viskositas (cps)	5400 ± 40,82
Derajat polimerisasi (%)	9,40
Derajat asetilisasi (%)	13,70
Kemurnian (%)	92,69

Sumber: Harmayani, *et.al.*, 2014.

Tabel 4 diatas menunjukkan jika nilai kelarutan glukomanan porang tinggi yang sejajar dengan derajat asetilasi yang tinggi. Jika dilihat kembali, nilai WHC pada porang juga tergolong tinggi. Penyebab nilai WHC ini karena proses termal yang didalamnya terjadi interaksi antar rantai polimer dengan ikatan hidrogen (Harmayani, *et.al.*, 2014).

Selain glukomanan yang mendominasi, porang juga terkenal dengan kandungan kalsium oksalat yang tinggi. Hal ini berdampak pada rasa gatal jika terkena kulit. Kalsium oksalat jika diamati menggunakan mikroskop cahaya, didapatkan kalsium oksalat berbentuk kristal menyerupai jarum panjang. Kristal tersebut berbahaya





bagi tubuh misal jika terkena tenggorokan saat dikonsumsi (Sitompul, dkk., 2018). Oksalat di dalam porang terbagi menjadi tidak larut dan larut. Asam oksalat adalah senyawa yang dapat larut dalam air, sedangkan kalsium oksalat adalah senyawa yang tidak dapat larut dalam air (Dewi, dkk., 2017). Hasil penelitian Widari dan Rasmito (2018), diketahui kadar kalsium oksalat yang terdapat pada porang yaitu 0,25%. Angka tersebut tergolong masih tinggi sebab melebihi dari ketentuan SNI, dimana kadar kalsium oksalat pada porang harus lebih kecil dari 0,001%.

Pemisahan kalsium oksalat perlu dilakukan sebelum glukomanan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Proses pemurnian glukomanan dari komponen lain dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti mekanis, kimia dan enzimatis. Pemurnian secara mekanis dapat menggunakan metode permukaan respon. Metode ini memanfaatkan alat *stamp mill* dan fraksinasi *blower*. Prinsip kerja *stamp mill* yaitu dengan proses penumbukan porang dan menekannya dengan kuat. Jika proses penumbukan selesai, dilanjutkan dengan penghembusan serbuk halus menggunakan fraksinasi *blower*. Kombinasi alat ini diklaim lebih unggul dari alat lain sebab tingkat kemurnian yang dihasilkan lebih tinggi (Faridah, dkk., 2012).

Metode selanjutnya yaitu secara kimia, dapat menggunakan metode DNS (*Dinitro Salisilic Acid*). Metode DNS dipilih karena lebih efektif dalam



menghasilkan ekstrak glukomanan. Metode ini menggunakan pelarut etanol sebagai zat pengotor sebab dilihat dari karakteristiknya, etanol memiliki efektifitas dalam meminimalisir serbuk mikro halus pada glukomanan (Wardani, dkk., 2021).

Pemurnian glukomanan secara enzimatis dapat menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase untuk menghilangkan pati. Pati tersebut menyelimuti semua permukaan partikel manan dan tidak dapat dihilangkan jika masih dalam bentuk umbi, sehingga jika pemisahan pati yang menyelimuti glukomanan dilakukan hidrolisis secara enzimatis maka akan menyempurnakan reduksi pati yang mengelilingi partikel glukomanan (Herlina, dkk., 2016).

Penggunaan enzim  $\alpha$ -amilase merupakan salah satu cara yang dicari sebab mampu memutus ikatan  $\alpha$ -1,4 yang terdapat pada pati (Chiu and Solarek, 2009). Sifat enzim yang sangat spesifik, maka  $\alpha$ -amilase hanya memutus ikatan  $\alpha$ -1,4 glukosida pada pati, sedangkan ikatan  $\alpha$ -1,4 yang menghubungkan manosa dan glukosa penyusun dari glukomanan tidak ikut terhidrolisis. Pati yang terhidrolisis akan membuka lapisan tipis yang menyelubungi glukomanan dan melepaskan granula manan. Proses ini dilakukan dengan melarutkan tepung porang kedalam air yang kemudian direaksikan dengan enzim amilase dengan konsentrasi tertentu dengan suhu 50-60°C dengan durasi berkisar 30-180 menit (Wardhani, dkk., 2016).



Kandungan glukomanan pada umbi porang membuat porang memiliki nilai ekonomis serta memiliki manfaat yang banyak. Glukomanan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan industri pangan, kimia, dan farmasi. Seperti untuk produk makanan, seperti konnyaku, shirataki (berbentuk mie), sebagai bahan campuran pada berbagai produk kue, roti, es krim, permen, jeli, selai, dan lain-lain. Bahan pengental pada produk sirup dan sari buah, bahan pengisi dan pengikat tablet, bahan bioplastik (*coating* dan *edible film*), bahan perekat (lem, cat tembok), pelapis kedap air, penguat tenunan dalam industri tekstil, media pertumbuhan mikrobial, dan bahan pembuatan kertas yang tipis, lemas, dan tahan air (Saleh, dkk., 2015).

Pemanfaatan glukomanan yang lainnya yaitu sebagai pengganti lemak pada proses pembuatan keju karena sifatnya sebagai penghasil gel yang stabil dan kuat. Gel glukomanan ini ternyata dapat digunakan sebagai tambahan dalam pembuatan mayonaise untuk meningkatkan stabilitas produknya (Yang, *et.al.*, 2017). Sifat aerogel dari glukomanan pada porang yang ringan, densitas yang rendah, sifat mekanik yang baik, membuat glukomanan dapat dimanfaatkan sebagai zat absorpsi ion, bahan katalitik, dan isolasi mikroba (Baetens, *et.al.*, 2011).

Telah banyak penelitian-penelitian mengenai *edible film* yang berbahan porang yang terus dikembangkan untuk menggali potensi dari tepung porang. Seperti hasil





penelitian Halim dan Katherina (2019) dalam pembuatan *edible film* menggunakan kombinasi pektin kulit kopi robusta dan porang menghasilkan *edible film* dengan nilai kuat tarik yang tinggi dan dapat menurunkan laju transmisi uap air. Nilai laju transmisi uap air yang semakin rendah tidak lepas dari semakin meningkatnya konsentrasi porang, karena semakin banyak matriks yang terbentuk sehingga menghasilkan *edible film* yang kuat dan dapat menahan laju uap air.

Sementara hasil riset Hashemi *and* Jafarpour (2020) melaporkan jika *edible coating* dari glukomanan tepung porang dengan penambahan ekstrak bunga saffron yang diaplikasikan pada irisan timun, menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang semakin menurun dari semua perlakuan. Kecenderungan penurunan terjadi seiring dengan tingginya konsentrasi ekstrak bunga saffron. Jika dilihat kembali, kombinasi ekstrak bunga saffron dan glukomanan ini mampu menghambat pertumbuhan bakteri dilihat dari semakin menurunnya jumlah bakteri selama penyimpanan lima hari.

## 2.5. Gliserol

Gliserol memiliki peran penting dalam pembuatan *edible film*. Sebagai bahan pemlastis (*plasticizer*), gliserol ditambahkan untuk memperbaiki karakteristik *edible film* yang kurang baik. Seperti yang dikemukakan oleh Marpongahtun (2013), bahwa salah satu tujuan ditambahkan *plasticizer* didalam pembuatan *film*

adalah untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik *film* seperti ketebalan *film*, kuat tarik dan persen pemanjangan. Penambahan gliserol akan meningkatkan ketebalan *edible film* yang dihasilkan sehingga dengan semakin bertambahnya ketebalan *edible film* yang dihasilkan akan menurunkan kekuatan tarik *edible film*. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik dari *edible film* yang dihasilkan berbanding terbalik dengan ketebalan (Sinaga, dkk., 2013). Maraknya penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* dalam *edible film*, tidak terlepas dari sifat fisikokimia yang dimiliki. Sifat fisikokimia gliserol tertera dalam Tabel 5.

Tabel 5. Sifat Fisikokimia Gliserol.

Sifat	Nilai
Tampilan fisik	Cair
Tingkat kemurnian	95-99,5 %
Titik didih	290°C pada 1013 hPa
Densitas relative	1,26 pada 20°C
Tegangan permukaan	63,4 N/m pada 20°C
Viskositas	1410 MPa/s pada 20°C

Sumber: Radhiyatullah, dkk., 2015.



## 2.6. *Haugh Unit*

*Haugh unit* merupakan salah satu sifat fisik telur yang diamati untuk menentukan kualitas telur bagian dalam dengan cara mengukur tinggi albumen telur dengan berat telur. Nilai *haugh unit* yang tinggi menunjukkan bahwa viskositas albumen semakin pekat. Albumen mengandung ovomucin yang berperan dalam pengikatan air untuk membentuk gel albumen sehingga albumen bisa kental. Albumen semakin kental jika jala-jala ovomucin dalam jumlah banyak dan kuat sehingga viskositas albumen menjadi tinggi. Semakin tinggi nilai *haugh unit* maka semakin tinggi ovomucin dan semakin baik kualitas interior telur (Purdiyanto dan Slamet, 2018).

Penentuan kualitas telur yang mengacu pada nilai *haugh unit* ini dapat dilihat dengan melihat pengelompokan nilainya. *Haugh unit* dibagi menjadi 4 *grade* diantaranya, *grade AA* dengan nilai *haugh unit* lebih dari 72, *grade A* dengan nilai *haugh unit* 60-72, *grade B* dengan nilai *haugh unit* 31-60 dan golongan C dengan nilai *haugh unit* dibawah 31. Dari penggolongan *haugh unit* tersebut, semakin tinggi nilai *haugh unit* telur, maka semakin baik mutu atau kualitas telur tersebut (Fatmawati, dkk., 2020).

Hasil penelitian Lupu, dkk. (2016), menunjukkan bahwa telur yang disimpan pada suhu ruang pada hari ke-10, 13 dan 16 termasuk dalam golongan kelas A, telur hari ke-19,22 dan 25 termasuk dalam golongan kelas B. Sedangkan untuk telur yang disimpan pada suhu lemari



pendingin hari ke-10, 13, 16 dan 19 termasuk dalam golongan kelas AA, telur hari ke-22 dan 25 termasuk dalam golongan kelas A.

## **2.7. Kadar Lemak**

Kadar lemak pada telur unggas berbeda-beda. Umumnya kandungan lemak tertinggi berada pada kuning telur. Sebutir telur, kira-kira jumlah lemak kuning telur berkisar 33%. Komponen lemak yang terdapat dalam telur berupa stereo, fosfolipida, gliserida dan cerebrosida. Kelompok fosfolipida di dalam lemak yaitu ovolcithin, ovocephalin dan ovosphingomyelin. Sedangkan yang tergolong stereo dalam lemak adalah kolesterol (Thohari, 2018).

Penentuan kadar lemak pada telur dapat menggunakan beberapa metode. Metode yang dapat dipakai diantaranya metode soxhlet, mojonnier, flech, goldfish, dan babcock (Santoso, dkk., 2020). Diantara metode tersebut, yang paling sering digunakan adalah soxhlet sebab dinilai lebih baik. Metode ekstraksi Soxhlet merupakan metode analisis kadar lemak secara langsung dengan cara mengekstrak lemak atau minyak dari bahan pangan dengan pelarut organik non-polar, seperti heksana, petroleum eter dan dietil eter dengan menggunakan alat khusus bernama ekstraktor soxhlet (Aminullah, dkk., 2018). Penentuan kadar lemak menggunakan metode Soxhlet memerlukan waktu ekstraksi antara 4 sampai 6 jam untuk mencapai 5-6

sirkulasi. Analisis kadar lemak biasanya menggunakan perangkat alat ekstraksi mikro soxhlet sehingga untuk mencapai 1 kali sirkulasi membutuhkan waktu yang lebih pendek. Mikro soxhlet adalah seperangkat alat ekstraksi soxhlet berukuran kecil dimana volume labunya 25 - 50 ml dan volume ekstraktornya 10-15 ml (Pargiyanti, 2019).

## **2.8. Kadar Protein**

Protein memiliki karakteristik yang cenderung berubah-ubah tergantung kondisi yang sedang berlangsung. Apabila larutan protein diasamkan dengan kondisi pH 4,5-5 maka akan terjadi pengendapan. Selain itu, jika larutan protein dipanaskan seperti pemasakan, maka akan mengalami koagulasi protein atau penggumpalan protein (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Penentuan kadar protein secara kuantitatif dalam makanan dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti metode volumetri (kjeldahl dan titrasi formol), metode gasometri, metode spektrofotometri, metode turbidimetri, metode kromatografi dan lain-lain. Metode kjeldahl sering digunakan karena membutuhkan jumlah sampel dan pereaksi yang sedikit serta durasi analisis yang singkat. Metode kjeldahl cocok diaplikasikan untuk menetapkan kadar protein yang tidak larut atau protein yang sudah mengalami koagulasi akibat proses pemanasan atau proses pengolahan. Analisis protein menggunakan metode kjeldahl tidak secara langsung

menganalisis kadar proteinnya tetapi yang dianalisis adalah kadar nitrogen dari sampel (Bakhtera, dkk., 2016).

## 2.9. Total Plate Count (TPC)

*Total Plate Count* atau yang dikenal dengan perhitungan cawan merupakan salah satu metode perhitungan mikroba menggunakan cawan dengan media yang dikenal dengan *Plate Count Agar* (PCA). Adanya media PCA tersebut, mikroba akan tumbuh dan hidup membentuk koloni yang dapat kita lihat dengan kasat mata untuk dihitung (Tyas, dkk., 2018).

Metode perhitungan mikroba dengan cawan ini dibedakan menjadi 3 metode yaitu metode tuang (*pour plate*), metode sebaran (*spread plate*), dan metode *drop plate*. Metode hitung cawan termasuk metode yang digunakan untuk penanaman bakteri dengan menggunakan media padat, yang prinsip kerjanya berdasarkan pembuatan seri pengenceran (homogenisasi) sampel dengan kelipatan. Hasil perhitungan dengan menggunakan hitung cawan ini dalam bentuk *Colony Forming Unit* (CFU) (Amenu, 2014).

CFU ini sebagai satuan jumlah koloni yang tumbuh tiap gram atau mililiter sampel yang dihitung dari jumlah cawan, faktor pengenceran, dan volume yang digunakan. Metode CFU digunakan karena memiliki keunggulan yang patut kita ketahui, yaitu kapasitas untuk menghitung sejumlah bakteri menggunakan pengenceran, jika terlalu banyak, atau konsentrasi jika terlalu sedikit. Kedua,



hanya bakteri yang dapat hidup yang dihitung metode ini karena metode CFU mengecualikan bakteri mati. Selain memiliki keunggulan, metode ini juga memiliki kelemahan yaitu bahwa gumpalan sel bakteri dapat salah dihitung sebagai koloni tunggal dan dihitung dalam satuan CFU / ml. Selain itu, hasil CFU biasanya diperoleh setelah 1–3 hari, membuat metode ini tidak cocok untuk seri longitudinal. Metode CFU ini juga relatif memakan durasi yang lama (Hazan, *et.al*, 2012).

## **2.10. Angka Kapang Khamir**

Kapang khamir merupakan salah satu mikroorganisme yang masuk kedalam kelompok fungi tepatnya berada dalam kelompok *Ascomycta* dan *Basidiomycota*. Khamir memiliki kisaran pH pertumbuhan 1,5-8,5. Tetapi pada kenyataannya, khamir lebih cocok tumbuh pada kondisi pH asam yaitu sekitar 4-4,5. Khamir dapat tumbuh dengan baik yang didukung oleh suhu optimumnya sekitar 35-47°C. Berbeda dengan khamir, kapang dapat tumbuh pada kondisi pH 1,5-11. Dalam pertumbuhannya, kapang memerlukan oksigen sehingga kapang dapat tumbuh pada kaleng dalam kondisi bocor (Charisma, 2019). Analisis kapang khamir dilakukan dengan memasukkan media PDA cair (suhu 45±1°C) sebanyak 15-20 ml kedalam cawan petri dan dibiarkan memadat atau membeku. Kemudian sebanyak 1 ml sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media PDA padat. Setelah

itu, sampel disebar dengan bantuan batang penyebar. Inkubasi dilakukan pada suhu 25°C selama 3-5 hari. Setelah diinkubasi selama 3-5 hari, maka kemudian dihitung jumlah koloni kapang dan khamir (Atma, 2016).

Proses uji kapang khamir, dalam penanamannya seringkali melibatkan larutan kloramfenikol. Tujuan penambahan kloramfenikol untuk menghambat pertumbuhan selain kapang dan khamir. Kloramfenikol memiliki mekanisme dapat menghambat enzim-enzim yang berfungsi mensintesis protein bakteri. Penghambatan tersebut akan terus berjalan selama larutan kloramfenikol melekat pada ribosom bakteri (Jamilah, 2015). Kloramfenikol tersebut memainkan peran penting terhadap pertumbuhan kapang khamir. Mikroorganisme selain kapang dan khamir tidak akan tumbuh karena kloramfenikol sebagai antibiotik akan menghalangi siklus pertumbuhannya.



## BAB III

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hasil Samping atau Penyamakan Kulit, Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya untuk pembuatan *edible film*. Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya untuk pengujian *total plate count* dan angka kapang khamir. Laboratorium Fisikokimia, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya untuk analisis nilai *haugh unit*. Universitas Muhammadiyah Malang untuk uji kadar lemak dan protein. Penelitian dilakukan pada bulan November 2020 sampai Februari 2021.

#### 3.2. Materi Penelitian

##### 3.2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* tepung bulu ayam yang diperoleh dari PT. Charoen Pokphand Indonesia untuk diekstrak keratinnya. Telur ayam ras diperoleh dari peternakan yang berada di Lawu, Malang. Tepung porang yang diperoleh dari Toko Grosir Sri Rejeki, Yogyakarta. Bahan kimia untuk proses ekstraksi seperti NaOH 2N (Makmur Sejati, Malang), Na<sub>2</sub>S (Toko Berkah Turah), CH<sub>3</sub>COOH (CV. Makmur Sejati, Malang), gliserol (Panadia Laboratory, Malang),





akuades (Panadia Laboratory, Malang). Bahan lain untuk proses uji variabel seperti pepton, PCA, PDA alkohol 70%, spiritus, kapas medis dan plastik petromaks (Amani Media, Dinoyo, Malang).

### 3.2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glas 500 dan 1000 ml (Pyrex, IWAKI TE-32, Jepang), gelas ukur (HERMA), erlenmeyer (Pyrex IWAKI, Jepang), *electric hot plate* (IKAMAG RED, Junke dan Kunkel), *magnetic stirrer*, pH meter (Schott), oven listrik (Memmert, Jerman), pipet tetes, tabung reaksi (Pyrex, IWAKI, Jepang), timbangan analitik (Ohaus BC Series and Mettler Instruments Type AJ150L, Switzerland), loyang, lumpang, blender (Philips KH 2115), spatula dan penjepit. Sedangkan untuk peralatan uji pada keseluruhan variabel adalah autoklaf, *waterbath*, inkubator, cawan petri (sterplain), plat kaca, tripod, *blue type*, mikropipet, bunsen, nampan plastik dan sendok.

### 3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode percobaan laboratorium dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan penyimpanan (P0, P1, P2, P3). Perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga terdapat 16 unit



percobaan. Perlakuan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

P0 : Penyimpanan 1 hari

P1 : Penyimpanan 7 hari

P2 : Penyimpanan 14 hari

P3 : Penyimpanan 21 hari

Model tabulasi data disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Model Tabulasi Data Penelitian

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
P0	P0U1	P0U2	P0U3	P0U4
P1	P1U1	P1U2	P1U3	P1U4
P2	P2U1	P2U2	P2U3	P2U4
P3	P3U1	P3U2	P3U3	P3U4

*Edible coating* yang diaplikasikan ke telur ayam sesuai perlakuan penyimpanan, menggunakan formulasi 1,5 g keratin ditambah 5 g tepung porang. Formulasi ini didasarkan pada perlakuan terbaik dari karakteristik *edible film*.

### 3.4. Variabel Penelitian

Variabel yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi uji nilai *haugh unit*, kadar protein, lemak, *total plate count* dan angka kapang kamir pada telur ayam.



a. Nilai *Haugh Unit*

Nilai *haugh unit* diukur mengikuti cara menurut Purwati, dkk (2020). Prosedur penentuan nilai *haugh unit* dapat dilihat pada Lampiran 1.

b. Uji Kadar Protein

Analisis kadar protein pada telur ayam dilakukan menggunakan metode Kjeldahl dengan tiga tahap yaitu destruksi, destilasi dan titrasi mengikuti prosedur AOAC (2012). Prosedur lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. Uji Kadar Lemak

Analisis kadar lemak pada telur ayam dilakukan menggunakan metode Soxhlet yang mengacu pada AOAC (2012). Prosedur lengkap dapat dilihat pada Lampiran 3.

d. Uji *Total Plate Count*

Analisa *Total Plate Count* (TPC) mengikuti cara Suharyanto, dkk. (2016). Prosedur lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

e. Uji Angka Kapang Khamir

Uji Angka Kapang Khamir dilakukan mengikuti cara Saweng, dkk (2016). Prosedur lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

### 3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dengan penambahan tepung porang sebagai pengemas telur ayam terdapat tiga tahapan yaitu



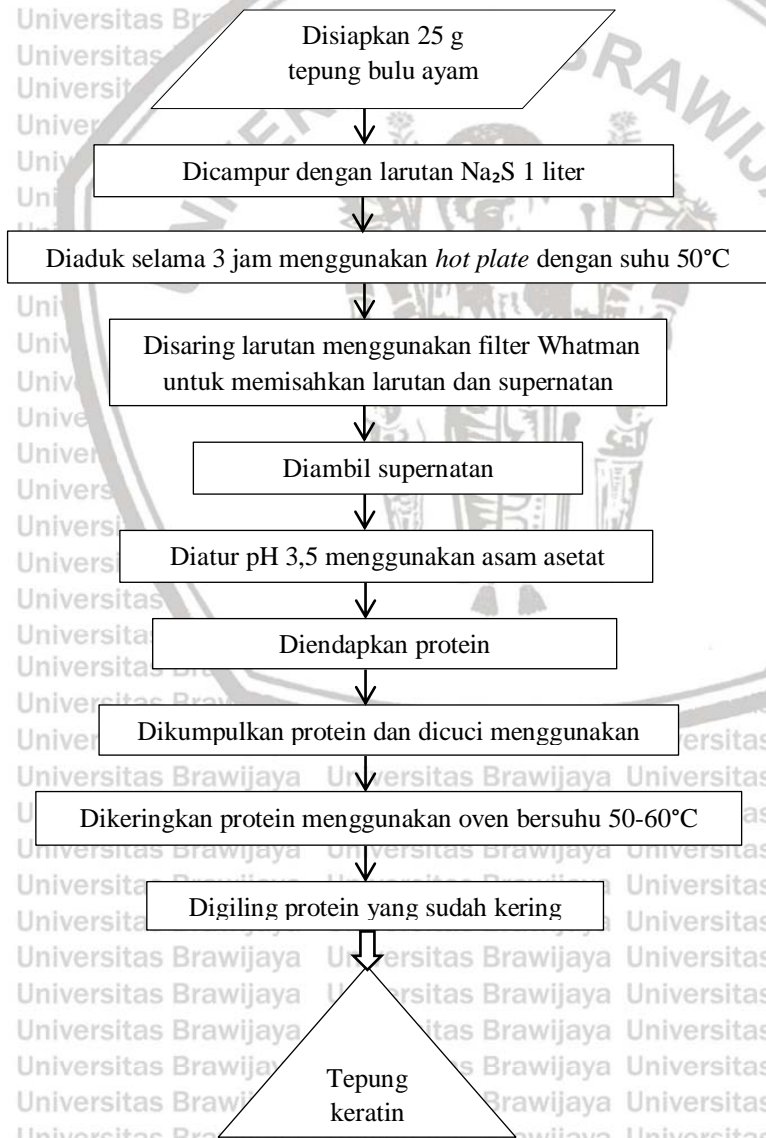


ekstraksi keratin dari bulu ayam, pembuatan larutan *edible film* dan aplikasi larutan *edible film* ke telur ayam.

### 3.5.1. Ekstraksi Keratin Bulu Ayam

Proses ekstraksi keratin bulu ayam mengikuti prosedur Ramakrishnan, *et. al.*, (2018) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 25 gram tepung bulu ayam dicampurkan dengan larutan Na<sub>2</sub>S 0,5 M dalam 1 liter akuades. Larutan tersebut kemudian di aduk pada suhu 50°C selama 3 jam. Setelah selesai, larutan disaring dengan menggunakan *filter Whatman* yang halus untuk memisahkan supernatan dan bulu yang tidak halus. Supernatan yang telah tersaring diatur pH menjadi 3,5 menggunakan larutan asam asetat glasial untuk mengendapkan protein. Protein yang telah terkumpul kemudian dicuci dengan menggunakan air penyulingan dua kali (akuabides). Protein yang telah dicuci kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50–60°C hingga benar-benar kering. Setelah kering, protein kemudian dihaluskan dengan blender hingga menjadi bubuk. Diagram alir ekstraksi keratin dapat dilihat pada Gambar 3.



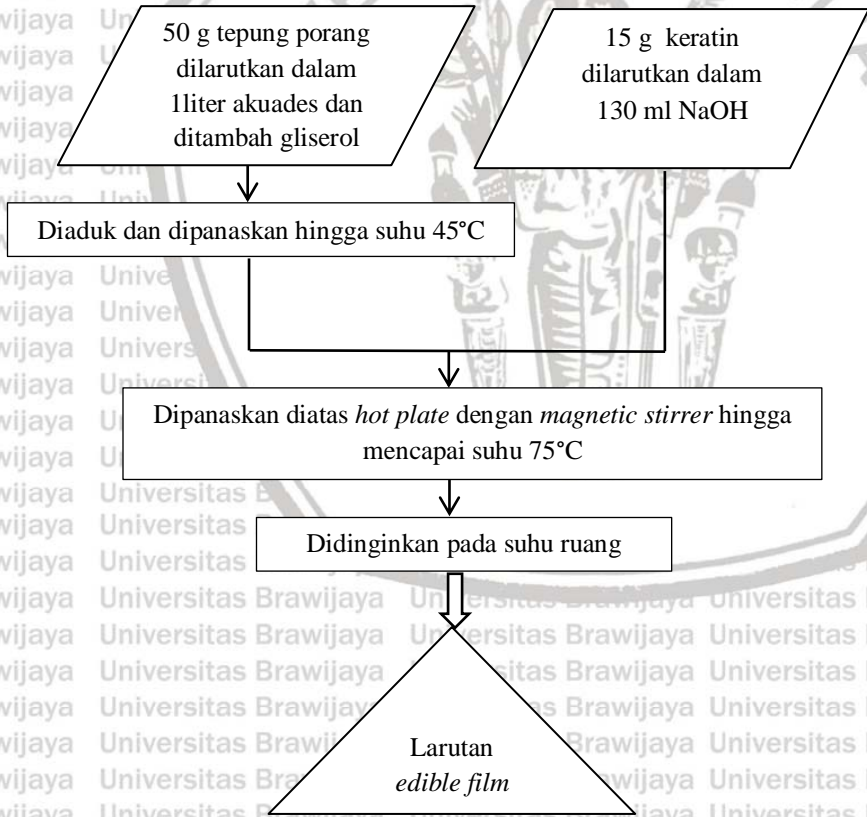


**Gambar 3.** Proses Ekstraksi Keratin.

### 3.5.2. Pembuatan Larutan *Edible Film* Keratin Bulu Ayam dengan Penambahan Tepung Porang.

Pembuatan *edible film* keratin bulu ayam dengan penambahan tepung porang mengacu pada metode Ramakrishnan, *et al.* (2018) yang ditelah dimodifikasi. Keratin bulu ayam dengan berbagai proporsi sesuai perlakuan dicampurkan dalam larutan 1 gram NaOH dalam 13 ml akuades, kemudian diaduk hingga larut. 50 gram tepung porang dilarutkan dalam 100 ml akuades kemudian diaduk. Kemudian larutan tepung porang ditambahkan gliserol sebagai *plasticizer* sebanyak 2 ml. Larutan yang berisi tepung porang dan gliserol dipanaskan hingga mencapai suhu 45°C menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 250 rpm. Selanjutnya, ditambahkan larutan keratin kemudian dipanaskan kembali hingga mencapai suhu 75°C menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 250 rpm. Setelah larutan mencapai suhu 75°C, larutan didinginkan pada suhu ruang sampai dingin. Setelah itu, dapat diaplikasikan pada telur ayam. Diagram alir pembuatan larutan *edible film*, dapat dilihat pada Gambar 4.



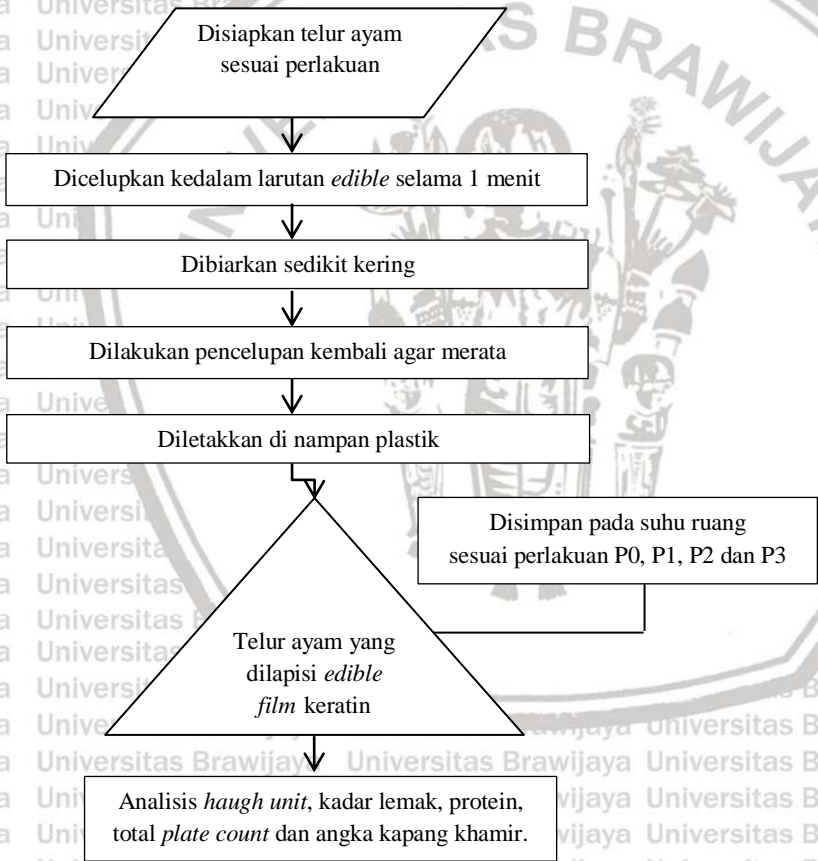


**Gambar 4.** Prosedur Pembuatan Larutan *Edible Film*

Keratin dan Tepung Porang.

### 3.5.3. Aplikasi *Edible Film* Keratin Bulu Ayam dan Tepong Porang pada Telur Ayam

Aplikasi *edible film* pada telur ayam mengikuti metode Susilowati, dkk., (2017) dengan sedikit modifikasi. Aplikasi *edible film* dilakukan dengan cara pencelupan telur ayam kedalam larutan *edible film* sebanyak 2 kali, agar hasil yang didapatkan merata menutupi cangkang telur. Kemudian telur yang terlapisi larutan *edible film*, diletakkan pada nampan plastik dan disimpan sesuai perlakuan pada suhu ruang. Setelah disimpan, dilakukan pengujian nilai *haugh unit*, kadar lemak, protein, *total plate count* dan angka kapang khamir. Diagram alir aplikasi *edible film* disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Proses Aplikasi *Edible Film* pada Telur Ayam





### 3.6. Analisis Data

Data uji *haugh unit*, kadar lemak, kadar protein, *total plate count* dan angka kapang khamir pada telur ayam yang diperoleh, dianalisis menggunakan program Microsoft Excel, dilanjutkan dengan analisis ragam dengan desain rancangan percobaan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan rumus:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = Pengamatan pada satuan percobaan ke- $i$  yang mendapat perlakuan ke- $j$

$\mu$  = Rataan umum

$\tau_i$  = Pengaruh perlakuan ke- $i$

$\varepsilon_{ij}$  = Komponen galat percobaan pada perlakuan ke- $i$  dan ulangan ke- $j$  dimana ( $i$ = perlakuan 1, 2, ...,  $t$  dan  $j$ =ulangan 1, 2, ...,  $r$ ).

Apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata atau signifikan maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan dengan rumus UJBD  $\alpha = q (\sqrt{KT \text{ galat}/r})$ .

### 3.7. Batasan Istilah

*Edible film* : Lapisan tipis berbentuk lembaran yang berfungsi sebagai pengemas produk pangan. *Edible film* biasanya dapat dimakan karena terbuat dari biopolimer.

Glukomanan : Jenis polisakarida yang dapat larut

dalam air dan dianggap sebagai serat pangan.

**Hidrokoloid** : Bahan pembuatn *edible film* berasal dari protein atau polisakarida.

**Komposit** : Gabungan hidrokoloid dan lipid dalam pembuatan *edible film*.

**Ekstraksi** : Proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutan terhadap dua cairan tidak saling larut.

## BAB IV PEMBAHASAN

### 4.1. Aplikasi *Edible Film* Keratin Bulu Ayam dan Tepung Porang pada Nilai *Haugh Unit* Telur Ayam Selama Penyimpanan

Hasil analisis ragam yang dihasilkan dari penelitian, memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai *haugh unit* telur ayam selama penyimpanan. Hasil analisis ragam nilai *haugh unit* dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan Nilai *Haugh Unit* Telur Ayam Selama Penyimpanan

Penyimpanan	Rataan $\pm$ SD
1 hari	89,74 <sup>a</sup> $\pm$ 15,64
7 hari	77,67 <sup>ab</sup> $\pm$ 8,70
14 hari	64,62 <sup>b</sup> $\pm$ 15,56
21 hari	62,28 <sup>b</sup> $\pm$ 15,23

Keterangan: <sup>a</sup> dan <sup>b</sup> Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai *haugh unit* telur selama penyimpanan.

Hasil analisis statistik nilai HU telur ayam disajikan pada lampiran 6. Jika melihat tabel diatas, nilai HU



tertinggi pada penelitian ini, diperoleh dengan penyimpanan 1 hari (kontrol) dan nilai HU terendah diperoleh dari penyimpanan 21 hari. Terlihat bahwa semakin lama penyimpanan, nilai HU semakin menurun. Nilai HU pada penyimpanan 1 hari lebih tinggi sebab masa simpan telur lebih singkat dibandingkan ketiga perlakuan lainnya, sehingga telur masih dalam kondisi segar dan memiliki nilai HU yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Salsabila, dkk., (2016) bahwa saat kondisi telur ayam segar, nilai HU akan tinggi dengan ciri albumen yang baik yaitu kental.

Nilai albumen yang baik saat kondisi telur segar berkisar antara 0,090 dan 0,120. Namun, selama penyimpanan albumen akan semakin encer akibat pemecahan protein sehingga indeks albumen akan semakin menurun. Faktor utama yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai HU adalah tinggi albumen dan berat telur. Tinggi albumen ditentukan oleh kepadatan albumen yang didalamnya terdapat kandungan protein yang menyusun (Sari, dkk., 2014).

Putri dkk., (2016) menambahkan bahwa penurunan nilai *haugh unit* ini berkaitan dengan penguapan air dan degradasi protein serta mineral juga mencairnya putih telur akibat ovomucin mengalami kerusakan. Rusaknya ovomucin disebabkan oleh keluarnya air yang semakin besar dimana air ini berperan penting dalam pembentukan struktur putih telur, struktur putih telur encer maka indeks putih telur akan semakin kecil yang



berbanding lurus dengan nilai HU (Indrawan, dkk., 2012).

Jika dilihat dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi *edible film* keratin dan tepung porang memberikan pengaruh yang nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai HU telur ayam dengan variasi penyimpanan 1 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari, sehingga dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan 5%. Jika dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan 5%, menunjukkan bahwa penyimpanan 14 dan 21 hari memberikan perubahan nilai HU yang paling tinggi dibandingkan dengan penyimpanan yang lain tetapi tidak berbeda dengan penyimpanan 7 hari.

*Range* penurunan nilai HU dari penyimpanan 1 menuju penyimpanan 7 hari tidak signifikan. Hal tersebut dapat terjadi karena nilai HU juga dipengaruhi oleh pori-pori pada cangkang telur dan karena masih segarnya telur yang berakibat belum banyak terjadi penguapan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dari dalam telur.

Telur yang masih baru dan segar, pori-porinya masih dilapisi oleh lapisan tipis kutikula yang tersusun dari 90% protein dan sedikit lemak. Kutikula berperan penting dalam mencegah penetrasi mikroba melalui kerabang telur dan mengurangi penguapan air yang terlalu cepat (Widyantara, dkk., 2017). Tetapi, nilai HU penyimpanan 1 hari dan 7 hari berbeda nyata dengan penyimpanan 14 dan 21 hari yang dibuktikan dengan perbedaan notasi. Penyimpanan 14 dan 21 hari

menunjukkan tidak terdapat perbedaan sebab notasi yang dihasilkan seragam.

Dibandingkan dengan penelitian Nova, dkk., (2012) yang menunjukkan hasil bahwa nilai HU telur ayam selama penyimpanan 1 hari sebesar 92,61 dan mengalami penurunan yang sangat drastis sebesar 27,19 pada penyimpanan hari ke 5 sehingga nilai HU menjadi 65,42. Sehingga pada penelitian ini, nilai HU pada penyimpanan 7 hari masih tergolong tinggi. Hal ini terlihat bahwa aplikasi *edible film* pada penelitian ini mampu menghambat penguapan gas-gas dan air di dalam telur meskipun tidak secara signifikan.

Jika melihat hasil dari penyimpanan 7 hari dan 21 hari, nilai HU tidak berbeda nyata atau mengalami penurunan yang tidak nyata dari 64,27 menjadi 62,28 dengan jarak penyimpanan 7 hari. Tampak bahwa penurunan HU hanya berkisar 1,99. Nilai HU dalam penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Oliveira, *et.al* (2020) yang menunjukkan bahwa telur ayam dengan perlakuan pelapisan menggunakan gelatin 2% dan larutan NaCl 5% menghasilkan nilai HU masing-masing 49,38 dan 36,67.

Angka HU pada penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Mudannayaka, *et.al* (2016) dengan *edible coating* berbahan *Aloe vera*. Telur yang disimpan selama 3 minggu berturut-turut menghasilkan nilai HU 86,71 (penyimpanan 1 hari), 65,67 (penyimpanan 7 hari), 53,47 (penyimpanan 14





hari) dan 52,12 (penyimpanan 21 hari). Hasil nilai tersebut menunjukkan bahwa nilai HU penelitian ini lebih tinggi. Nilai HU pada penelitian ini selama 3 minggu yaitu 89, 74 (penyimpanan 1 hari), 77, 67 (penyimpanan 7 hari), 64,62 (penyimpanan 14 hari) dan 62,28 (penyimpanan 21 hari).

Jika dibandingkan dengan *edible coating* berbahan kitosan yang dilakukan Kim, *et.al* (2009), nilai HU pada penelitian ini lebih tinggi, dimana hasil *edible coating* berbahan kitosan pada telur dengan lama penyimpanan yang sama menunjukkan nilai berturut-turut 88,83; 76,49; 65,92 dan 55,12. Jelas terlihat bahwa angka HU pada penelitian tersebut, pada setiap penyimpanan selalu lebih rendah dari penelitian ini. Pada penyimpanan 1 hari sebagai kontrol, nilai HU tersebut hampir sama dengan penelitian ini meskipun berjarak 1 angka yaitu 89, 74. Kemudian pada penyimpanan 7 hari, nilai HU pada penelitian tersebut kembali lebih rendah dari penelitian ini yaitu 77, 67. Memasuki penyimpanan terakhir, nilai HU pada penelitian tersebut lebih rendah dari penelitian ini, dimana HU penelitian ini pada penyimpanan 21 hari sebesar 64,28.

Penelitian *edible coating* yang dilakukan Wardy, *et.al* (2010), menggunakan protein whey dan minyak kedelai, dengan lama masa simpan yang sama memberikan nilai HU yang lebih rendah dari penelitian ini. Nilai HU yang diperoleh secara berturut-turut sebesar 86, 50; 63,51 dan 49, 60. Penurunan nilai HU pada penelitian tersebut



terjadi secara signifikan dari penyimpanan 7 hari menuju 14 hari sebesar 22,9 dan penurunan dari penyimpanan 14 hari menuju 21 hari sebesar 13,91. Penurunan tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian ini yaitu sebesar 13,05 dan 2,34.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Pires, *et.al* (2020), yang menggunakan *edible coating* pada telur ayam berbahan protein beras yang dikombinasikan dengan *plasticizer* gliserol, kemudian telur disimpan 3 minggu, menunjukkan nilai HU yang sedikit lebih tinggi dari penelitian ini. Nilai HU yang diperoleh pada penyimpanan 1 minggu sebesar 81,21 dan mengalami penurunan pada minggu ke 2 sehingga menjadi 78,25. Penurunan kembali terjadi pada penyimpanan minggu ke 3 dengan nilai 76,93. Sementara nilai HU pada penelitian ini pada minggu ke 1 sebesar 77,67 dan mengalami penurunan pada minggu ke 2 dan ke 3 dengan masing-masing nilai 64, 62 dan 62,28. Dari angka tersebut menunjukkan jika *edible coating* berbahan protein beras dan gliserol menghasilkan nilai HU yang lebih tinggi dengan tren penurunan yang tidak drastis. Sehingga *edible coating* protein beras tersebut lebih efektif dan mampu mempertahankan nilai HU telur selama penyimpanan.

Hasil beberapa komparasi tersebut, menunjukkan bahwa *edible coating* berbahan keratin bulu ayam dan tepung porang lebih baik daripada *edible coating* dari gelatin dan NaCl, *Aloe vera*, kitosan, kombinasi protein

whely dan minyak kedelai dalam menghambat penguapan gas-gas yang terjadi pada telur selama penyimpanan.

Penguapan gas-gas dan air pada telur tersebut berkaitan dengan tebal tipisnya pada saat proses pelapisan *edible film*. Semakin tebal *edible film* yang melapisi suatu produk pangan, maka perlindungan akan maksimal sehingga masa simpan produk lebih lama. Hal ini diperkuat oleh Anandhito, dkk (2012) bahwa semakin tebal *edible film* maka permeabilitas gas akan semakin kecil dan melindungi produk yang dikemas dengan lebih baik.

Jacob, dkk (2014) menambahkan bahwa *film* yang tebal akan mempengaruhi laju transmisi uap air dan gas sehingga mempengaruhi produk yang dikemas. Semakin tinggi nilai ketebalannya, maka sifat dari *edible film* yang dihasilkan akan semakin kaku dan keras serta dengan produk yang dikemas akan semakin aman dari pengaruh luar. Ketebalan *edible film* juga merupakan faktor yang menentukan tinggi rendahnya laju transmisi uap air. Dimana laju transmisi uap air yang rendah baik untuk produk yang dikemas. Oleh karena itu, ketebalan sebuah film sangat berperan penting sebagai proteksi selama penyimpanan.

Ketebalan yang diperoleh pada *edible film* bergantung pada komposisi pada saat pembuatan *edible film*. Seperti yang dijelaskan oleh Warkoyo, dkk (2014) bahwa ketebalan *edible film* meningkat dengan bertambahnya konsentrasi pati. Hal ini terjadi karena





penambahan jumlah pati yang semakin besar, akan meningkatkan polimer penyusun matriks *film*, total padatan *edible film* semakin besar sehingga *film* yang dihasilkan akan semakin tebal (Warkoyo, dkk., 2014). Pada penelitian ini, bahan pembuatan *edible film* salah satunya menggunakan bahan baku tepung porang, dimana tepung porang mengandung pati berupa glukomanan. Glukomanan ini dapat meningkatkan total padatan pada polimer penyusun matriks *film*. Semakin tinggi konsentrasi porang yang ditambahkan, maka akan meningkatkan ketebalan *edible film*. Selain komposisi bahan, volume suspensi *film* yang akan digunakan juga mempengaruhi ketebalan *edible film* (Kusumawati dan Pitri, 2013).

Bahan lain yang ditambahkan dalam penelitian ini yaitu keratin bulu ayam sebagai sumber protein. Protein keratin ini terbentuk dari molekul yang rapat dan teratur berupa ikatan silang antara rantai-rantai asam amino yang berdekatan sehingga molekul air sulit untuk masuk ke dalam struktur ini, oleh karena itu protein serat tidak larut di dalam air atau hidrofobik (Mulia, dkk., 2016). Pada penelitian ini, nilai rata-rata *haugh unit* yang diperoleh, menunjukkan bahwa pada penyimpanan 1 hari dan 7 hari tergolong kedalam kelas AA, sedangkan penyimpanan 14 dan 21 hari, tergolong kedalam kelas A. Berdasarkan penggolongan nilai HU tersebut, dapat disimpulkan bahwa telur ayam masih tergolong baik dan layak dikonsumsi.



#### 4.2. Aplikasi *Edible Film* Keratin Bulu Ayam dan Tepung Porang Terhadap Kadar Lemak Telur Ayam Selama Penyimpanan

Hasil analisis ragam yang dihasilkan dari penelitian, tidak memberikan perbedaan ( $P>0,01$ ) terhadap kadar lemak telur ayam selama penyimpanan. Hasil analisis ragam nilai kadar lemak dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rataan Kadar Lemak Telur Ayam Selama Penyimpanan.

Penyimpanan	Rataan $\pm$ SD (%)
1 hari	11,53 $\pm$ 0,62
7 hari	11,12 $\pm$ 0,56
14 hari	10,98 $\pm$ 0,28
21 hari	11,04 $\pm$ 0,60

Hasil analisis statistik kadar lemak disajikan pada lampiran 7. Jika melihat tabel diatas, kadar lemak yang diperoleh pada penelitian ini mulai dari penyimpanan 1 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari berturut-turut adalah 11,53%; 11,12%; 10,98% dan 11,04%. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa kadar lemak pada setiap perlakuan tidak berbeda. Kadar lemak terendah diperoleh pada penyimpanan 14 hari sebesar 10,98% yaitu tanpa aplikasi *edible film* dan kadar lemak tertinggi diperoleh pada penyimpanan 1 hari yaitu sebesar 11,53%. Kadar lemak pada penelitian ini berkisar 10,98-11,53%. Rata-

rata nilai kadar lemak dalam penelitian ini tergolong baik sebab tidak berbeda jauh dengan kadar lemak pada penyimpanan 1 hari (kontrol). Kadar lemak dalam penelitian ini masih tergolong baik dan tidak jauh berbeda dengan kadar lemak pada saat telur dalam kondisi segar. Muchtadi (2010) dalam bukunya menghasilkan kadar lemak pada telur ayam segar sekitar 11,3%. Adanya perlakuan penyimpanan menunjukkan bahwa kadar lemak tetap stabil dan tidak mengalami penurunan.

Kadar lemak yang tidak mengalami penurunan menunjukkan bahwa aplikasi *edible film* mampu mempertahankan kadar lemak sehingga tidak terjadi kerusakan lemak seiring dengan lamanya penyimpanan. Proses kerusakan pada lemak dapat terjadi karena adanya interaksi antara oksigen dengan produk. Interaksi tersebut tidak terjadi atau dapat dikurangi dengan adanya *edible film* yang melapisi produk. Kemampuan *edible film* dalam memproteksi dan mempertahankan kualitas telur tidak lepas dari komposisi bahan yang berkontribusi di dalamnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu keratin bulu ayam yang digunakan sebagai bahan tambahan dalam rancangan penelitian. Diketahui, keratin bulu ayam memiliki sifat hidrofobik atau tidak dapat larut dalam air. Senada dengan penjelasan Staron, *et.al* (2011) bahwa keratin didominasi oleh sifat hidrofobik. Jika dilihat dari urutan asam amino yang menyusun keratin, maka sekitar 60% keratin bersifat hidrofobik dan





40% sisanya bersifat hidrofilik. Sifat hidrofobik ini sangat menguntungkan karena keratin ini tidak akan larut dalam air, sehingga ketika terjadi proses penguapan air, *edible film* keratin ini tidak akan mudah larut dan terdegradasi oleh uap air.

Menyimak pemaparan dari Diova dkk., (2013) bahwa sifat hidrofobik dalam *edible film* memainkan peran penting karena fungsinya sebagai penahan laju uap air, sehingga kelarutan terhadap air rendah dan hal ini baik untuk *edible film* dalam melapisi atau mengemas produk pangan. Dibandingkan dengan lipid, keratin memiliki karakteristik yang lebih baik sebagai penghalang pada *edible film*. Campos, *et. al* (2010) menjelaskan bahwa protein memiliki karakteristik yang baik dalam hal sebagai sifat penghalang terhadap gas karena memiliki struktur yang unik seperti mengikat antar molekul dalam *edible* dengan baik dan ketika digunakan akan menghasilkan *edible* dengan sifat mekanik terbaik. Handayania, dkk (2017), memberi tambahan bahwa struktur sekunder bulu ayam ini unik dan mirip dengan struktur penyusun pada *barbs* yang memiliki kelebihan seperti retensi terhadap temperatur, kepadatan rendah dan kompresibilitas yang baik.

Penambahan porang sebagai sumber polisakarida, juga berkontribusi dalam ketebalan *edible film* yang menentukan keefektifan dalam melindungi produk pangan. Tepung porang diketahui memiliki glukomanan yang menghasilkan gel yang baik ketika digunakan



sebagai *edible film*. Tepung porang juga memiliki keunggulan dalam menekan laju transmisi air. Semakin tinggi konsentrasi tepung porang, maka laju transmisi air akan semakin kecil (Adlin, dkk., 2020). Selain berdampak pada laju transmisi uap air, tepung porang juga turut andil dalam peningkatan ketebalan *edible film*. Tingginya penambahan tepung porang menyebabkan total padatan terlarut yang menyusun polimer matriks *film* mengalami peningkatan (Drajat, dkk., 2020). Terdapat fakta lain mengenai porang bahwa *edible film* porang akan bersifat kedap air dalam kondisi tertentu. Seperti yang telah dijelaskan oleh Herlina, dkk (2016) dalam hasil risetnya bahwa, ketika tepung porang digunakan sebagai bahan pembuatan *edible film*, maka akan menghasilkan lapisan *edible film* yang kedap air dengan penambahan gliserin dan gliserol. Mengacu pemaparan riset tersebut, kondisi kedap air yang terbentuk, tentunya tidak terlepas dari adanya interaksi antara porang dan *plasticizer* seperti gliseol. Karakteristik berat molekul gliserol yang tergolong rendah, maka akan dengan mudah memasuki matriks *film* porang.

Selain kedua bahan tersebut, ditambahkan *plasticizer* yaitu gliserol. Gliserol memiliki yang tidak kalah penting dalam *edible film* dimana dengan adanya penambahan gliserol, *edible film* akan semakin tebal dan mampu memproteksi produk yang dilapisi atau dikemasnya. Ini didukung dengan pemaparan Ahmadi, *et.al* (2012) dalam hasil risetnya jika penambahan gliserol pada *edible film*



berdampak pada ketebalan *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi gliserol, maka *edible film* yang dihasilkan semakin tebal karena adanya proses *swelling*. Nemet, *et.al* (2010) menggunakan gliserol dalam *edible film* dan menghasilkan *edible* dengan bahan kering yang tinggi sehingga *edible film* akan semakin tebal. Saat ini, memang gliserol menjadi bahan tambahan *edible film* yang mayoritas digunakan karena karakteristiknya yang sesuai dalam memperbaiki struktur *film*.

Selain faktor ketebalan, teknik aplikasi *edible coating* kepada produk pangan juga dapat mempengaruhi keefektifannya dalam mencegah adanya penguapan gas-gas dan kontaminasi mikroba. Fauziati, dkk (2016) menjelaskan jika *edible coating* pada permukaan buah yang diberi perlakuan celup lebih rata dibanding permukaan buah yang diberi perlakuan semprot. Hal ini terlihat pada prosentase susut bobot buah jeruk yang dicelup pada cairan *edible film* lebih rendah dari pada buah dengan perlakuan semprot. Bobot susut yang rendah mencerminkan jika buah tersebut tidak mengalami kerusakan secara drastis yang menandakan jika *edible film* tersebut dapat menghambat kerusakan pada buah jeruk.

Beberapa metode untuk aplikasi *coating* pada buah dan sayuran, antara lain metode pencelupan (*dipping*), pembusaan (*foaming*), penyemprotan (*spraying*), penuangan (*casting*), dan aplikasi penetesan terkontrol. Metode pencelupan (*dipping*) merupakan metode yang





paling giat dilakukan terutama pada sayuran, buah, daging, dan ikan, di mana produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating* (Miskiyah, *et.al.*, 2011). Metode celup banyak digemari karena lapisan yang dihasilkan lebih tebal pada saat proses pencelupan (Valdes, *et.al.*, 2017). Lapisan yang tebal melapisi produk, akan membantu memaksimalkan fungsinya sebagai pelindung terhadap kontaminasi maupun aktivitas oksidasi selama penyimpanan.

#### **4.3. Aplikasi *Edible Film* Keratin Bulu Ayam dan Tepung Porang Terhadap Kadar Protein Telur Ayam Selama Penyimpanan**

Hasil analisis ragam yang dihasilkan dari penelitian, tidak memberikan perbedaan ( $P>0,01$ ) terhadap kadar protein telur ayam selama penyimpanan. Hasil analisis ragam nilai kadar protein dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rataan Kadar Protein Telur Ayam Selama Penyimpanan

Penyimpanan	Rataan $\pm$ SD (%)
1 hari	11,49 $\pm$ 0,68
7 hari	11,16 $\pm$ 0,28
14 hari	11,10 $\pm$ 0,41
21 hari	11,13 $\pm$ 0,27

Hasil analisis statistik kadar protein disajikan pada lampiran 8. Jika melihat tabel diatas, kadar protein



terendah diperoleh pada penyimpanan 14 hari yaitu sebesar 11,10% dan kadar protein tertinggi diperoleh pada penyimpanan 1 hari (kontrol) yaitu sebesar 11,49%. Angka tersebut, menunjukkan adanya penurunan kadar protein selama penyimpanan. Penyimpanan 1 hari memiliki kadar protein tertinggi sebab masa simpan lebih singkat dibandingkan dengan perlakuan lainnya dengan jarak penyimpanan 7 hari. Penyimpanan 1 hari merupakan telur dengan kondisi yang masih segar dan tentunya akan memiliki kadar protein yang tinggi karena minim mengalami kerusakan oleh mikroorganisme.

Penurunan kadar protein diduga karena adanya aktivitas proteolisis selama penyimpanan. Sutriano, dkk (2015) dalam jurnalnya memberi pemahaman bahwa aktivitas proteolisis dilakukan oleh bakteri penurunan kadar protein diduga karena adanya bakteri proteolitik yang mampu mencerna protein, sehingga protein yang mengalami kerusakan. Salah satu bakteri proteolitik seperti *Pseudomonas* dapat tumbuh secara optimal pada suhu 15°C atau lebih pada masa inkubasi selama 2 hari. Furqon, dkk (2016) menambahkan bahwa bakteri proteolitik tergolong bakteri aerobik yang artinya bakteri tersebut hanya akan tumbuh maksimal dengan pasokan oksigen. Selama di dalam lingkungannya persediaan oksigen memadai, maka bakteri proteolitik dapat tumbuh terus-menerus secara optimal.

Penurunan kadar protein pada setiap perlakuan tidak secara drastis yang menandakan bahwa *edible film* yang



melapisi cangkang telur dapat menghambat pertumbuhan mikroorganismenya. Hal ini sesuai dengan fungsinya jika *edible film* berfungsi melindungi produk yang dikemas dari penguapan gas-gas, aktivitas oksidasi dan kontaminasi mikroba. *Edible film* merupakan lapisan tipis dapat digunakan sebagai kemasan primer dan sekunder dan bersifat *edible*, alami dan non toksik serta dapat menahan perpindahan gas dan uap air pada kemasan (Yuhaniansyah, dkk., 2021).

Pada penelitian ini, menggunakan kombinasi *edible* berbahan protein dan polisakarida yang merupakan kombinasi yang baik dalam menghasilkan karakteristik *film* sebagai pengemas produk pangan. Seperti pendapat Martins, *et.al* (2020) menggunakan kombinasi *edible film* berbahan polisakarida dan protein yang akan membentuk jaringan yang kontinyu dan memperbaiki kondisi makromolekul dari masing-masing bahan. Penambahan polisakarida dalam protein akan membantu menurunkan nilai kelarutan *edible film*.

Kurt *and* Kahyaoglu (2014) melaporkan dalam hasil risetnya jika *edible film* berbahan glukomanan memiliki tingkat kepadatan yang lebih tinggi dan hal ini akan berdampak pada ketebalan. Kepadatan yang tinggi akan membuat *film* semakin tebal. Hal ini dimungkinkan karena terjadi peningkatan interaksi antar rantai molekul pada glukomanan.

Selain itu, *edible film* yang tipis dan tidak merata melapisi permukaan cangkang, dapat memberikan





peluang besar mikroorganisme untuk masuk ke dalam telur. Seperti penjelasan Fitria (2019) bahwa kondisi *edible film* yang semakin tipis, maka akan semakin besar peluang mikroorganisme untuk menembus lapisan dan masuk ke dalam telur untuk mendenaturasi protein.

Kadar protein pada penelitian ini jika dibandingkan dengan kadar protein telur yang masih segar, menunjukkan angka yang tidak berbeda jauh. Muchtadi, dkk., (2010) dalam bukunya, menuliskan bahwa kadar protein dalam telur ayam sebesar 12,9%. Pada penelitian ini, kadar protein yang dihasilkan dari masing masing-perlakuan, menunjukkan angka yang masih normal dan memenuhi kadar protein telur sehingga layak untuk dikonsumsi.

#### **4.4. Aplikasi *Edible Film* Keratin Bulu Ayam dan Tepung Porang Terhadap TPC Telur Ayam Selama Penyimpanan**

Hasil analisis ragam yang dihasilkan dari penelitian, memberikan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap *total plate count* telur ayam selama penyimpanan. Hasil analisis ragam nilai TPC dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 10.



Tabel 10. Rataan Nilai TPC Telur Ayam Selama Penyimpanan.

Penyimpanan	Rataan $\pm$ SD (log CFU/ml)
1 hari	4,323 <sup>a</sup> $\pm$ 0,245
7 hari	4,409 <sup>a</sup> $\pm$ 0,252
14 hari	4,899 <sup>b</sup> $\pm$ 0,184
21 hari	4,890 <sup>b</sup> $\pm$ 0,439

Keterangan: <sup>a</sup> dan <sup>b</sup> Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap *total plate count* telur ayam selama penyimpanan.

Hasil analisis statistik telur ayam disajikan pada lampiran 9. Jika melihat tabel diatas, lama penyimpanan telur ayam berbanding lurus dengan peningkatan jumlah mikroba, baik dengan pelapisan *edible film* maupun tanpa pelapisan *edible film*. *Total plate count* yang tumbuh mulai dari penyimpanan 1 hari, 7 hari, 14 hari dan 21 hari secara berturut-turut adalah 4,323; 4,409; 4,899 dan 4,890 log CFU/ml. Jumlah tersebut memperlihatkan adanya peningkatan jumlah mikroba dari setiap penyimpanan dan menurun pada penyimpanan terakhir. Peningkatan secara signifikan terjadi dari penyimpanan 7 hari ke penyimpanan 14 hari dengan peningkatan sebesar 0,48 log CFU/ml. Pada penyimpanan terakhir terjadi penurunan sebesar 0,009 log CFU/ml.



Peningkatan yang tajam dari penyimpanan 7 hari ke 14 hari diduga karena kandungan bahan atau gizi yang ada di dalam telur masih tersedia sehingga dapat menjadi makanan mikroba yang berdampak pada pertumbuhan mikroba yang pesat. Hal ini sesuai dengan Kustyawati (2020) bahwa untuk menunjang pertumbuhannya, mikroorganisme memerlukan sejumlah nutrisi yang terdapat dalam bahan pangan seperti protein, lipid, vitamin, mineral dan sumber karbon. Berbagai nutrisi tersebut digunakan sebagai energi untuk dapat tumbuh. Selain nutrisi, faktor-faktor lain yang turut andil dalam pertumbuhan mikroorganisme diantaranya adalah: waktu penyimpanan, temperatur, kualitas kerabang telur, putih telur, dan kuning telur (Nugroho, dkk., 2015).

Sejatinya, telur memiliki sistem penghambat alami untuk terhindar dari cemaran mikroba. Namun, penghambat tersebut mengalami penurunan fungsi seiring dengan semakin lama telur disimpan. Hal ini didukung dengan pendapat Rizal, dkk., (2012) yang menjelaskan bahwa telur sejatinya memiliki zat penghambat mikroorganisme. Ketika zat penghambat tersebut rusak, maka berimbas pada mikroba yang dapat dengan mudah masuk ke dalam telur dan memakan protein telur sehingga mikroba dapat berkembang pesat. Wijaya (2013) juga menambahkan jika penghambat atau agen yang berperan sebagai pengendali bakteri pada telur adalah albumen. Albumen memiliki kemampuan mengendalikan bakteri-bakteri agar tidak masuk ke





dalam telur dengan berbagai komponen yang ada didalamnya. Jumlah albumen ini berbeda-beda pada setiap telur karena tergantung *strain* dari ayam itu.

Komponen yang berperan dalam zat antimikroba adalah conalbumin. Conalbumin merupakan protein terbanyak kedua putih telur setelah ovalbumin. Jumlah conalbumin berkisar 14,3% dengan fungsi antimikroba, antivirus dan antioksidan (Nasution, dkk., 2018). Mekanisme kerja conalbumin sebagai zat antimikroba yaitu dengan cara mengikat unsur-unsur logam yang berperan penting untuk bakteri. Fungsi beberapa unsur logam bagi bakteri ialah sebagai kofaktor beberapa enzim. Apabila unsur-unsur logam diikat oleh conalbumin dari putih telur maka mekanisme kerja enzim akan terganggu sehingga berkorelasi positif pada proses metabolisme mikroba akan terganggu pula. Unsur-unsur logam vital yang diikat oleh conalbumin adalah besi, tembaga dan seng. logam besi merupakan kofaktor enzim katalase, sitokrom-sitokrom dan peroksidase, sehingga metabolisme seluler dapat berlangsung dengan baik (Wijaya, 2013).

Enzim katalase merupakan enzim yang bertindak sebagai katalisator pada proses pemecahan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) merupakan zat yang bersifat racun bagi bakteri, zat ini harus segera dirombak oleh enzim katalase agar menjadi oksigen dan air sehingga tidak beracun bagi bakteri. Apabila unsur logam besi diikat conalbumin putih telur maka kerja



enzim katalase akan terganggu sehingga hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) tidak dapat dirombak oleh bakteri dan akan meracuni bakteri, akibatnya bakteri mengalami kematian.

Albumen bukan sebagai satu-satunya pelindung pada telur, kutikula juga berperan sebagai zat penghambat mikroba agar tidak masuk ke dalam telur. Seperti yang dijelaskan D'Alba, *et.al* (2016) pada risetnya, bahwa kutikula efektif dalam menahan proses difusi gas dan kontaminan mikroba sehingga dapat mempertahankan kualitas telur. Seiring dengan lamanya penyimpanan, kutikula yang berada pada permukaan cangkang telur, akan mengering dan menyusut yang berdampak pada pori-pori cangkang semakin besar. Hal inilah yang membuat mikroorganisme mudah untuk masuk dan mencemari telur (Eke, *et.al*, 2013). Sehubungan dengan kutikula, dalam penelitiannya, Chen, *et.al* (2018) menjelaskan bahwa kutikula memiliki tingkat efektifitas sekitar 98% sebagai antimikroba. Persentase tersebut sangat tinggi yang menunjukkan jika kutikula memiliki perang yang besar sebagai benteng pertahanan terhadap mikroorganisme.

Jika dilihat dari hasil analisis ragam, *edible film* keratin bulu ayam memberikan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap *total plate count* telur ayam selama penyimpanan sehingga dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan 1%. Setelah pemberian notasi, terlihat penyimpanan 14 hari meningkatkan jumlah

mikroba paling tinggi dari penyimpanannya yang lain, tetapi tidak jauh berbeda dengan jumlah mikroba pasad penyimpanan 21 hari.

Peningkatan total mikroba dari penyimpanan 1 hari sampai 14 hari disebabkan oleh bahan makanan atau nutrien yang terkandung dalam telur masih mencukupi dan adanya hasil metabolisme yang mungkin beracun dapat mengambat pertumbuhan dari bakteri itu sendiri. Persediaan air dalam telur yang mulai terbatas disebabkan terjadinya pengkristalan sehingga air tersebut tidak dapat diserap akibatnya bakteri mengalami kekurangan air. Ketika persediaan nutrisi dan faktor lingkungan mendukung, mikroba dapat dengan leluasa tumbuh. Ketika berhasil masuk kedalam telur, mikroba akan merombak protein menjadi amoniak sehingga menghasilkan khas bau busuk yang menandakan telur mengalami kerusakan. Beberapa mikroba dapat membentuk lendir, gas, busa warna, asam, toksin dan lain-lain sebagai tanda jika suatu bahan pangan mengalami kerusakan (Arini, 2017).

Pada perlakuan penyimpanan terakhir yaitu 21 hari, jumlah mikroba mengalami penurunan dengan jumlah mikroba 4,890 log CFU/ml. Diduga ini terjadi karena faktor ketebalan *edible coating* yang melapisi cangkang telur. Seperti yang dikatakan Mulyadi dkk, (2011) bahwa semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan, maka ketebalan dan kepekatan lapisan juga semakin tinggi sehingga pori-pori cangkang telur semakin kecil dan





proses respirasi dan transpirasi dapat ditekan. Ketebalan *film* akan mempengaruhi permeabilitas gas dan uap air. Semakin tebal *edible film* maka permeabilitas gas dan uap air akan semakin kecil dan melindungi produk yang dikemas dengan lebih baik. Jumlah mikroba pada penelitian ini berkisar antara 4,323 - 4,899 log CFU/ml.

Glukomanan pada porang sebagai salah satu polisakarida, memiliki susunan gugus asetil yang mendominasi sehingga berdampak pada ketebalan sebuah *film*. Gugus asetil yang semakin banyak, maka akan semakin baik karena membuat ikatan pada *film* lebih rapat dan padat (Indrawati, dkk., 2019). *Film* yang kuat ini akan mempengaruhi ketahanannya terhadap benturan air. Semakin kuat *film*, ketahanan juga semakin kuat terhadap benturan air sehingga *edible film* tidak mudah rusak (Purnavita, dkk., 2020). Pemaparan tersebut menunjukkan jika karakteristik yang dimiliki glukomanan berperan dalam meningkatkan ketebalan dan kekuatan *edible film*. Adanya *film* yang kuat maka mampu dalam melindungi produk yang dikemas agar tidak mudah rusak.

Jumlah mikroba pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Eke, *et.al* (2013) yang menunjukkan hasil TPC selama penyimpanan 14 hari dengan pelapisan minyak sebesar 5,477 log CFU/ml. Jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan nilai TPC pada penelitian ini dengan penyimpanan 14 hari yaitu sebesar 4,890 log CFU/ml. Nilai TPC pada



penelitian ini juga lebih kecil dari penelitian Suryani, *et.al* (2017) bahwa telur yang dilapisi *edible coating* berbahan propolis 15% dengan penyimpanan yang sama selama 14 hari, menghasilkan TPC sebesar 6,9 log CFU/ml. Angka tersebut jauh lebih tinggi dari penelitian ini.

Nilai TPC pada penelitian ini juga lebih kecil dibandingkan dengan yang dilakukan Xu, *et.al* (2017) bahwa telur yang *dicoating* menggunakan kombinasi soy protein isolat dan montmorillonite dengan penyimpanan yang sama, menunjukkan TPC secara berturut-turut yaitu 9,49 log CFU/ml, 9,71 log CFU/ml dan 9,81 log CFU/ml. Nilai tersebut sangat jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian ini. Hasil komparasi tersebut menunjukkan bahwa *edible film* pada penelitian ini lebih baik dalam menghambat pertumbuhan mikroba dibandingkan dengan *edible coating* berbahan minyak, propolis dan kombinasi antara soy protein isolat dan montmorillonite. Meskipun nilai total mikroba yang dihasilkan pada penelitian ini tidak berbeda jauh dengan penelitian terdahulu, tetapi dapat dijadikan referensi jika *edible coating* keratin bulu ayam dan tepung porang ini dapat menghambat kontaminan mikroba pada telur. Namun, nilai total mikroba pada penyimpanan 14 hari ini dengan nilai 4,899 log CFU/ml, sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Falahudin (2015), yang menunjukkan hasil 4,361 log CFU/ml dengan perlakuan *edible coating* kitosan 5%.



#### 4.5. Aplikasi *Edible Film* Keratin bulu Ayam dan Tepung Porang Terhadap Angka Kapang Khamir Telur Ayam Selama Penyimpanan

Hasil analisis ragam yang dihasilkan dari penelitian, memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap angka kapang khamir telur ayam selama penyimpanan. Hasil analisis ragam nilai kapang khamir dari masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rataan Angka Kapang Khamir Telur Ayam Selama Penyimpanan

Penyimpanan	Rataan $\pm$ SD (log CFU/ml)
1 hari	3,603 <sup>b</sup> $\pm$ 0,153
7 hari	3,635 <sup>b</sup> $\pm$ 0,141
14 hari	3,892 <sup>a</sup> $\pm$ 0,138
21 hari	3,755 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,569

Keterangan: <sup>a</sup> dan <sup>b</sup> Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap angka kapang khamir telur ayam selama penyimpanan.

Hasil analisis statistik kapang khamir disajikan pada Lampiran 10. Jika melihat tabel diatas, aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang, memberikan pengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap angka kapang khamir telur selama penyimpanan sehingga dilanjutkan



dengan Uji Jarak Berganda Duncan 1%. Hasil Uji Jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa penyimpanan 1 dan 7 hari memberikan perubahan total total kapang pada penyimpanan kapang khamir yang tinggi tetapi tidak berbeda dengan penyimpanan 21 hari.

Angka kapang khamir terendah diperoleh pada penyimpanan 1 hari dengan jumlah 3,603 log CFU/ml dan tertinggi pada penyimpanan 14 hari dengan jumlah 3,892 log CFU/ml. Peningkatan jumlah kapang dan khamir terjadi mulai dari penyimpanan 1 hari (kontrol) hingga penyimpanan 14 hari. Peningkatan ini dapat terjadi karena pada kondisi telur segar menuju penyimpanan 1 minggu, masih tersedianya nutrisi sebagai energi untuk terus tumbuh. Nutrisi yang masih tersedia akan terus dirombak oleh mikroba sebagai sumber makanannya.

Peningkatan jumlah kapang khamir juga didukung dengan sifat mikroorganisme yang dapat mengalami fase signifikan pada kondisi tertentu. Peningkatan jumlah mikroba pada penyimpanan 7 hari menuju 14 hari, menandakan bahwa kapang dan khamir memasuki fase logaritma jika didasarkan pada kurva pertumbuhan mikroorganisme. Wahyuni dan Ramadhani (2020), menjelaskan jika fase logaritma menunjukkan peningkatan jumlah mikroba yang pesat sebab tingkat pembelahan sel paling tinggi. Tetapi, terjadi dengan durasi yang pendek. Setelah fase tersebut, mikroba perlahan akan mengalami penurunan jumlah dikarenakan



nutrisi pada bahan pangan berkurang ataupun adanya aktivitas sisa-sisa metabolisnya yang bersifat racun.

Energi yang digunakan kapang dan khamir untuk tumbuh, tidak lain berupa karbon. Karbon ini digunakan untuk tumbuh dan harus tersedia dalam jumlah yang paling dominan diantara nutrisi lainnya dalam bahan pangan. Karbon berperan penting dalam penyusunan struktur sel kapang dan khamir. Karbon diketahui memiliki struktur senyawa sederhana yang mudah untuk proses absorpsi oleh miselium kapang (Nurdin dan Nurdin, 2020). Salah satu karbon sebagai sumber nutrisinya adalah karbohidrat (Oktavia dan Wantini, 2017). Selain karbon, kapang juga membutuhkan kalium (K), magnesium (Mg), mangan (Mn), seng (Zn) dan juga besi (Fe) sebagai sumber mikronutrientnya (Wachid dan Mutia, 2019). Dalam hal ini, telur memiliki golongan nutrisi mikro nutrien tersebut. Telur dengan label bahan pangan kaya gizi, tentunya akan mendukung kelompok kapang untuk tumbuh dengan memanfaatkan nutrisi tersebut.

Nutrisi yang mulai berkurang berdampak pada penurunan jumlah koloni kapang khamir. Hal ini terjadi pada penyimpanan selama 21 hari. Semula total koloni yang diketahui 3,892 log CFU/ml, menurun menjadi 3,755 log CFU/ml. Penurunan ini diduga karena pasokan nutrisi yang mulai berkurang dan juga kondisi lingkungan selama penyimpanan. Beberapa faktor akan mempengaruhi perkembangan jamur antara lain



kandungan air dari produk yang disimpan, suhu ruangan selama penyimpanan, lama waktu penyimpanan, banyaknya benda-benda asing aktivitas serangga dan kutu dalam ruang penyimpanan. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan jamur adalah faktor fisika dan kimia seperti suhu, aktivitas air, tekanan osmosis, pH dan potensial oksidasi reduksi (Muchtart, dkk., 2011).

Rataan jumlah koloni kapang dan khamir pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Eke, *et. al.*, (2013) dengan hasil penyimpanan telur selama 14 hari dengan pelapisan minyak, nilai kapang khamir sebesar 3,954 log CFU/ml. Jumlah kapang khamir penelitian ini juga lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Morsy, *et.al.*, (2015) dengan penyimpanan telur di suhu ruang selama 3 minggu menggunakan antimikroba dari pulullan, berturut-turut adalah 2,5 log CFU/ml, 3,6 log CFU/ml dan 3,9 log CFU/ml. Hasil perbandingan tersebut menunjukkan bahwa *edible film* keratin dan porang yang melapisi cangkang telur, lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba daripada *edible film* menggunakan minyak dan berbahan antimikroba pulullan.





## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Aplikasi *edible film* kombinasi keratin bulu ayam dan tepung porang memberikan nilai *haugh unit* yang semakin menurun dengan kondisi penurunan yang tidak drastis. Sedangkan untuk kadar lemak dan kadar protein, nilai yang dihasilkan tetap stabil pada masing-masing penyimpanan. Pada nilai *total plate count* dan angka kapang khamir memberikan jumlah mikroba yang fluktuasi, yang mana *total plate count* dan angka kapang khamir mengalami kenaikan pada penyimpanan 14 hari dan mengalami sedikit penurunan pada penyimpanan 21 hari.

### 5.2. Saran

Pada saat proses pencelupan telur ke dalam larutan *edible*, disarankan agar larutan tidak terlalu encer dan larutan berwarna cokelat gelap bening agar proses pencelupan tidak sulit. Selain itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menambah masa simpan telur ayam agar mengetahui sampai berapa lama *edible film* keratin dapat mempertahankan kualitas telur ayam.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, A., F. Feliatra., Y. I. Siregar, *et al.* 2019. Fermented Chicken Feathers Using *Bacillus subtilis* to Improve The Quality of Nutrition as a Fish Feed Material. *Earth and Environmental Science*. 348. doi:10.1088/1755-1315/348/1/012008.
- Adlin, I. A., Y. Sebastiani dan T. N. Hidayanti. 2020. Karakterisasi Pembuatan *Edible Film* dengan Variabel Kombinasi Tepung Konjak dan Karagenan Serta Konsentrasi Gliserol. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*. 4 (2) :88-95.
- Ahmadi, R., A. K. Ashtari., A. Oromiehie., *et al.* 2012. Development and Characterization of a Novel Biodegradable Edible Film Obtained from Psyllium Seed (*Plantago ovata Forsk*). *Journal of Food Engineering*. 109: 745–751. doi:10.1016/j.jfoodeng.2011.11.010.
- Alhuur, K. G. R., E. M. Juniardi dan K. Suradi. 2020. Efektivitas Kitosan Sebagai *Edible Coating* Karkas Ayam Broiler. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*. 1(1):17-24. doi: 10.24198/jthp.v1i1.24093.



Amalia, U. N., S. Maharani dan S. I. Widiaputri. 2020. Aplikasi *Edible Coating* Pati Umbi Porang dengan Penambahan Ekstrak Lengkuas Pada Buah Pisang. *EDUFORTECH*. 5 (1) : 37-43.

Amenu, D. 2014. Factors Influencing The Enumerate Numbers of Viable Microorganisms in Foods. *Landmark Research Journals of Agriculture and Soil Sciences*. 1(1) : 001-002.

Aminullah., Mardinah., M. R. Riandi., dkk. 2018. Kandungan Total Lipid Lemak Ayam dan Babi Berdasarkan Perbedaan Jenis Metode Ekstraksi Lemak. *Jurnal Agroindustri Halal*. 4 (1): 094 – 100.

Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E. dan Bukhori, A. 2012. Pengaruh Gliserol Terhadap Karakteristik *Edible Film* Berbahan Dasar Tepung Jali (*Coix lacryma-jobi* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 5(2): 17 – 23.

Apriyani, M. dan E. Sedyadi. 2015. Sintesis dan Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Onggok Singkong dan Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*) dengan *Plasticizer* Gliserol. *Jurnal Sains Dasar*. 4 (2) : 145-152.

Arini, L. D. D. 2017. Faktor-faktor Penyebab dan Karakteristik Makanan Kadaluarasa yang





Berdampak Buruk Pada Kesehatan Masyarakat.  
*Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2 (1) : 15  
- 24.

Aryanti, N dan K. Y. Abidin. 2015. Ekstraksi  
Glukomanan dari Porang Lokal  
(*Amorphophallus oncophyllus* dan  
*Amorphophallus muerelli blume*). *METANA*. 11  
(1): 21-30.

Association of Official Analytical Chemist (AOAC).  
2012. *Official Methods of Analysis of the  
Association of Official Analytical Chemist*.  
Washington, USA.

Astiari, N. M. R., I. G. N. G. Bidura dan D. A.  
Warmadewi. 2018. Pengaruh Tingkat Pemberian  
Ekstrak Air Bawang Putih (*Allium Sativum*)  
Melalui Air Minum Terhadap Kandungan  
Protein, Lemak dan Kolesterol Kuning Telur  
Ayam Lohman Brown. *Journal of Animal  
Tropical Science*. 6 (2) : 372-386.

Atma, Y. 2016. Angka Lempeng Total (ALT), Angka  
Paling Mungkin (APM) dan Total Kapang  
Khamir Sebagai Metode Analisis Sederhana  
untuk Menentukan Standar Mikrobiologi  
Pangan Olahan Posdaya. *Jurnal Teknologi*. 8  
(2): 1-6.

Atma, Y. 2018. *Prinsip Analisis Komponen Pangan Makro dan Mikro Nutrien*. Yogyakarta: Deepublish.

Badan Pusat Statistik. 2019. *Produksi Daging Ayam Ras Pedaging Menurut Provinsi (Ton) 2018-2020*. Jakarta.

Baetens, R., B. P. Jelle and A. Gustavsen. 2011. Aerogel Insulation for Building Applications: A State of The Art Review. *Energy Build.* 43 : 761–769.

Bakhtra, D. D. A., Rusdi dan A. Mardiah. 2016. Penetapan Kadar Protein dalam Telur Unggas Melalui Analisis Nitrogen Menggunakan Metode Kjeldahl. *Jurnal Farmasi Higea*. 8 (2) : 143-150.

Bharti, S. K., V. Pathak., T. Alam., *et al.* 2020. Materiality of Edible Film Packaging in Muscle Foods: A Worthwhile Conception. *Journal of Packaging Technology and Research*. 4:117–132. doi:[10.1007/s41783-020-00087-9](https://doi.org/10.1007/s41783-020-00087-9).

Campos, C. A., L. N. Gerschenson and S. K. Flores. 2010. Development of Edible Films and Coatings with Antimicrobial Activity. *Food Bioprocess Technology*. doi: 10.1007/s11947-010-0434-1.



Charisma, A. M. 2019. *Mikrobiologi*. Surabaya: Airlangga University Press.

Chen, X., X. Li., Y. Guo, *et al.* 2019. Impact of Cuticle Quality and Eggshell Thickness on Egg Antibacterial Efficiency. *Poultry Science*. 98:940–948. doi: [10.3382/ps/pey369](https://doi.org/10.3382/ps/pey369).

Chiu, C. Solarek, D. 2009. Modification of Starches. Chemistry and Tehnology. Elsevier, Amsterdam.

Chusniati, S., R. N. Budiono dan R. Kurnijasanti. 2009. Deteksi *Salmonella sp* pada Telur Ayam Buras yang Dijual Sebagai Campuran Jamu di Kecamatan Sidoarjo. *Journal of Poultry Diseases*. 2 (1): 20-23.

D'Alba, L., R. Maia., M. E. Hauber, *et al.* 2016. The Evolution of Eggshell Cuticle in Relation to Nesting Ecology. *Proceeding Royal Society*. 283. doi: [10.1098/rspb.2016.0687](https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0687).

Darma dan R. Aryani. 2020. Karakterisasi dan Optimasi Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri*) sebagai Basis Sediaan *Edible Film*. *Prosiding Farmasi*. 6(2) :474-482. doi: [10.29313/v6i2.23181](https://doi.org/10.29313/v6i2.23181).





- Darmanto, M., L. Atmaja dan M. Nadjib. 2011. Studi Analisis Antibakteri dari *Film* Gelatin Kitosan Menggunakan *Staphylococcus aureus*. Prosiding Kimia FMIPA ITS. 1-8.
- Daud, M. dan Zulfan. 2018. *Teknologi Formulasi Ransum Unggas*. Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Dewi, S. K., B. Dwiloka dan B. E. Setiani. 2017. Pengurangan Kadar Oksalat pada Umbi Talas dengan Penambahan Arang Aktif pada Metode Pengukusan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6 (2) : 1-4. doi: 10.17728/jatp.191.
- Diova, D. A., Y. S. Darmanto dan L. Rianingsih. 2013. Karakteristik *Edible Film* Komposit Semirefined Karaginan dari Rumput Laut (*Euचेuma cottonii*) dan Beeswax. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 2 (3) : 1-10.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2006. Buku Statistik Peternakan. Departemen Pertanian RI, Jakarta.
- Djaelani, M. A. 2016. Kualitas Telur Ayam Ras (*Gallus L.*) Setelah Penyimpanan yang Dilakukan Pencelupan pada Air Mendidih dan Air Kapur Sebelum Penyimpanan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 24 (1): 122-127.



Dou, Y., B. Zhang., M. He, *et al.* 2016. The Structure, Tensile Properties and Water Resistance of Hydrolyzed Feather Keratin-based Bioplastics. *Chinese Journal of Chemical Engineering*. 24. 415–420. doi: 10.1016/j.cjche.2015.11.007.

Eke, M.O., N. I. Olaitan and J. H. Ochefu. 2013. Effect of Storage Conditions on The Quality Attributes of Shell (Table) Eggs. *Journal of Nigerian Institute of Food Science and Techonology*. 31 (2): 18-24.

Erkmen, O and A. Barazi. 2018. General Characteristics Of Edible Films. *Journal of Food Biotechnology Research*. 2:1-3.

Erlita, D., A. Puspitasari dan T. Isbandi. 2016. Reduksi Limbah Rumah Potong Ayam (RPA) Sebagai Alternatif Bahan Ransum Pakan Berprotein. *Prosiding SNST*. 1-4.

Estiasih, T., W. D. R. Putri dan E. Waziroh. 2017. *Umbi-Umbian dan Pengolahannya*. Malang: UB Press.

Estiningtyas, H. R. 2010. Aplikasi Edible Film Maizena dengan Penambahan Ekstrak Jahe Sebagai Antioksidan Alami Pada *Coating* Sosis Sapi. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.



Fagbemi, O. D., B. Sithole and T. Tesfaye. 2020. Optimization of Keratin Protein Extraction from Waste Chicken Feathers Using Hybrid Pre-treatment Techniques. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 1-12. doi: 10.1016/j.scp.2020.100267.

Falahudin, A. 2015. Efektivitas Chitosan dan Kapur dalam Mempertahankan Jumlah Mikroba dan Sifat Organoleptik Telur Ayam Ras Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*. 3 (1) : 68-79.

Faridah, A., S. B. Widjanarko., A. Sutrisno, dkk. 2012. Optimasi Produksi Tepung Porang dari Chip Porang Secara Mekanis dengan Metode Permukaan Respons. *Jurnal Teknik Industri*. 3 (2): 158-166.

Fatmawati, M., A. Setianingrum., W. Nugroho, dkk. 2020. *Kesehatan Masyarakat Veteriner (Kesehatan Susu, Daging, Telur dan Lingkungan)*. Malang: UB Press.

Fauziati., Y. Adiningsih dan A. Priatni. 2016. Pemanfaatan Stearin Kelapa Sawit Sebagai *Edible Coating* Buah Jeruk. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 10 (1) : 64-69.





Fera, M., dan Nurkholik. 2017. Kualitas Fisik *Edible Film* yang Diproduksi dari Kombinasi Gelatin Kulit Domba dan Agar (*Gracilaria sp.*). *JFLS*. 2 (1) : 45 – 56.

Fitria, A. R. 2019. Pengaruh Penggunaan Level Gliserol Pada *Edible Film* Gelatin Kulit Kaki Ayam Terhadap Kualitas Kimia Daging Sapi. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.

Fransisca, D., Zulferiyenni dan Susilawati. 2013. Pengaruh Konsentrasi Tapioka Terhadap Sifat Fisik *Biodegradable Film* dari Bahan Komposit Selulosa Nanas. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 18 (2): 196-205.

Furqon, A. Q., I. M. dan A. Rahman. 2016. Pengaruh Jenis Pengemas dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Produk Nugget Gembus. *AGROINTEK*. 10 (2) : 70-75.

Gupta, A., N. B. Kamarudin., C. Y. G. Kee and R. B. M. Yunus. 2012. Extraction of Keratin Protein from Chicken Feather. *J. Chem. Eng.* 6 : 732-737.

Halim, Y dan L. Katherina. 2019. Karakteristik *Edible Film* dari Kulit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Jurnal Sains dan Teknologi*. 3(1):13-28.



Hananto, S., S. Pujiyanto dan E. Kusdiyantini. 2015. Kandungan Proksimat dan Daya Pengikatan Tepung Iles-Iles (*Amorphophallus oncophyllus*) Terhadap Aflatoksin Sebagai Upaya Pencarian Bahan Pengikat Alternatif pada Pakan. *Jurnal Biologi*. 4 (4): 53-65.

Handayania, A. S., A. R. Putraa., A. Yaumala dan M. Chalid. 2017. Sifat Mekanik Pada *Isotactic Polypropylene* Termodifikasi dengan Serat Bulu Ayam. *Seminar Nasional Polimer X 2015*. 1-6.

Harmayani, E., V. Aprilia and Y. Marsonoa. 2014. Characterization of Glucomannan from *Amorphophallus oncophyllus* and its Prebiotic Activity in Vivo. *Carbohydrate Polymers*. 112 : 475–479. doi: [10.1016/j.carbpol.2014.06.019](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.06.019).

Hasdar, M., Y. Erwanto dan S. Triatmojo. 2011. Karakteristik *Edible Film* yang Diproduksi dari Kombinasi Gelatin Kulit Kaki Ayam dan Soy Protein Isolate. *Buletin Peternakan*. 35 (3) : 188-196.

Hashemi, S. M. B and D. Jafarpour. 2020. The Efficacy of Edible Film from Konjac Glucomannan and Saffron Petal Extract to Improve Shelf Life of Fresh-cut Cucumber. *Food Science and Nutrition*. 8: 3128–3137. doi: 10.1002/fsn3.1544.



Hazan, R., Y. Que., D. Maura, *et al.* 2012. A Method for High Throughput Determination of Viable Bacteria Cell Counts in 96-well Plates. *BMC Microbiology*. 2-7.

Herlina., B. H. Purnomo., M. Fauzi dan F. A. Rambe. 2016. Penggunaan  $\alpha$ -Amilase dan Variasi Lama Hidrolisis pada Pembuatan Tepung Glukomanan dari Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.). *Jurnal Agroteknologi*. 10 (1): 73-86.

Hiroko, S. P., T. Kurtinib dan Riyanti. 2014. Pengaruh Lama Simpan dan Warna Kerabang Telur Ayam Ras Terhadap Indeks Albumen, Indeks Yolk, dan pH Telur. 108-114.

Indrawan, I. G., I. M. Sukada dan I. K. Suada. 2012. Kualitas Telur dan Pengetahuan Masyarakat Tentang Penanganan Telur di Tingkat Rumah Tangga. *Indonesia Medicus Veterinus*. 1(5) : 607 – 620. ISSN : 2301-784.

Indrawati, C., B. A. Harsojuwono dan A. Hartiati. 2019. Karakteristik Komposit Bioplastik Glukomanan dan Maizena dalam Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(3): 468-477.

Jacob, A. M., R. Nugraha dan S. P. S. D. Utari. 2017. Pembuatan *Edible Film* dari Pati Buah Lindur





dengan Penambahan Gliserol dan Karaginan. *JPHPI*. 17 (1): 14-21.

Jamilah. 2015. Evaluasi Keberadaan Gen cat-P Terhadap Resistensi Kloramfenikol Pada Penderita Demam Tifoid. Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan.

Jazil, N., A. Hintono dan S. Mulyani. 2013. Penurunan Kualitas Telur Ayam Ras dengan Intensitas Warna Coklat Kerabang Berbeda Selama Penyimpanan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2 (1): 43-47.

Khosa , M. A, J. Wu and A. Ullah. 2013. Chemical Modification, Characterization, and Application Of Chicken Feathers As Novel Biosorbents. *Journal Royal the Society of Chemistry*. 3: 20800-20810.

Kim, S. H., D. K. Youn., H. K. No., *et al.* 2009. Effects of Chitosan Coating and Storage Position on Quality and Shelf Life of Eggs. *International Journal of Food Science and Technology*. 44, 1351–1359. doi: 10.1111/j.1365-2621.2009.01964.x.

Koswara, S. 2013. Teknologi Pengolahan Umbi-umbian: Pengolahan Umbi Porang. [Modul]. Institute Pertanian Bogor.



Kumaji, S. 2019. Pengaruh Lama Penyimpanan Telur Ayam Ras Pada Suhu Refrigerator Terhadap Jumlah Bakteri. *Jurnal Ilmu Pendidikan Nonformal AKSARA*. 5 (2): 119-128.

Kurt, A and T. Kahyaoglu. 2014. Characterization of A New Biodegradable *Edible Film* Made from Salep Glucomannan. *Carbohydrate Polymers*. 104 : 50–58.

Kustyawati, M. E. 2013. *Mikrobiologi Hasil Pertanian*. Bandarlampung : Pusaka Media.

Kusumawati, D. H dan W. D. R. Putri. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Jagung Yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 1(1) : 90-100.

Latifah, R. N., R. Ernia., E. R. Yulianto, dkk. 2018. Pemanfaatan Alfa Keratin Bulu Ayam Sebagai Adsorpsi Ion Pb dalam Limbah Tekstil. 1-7.

Lidayana, N., D. A. Larasati, dan E. N. Yunira. 2019. Review : Teknologi Produksi Plastik *Biodegradable* Berbasis Pati dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Kemasan. *Majalah Teknologi Agro Industri*. 11(2) : 38-43.



Lupu, J. S. I., D. A. Wuri dan A. I. R. Detha. 2016. Perbandingan Kualitas Telur Ayam Kampung yang Disimpan Pada Suhu Ruang dan Suhu Lemari Pendingin Ditinjau dari Tinggi Kantung Hawa, Indeks Kuning Telur, Indeks Albumin, *Haugh Unit* dan *Total Plate Count* (TPC). *Jurnal Veteriner Nusantara*. 1 (1): 46-52.

Maimunah dan T. Rokhman. 2018. Klasifikasi Penurunan Kualitas Telur Ayam Ras Berdasarkan Warna Kerabang Menggunakan *Support Vector Machine*. *Informatics For Educators and Professionals*. 3 (1): 43 – 52.

Manab, A. 2008. Pengaruh Penambahan Minyak Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik *Edible Film* Protein Whey. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 3 (2): 8-16.

Manab, A., M. E. Sawitri dan K. U. A. Al Awwaly. 2017. *Edible Film Protein Whey (Penambahan Lisozim Telur dan Aplikasi di Keju)*. Malang: UB Press.

Mandei, J. H. dan A. Muis. 2018. Pengaruh Konsentrasi Karaginan, Jenis dan Konsentrasi Lipid Pada Pembuatan *Edible Coating* atau *Film* dan Aplikasinya Pada Buah Tomat Apel dan Kue Nogat. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*. 10 (1) : 25-36.





Marpongahtun, C. F. Z. 2013. Physical-Mechanical Properties and Microstructure Of Breadfruit Starch Edible Films With Various Plasticizer. *EKSAKTA*. 13 (1-2): 57-62.

Martins, Y. A. A., S. V. Ferreira., N. M. Silva, *et al.* 2020. Edible Films of Whey and Cassava Starch: Physical, Thermal, and Microstructural Characterization. *Coatings*. 10 : 1-8. doi:10.3390/coatings10111059.

Mirdayanti, R. 2018. Identifikasi Keratin dari Ekstraksi Limbah Bulu Ayam. *Jurnal Ilmiah Sains, Teknologi, Ekonomi, Sosial dan Budaya*. 2 (2) : 33-36.

Mirdayanti, R., B. Wirjosentono dan E. Marlianto. 2018. Analisis *Edible Film* dari Campuran Keratin dan Pati Jagung. *Serambi Engineering*. 3 (2) : 316-325.

Miskiyah., Widaningrum dan C. Winarti. 2011. Aplikasi *Edible Coating* Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Vitamin C pada Paprika : Preferensi Konsumen dan Mutu Mikrobiologi. *J. Hort*. 21 (1): 68-76.

Morsy, M. K., A. M. Sharoba., H. H. Khalaf., *et al.* 2015. Efficacy of Antimicrobial Pullulan-Based Coating to Improve Internal Quality and Shelf-



Life of Chicken Eggs During Storage. *Journal of Food Science*. 1-9. doi: 10.1111/1750-3841.12855.

Muchtadi, T. R., F. Ayustaningwarno dan Sugiyono. 2010. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

Muchtar, H., Kamsina dan I. T. Anova. 2011. Pengaruh Kondisi Penyimpanan Terhadap Pertumbuhan Jamur Pada Gambir. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 22 (1): 36-43.

Mudannayaka, A. I., D. S. W. Rajapaksha and K. A. H. T. Kodithuwakku. 2016. Effect of Beeswax, Gelatin and Aloe vera Gel Coatings on Physical Properties and Shelf Life of Chicken Eggs Stored at 30°C. *Journal of World's Poultry Research*. 6 (1): 6-13.

Muin, R., D. Anggraini dan F. Malau. 2017. Karakteristik Fisik dan Antimikroba *Edible Film* dari Tepung Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Kunyit Putih. *Jurnal Teknik Kimia*. 3 (23) : 191-198.

Mulia, D. S., R. T. Yuliningsih., H. Maryanto, dkk. 2016. Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Menjadi Bahan Pakan Ikan dengan Fermentasi *Bacillus*



*subtilis*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*.  
23.(1): 49-57.

Mulyadi, A. E., S. Kumalaningsih dan D. Giovanny.  
2011. Aplikasi *Edible Coating* untuk  
Menurunkan Tingkat Kerusakan Jeruk Manis  
(*Citrus sinensis*) (Kajian Konsentrasi Karagenan  
dan Gliserol). Prosiding Seminar Nasional,  
Program Studi Teknologi Industri Pertanian B  
dengan Asosiasi Profesi Teknologi Agroindustri  
(APTA). 507-516.

Murdinah., M. Darmawan dan D. Fransiska. 2007.  
Karakteristik *Edible Film* dari Komposit  
Alginat, Gluten dan Lilin Lebah (*Beeswax*).  
*Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan  
dan Perikanan*. 2 (1): 19-26.

Nasution, S., E. Kusumaningtyas., D. N. Faridah dan H.  
D. Kusumaningrum. 2018. Lisozim dari Putih  
Telur Ayam Sebagai Agen Antibakterial.  
*WARTAZOA*. 28 (4): 175-188 doi:  
<http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v28i4.1882>.

Nemet, N. T., V. M. Šošo and V. L. Lazić. 2010. Effect  
of Glycerol Content and pH Value of Film-  
Forming Solution on The Functional Properties  
of Protein-Based Edible Films. *APTEFF*. 41 :  
57-67. doi: 10.2298/APT1041057N.





- Novaa, I., T. Kurtinib dan V. Wanniatieb. 2012. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Internal Telur Ayam Ras Pada Fase Produksi Pertama. 16-21.
- Nuansa, M. F., T. W. Agustini dan E. Susanto. 2017. Karakteristik dan Aktivitas Antioksidan *Edible Film* dari Refined Karaginan dengan Penambahan Minyak Atsiri. *J. Peng. dan Biotek. Hasil Pi.* 6 (1) : 54-62.
- Nurdin, E dan G. M. Nurdin. 2020. Perbandingan Variasi Media Alternatif dengan Berbagai Sumber Karbohidrat Terhadap Pertumbuhan *Candida albicans*. *Jurnal Bionature.* 21 (1): 1-5.
- Nurhayati dan Agusman. 2011. *Edible Film* Kitosan dari Limbah Udang Sebagai Pengemas Pangan Ramah Lingkungan. *Squalen.* 6 (1) : 38- 44.
- Nurhayati, W., D. Rachmawati dan I. Samidjan. 2017. Pengaruh Substitusi Silase Tepung Bulu Ayam Dalam Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Pemanfaatan Pakan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology.* 6 (4) : 248-254.
- Octavia, A dan S. Wantini. 2017. Perbandingan Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus* Pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan Media



- Alternatif dari Singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Analis Kesehatan*. 6 (2) :625-631.
- Oktaviani, H., N. Kariada dan N. R. Utami. 2012. Pengaruh Pengasinan Terhadap Kandungan Zat Gizi Telur Itik yang Diberi Limbah Udang. *Journal of Life Science*. 1 (2): 107-112.
- Oliveira, C. H., M. M. Boiago and A. Guaragni. 2020. Effects of Heat Treatments and Edible Shell Coatings on Egg Quality After Storage at Room Temperature. *Food Science and Technology*. 40 (1): 344-348. doi: [10.1590/fst.13019](https://doi.org/10.1590/fst.13019).
- Pargiyanti. 2019. Optimasi Waktu Ekstraksi Lemak dengan Metode Soxhlet Menggunakan Perangkat Alat Mikro Soxhlet. *Indonesian Journal of Laboratory*. 1 (2): 29-35.
- Perdana, Y.A. 2016. Perbandingan Penambahan Plasticizer Gliserol-Sorbitol Terhadap Biodegradasi dan Karakteristik Pektin Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*)-Pati Onggok Singkong. Skripsi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Pires, P. G. D. S., C. Bavaresco., A. F. R. Leuven, *et.al.* 2020. Plasticizer Types Affect Quality and Shelf

Life Of Eggs Coated With Rice Protein. *Journal Food Science Technology*. 57 (3): 971–979. doi: 10.1007/s13197-019-04130-9.

Poole, A. J., R. E. Lyons, and J. S. Church. 2011. Dissolving Feather Keratin Using Sodium Sulfide for Bio-Polymer Applications. *J. Polym Environ*. 19: 995 – 1004.

Pourjavaheria, F., S. O. Poura., O. A. H. Jonesb., et al. 2019. Extraction of Keratin From Waste Chicken Feathers Using Sodium Sulfide and L-cysteine. *Process Biochemistry*. 82. 205–214. doi: 10.1016/j.procbio.2019.04.010.

Puastuti, W. 2007. Teknologi Pemrosesan Bulu Ayam dan Pemanfaatannya Sebagai Sumber Protein Pakan Ruminansia. *WARTAZOA*. 17 (2) : 53-60.

Purdiyanto, J dan S. Riyadi. 2018. Pengaruh Lama Simpan Telur Itik Terhadap Penurunan Berat, Indeks Kuning Telur (IKT), dan *Haugh Unit* (HU). *MADURANCH*. 3 (1): 23-28.

Purnavita, S., D. Y. Subandriyo dan A. Anggraeni. 2020. Penambahan Gliserol Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Komposit Pati Aren dan Glukomanan. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*. 16 (1): 19-25. doi: 10.14710/metana.v16i1.29977.





Purwadi., L. E. Radiati., H. Evanuarini, dkk. 2017.  
*Penanganan Hasil Ternak*. Malang: UB Press.

Purwati, D., M. A. Djaelani dan E. Y. W. Yuniwati.  
2015. Indeks Kuning Telur (IKT), *Haugh Unit*  
(HU) dan Bobot Telur pada Berbagai Itik Lokal  
di Jawa Tengah. *Jurnal Biologi*. 4 (2):1-9.

Putra, A. D., V. S. Johan dan R. Efendi. 2017.  
Penambahan Sorbitol Sebagai *Plasticizer* dalam  
Pembuatan *Edible Film* Pati Sukun. *Jom*  
*Fakultas Pertanian*. 4 (2) : 1-15.

Putri, D. A. M., M. A. Djaelani dan S. M. Mardiaty. 2016.  
Bobot, Indeks Kuning Telur (IKT), dan *Haugh*  
*Unit* (HU) Telur Ayam Ras Setelah Perlakuan  
dengan Pembungkusan Pasta Rimpang  
Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb).  
*Botani*. 18 (1): 7-13.

Radhiyatullah, A., N. Indriani., M. hendr, dkk. 2015.  
Pengaruh Berat Pati dan Volume *Plasticizer*  
Gliserol Terhadap Karakteristik *Film* Bioplastik  
Pati Kentang. *Jurnal Teknik Kimia*. 4(3): 35-39.

Rahmawati, S., T. R. Setyawati dan, A. H. Yanti. 2014.  
Daya Simpan dan Kualitas Telur Ayam Ras  
Dilapisi Minyak Kelapa, Kapur Sirih dan  
Ekstrak Etanol Kelopak Rosella. *Jurnal*  
*Protobiont*. 3 (1): 55-60.



Rahmi, Y dan T. S. Kusuma. 2020. *Ilmu Bahan Makanan*. Malang: UB Press.

Ramakrishnan, N., S. Sharma., A. Gupta, *et al.* 2018. Keratin Based Bioplastic Film from Chicken Feathers and its Characterization. *International Journal of Biological Macromolecules*. 111 : 352-358. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.01.037.

Riawan., Riyanti dan K. Nova. 2017. Pengaruh Perendaman Telur Menggunakan Larutan Daun Kelor Terhadap Kualitas Internal Telur Ayam Ras. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 5(1): 1 - 7.

Riley, A. C., J. Sturrock., S. J. Mooney and M. R. Luck. 2014. Quantification of Eggshell Microstructure Using X-ray Micro Computed Tomography. *British Poultry Science*. 55 (3): 311-320. doi: 10.1080/00071668.2014.924093.

Rizal, B., A. Hintono dan Nurwantoro. 2012. Pertumbuhan Mikroba Pada Telur Pasca Pasteurisasi. *Animal Agriculture Journal*. 1 (2): 208-218.

Rosida, D. F., N. Hapsari dan R. Dewati. 2018. *Edible Coating dan Film dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.



Salsabila, R. K., B. Hidayat dan S. Darana. 2016. Deteksi Kualitas dan Kesegaran Telur Ayam Ras Berdasarkan Deteksi Objek Transparan dengan Metode *Grey Level Co-Occurrence Matrix* (GlcM) dan Klasifikasi *K-Nearest Neighbor* (KNN). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, dan Elektronika (TEKTRIKA)*. 1(2):103-109.

Saleh., N., A. Rahayuningsih., B. S. Radjit., dkk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2015. Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya dan Pemanfaatannya. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Samiullah, S and J. R. Roberts. 2013. The Location of Protoporphyrin in The Eggshell of Brown-Shelled Eggs. *Poultry Science*. 92 : 2783–2788. doi: 10.3382/ps.2013-03051.

Samiullah, S., J. R. Roberts and K. Chousalkar. 2015. Eggshell Color in Brown-Egg Laying Hens — A Review. *Poultry Science*. 1-10. doi: 10.3382/ps/pev202.

Santoso, B., D. Amilita., G. Priyanto., Hermanto dan Sugito. 2018. Pengembangan *Edible Film* Komposit Berbasis Pati Jagung dengan





Penambahan Minyak Sawit dan Tween 20. *Agritech*. 38 (2) : 119-124.

Santoso, U., W. Setyaningsih., A. Ningrum., A. Ardi dan Sudarmanto. 2020. *Analisis Pangan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Saravanan, K and Dhurai. 2012. Exploration on Amino Acid Content and Morphological Structure in Chicken Feather Fiber. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*. 7(3): 1-6.

Sari. D. T., E. Sudjarwo dan H. S. Prayogi. 2014. Pengaruh Penambahan Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*) Segar dalam Pakan Ternak Terhadap Berat Telur, *Haugh Unit* (HU) dan Ketebalan Cangkang Itik Mojosari. *Jurnal Ternak Tropika*. 15 (2): 23-30.

Sari, E. P., I. S. T. Putri., R. A. Putri., dkk. 2015. Pemanfaatan Limbah Bulu Ayam Sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Prosiding Seminar Nasional Masy Biodiv Indoesian*. 1 (1) : 136-138.

Sari, F. R. E., Rukmiasih dan R. R. A. Maheswari. 2013. Karakteristik Kimia dan Total Mikroba Telur Asin dengan Lama Pengovenan yang Berbeda.



Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil  
Peternakan. 1 (2) : 71-75.

Sari, R dan Suhartati. 2015. Tumbuhan Porang: Prospek  
Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem  
Agroforestry. *Info Teknis Eboni*. 12 (2) : 97-110.

Saweng, C. F. I. J., L. M. Sudimartini dan I. N. Suartha.  
2020. Uji Cemaran Mikroba pada Daun Mimba  
(*Azadiractha Indica A. Juss*) Sebagai  
Standarisasi Bahan Obat Herbal. *Indonesia  
Medicus Veterinus*. 9 (2): 270-280. doi:  
10.19087/imv.2020.9.2.270.

Setiarto, R. H. B. 2020. *Teknologi Pengemasan Pangan  
Antimikroba yang Ramah Lingkungan*. [Online].  
Bogor: Guepedia. Diakses 24 September 2020.  
[https://books.google.com/books/about/TEKNOLOGI\\_PENGE\\_MASAN\\_PANGAN\\_ANTIMIKROBA.html?hl=id&id=Qnn8wAAQB](https://books.google.com/books/about/TEKNOLOGI_PENGE_MASAN_PANGAN_ANTIMIKROBA.html?hl=id&id=Qnn8wAAQB)  
AJ.

Sharma, S and A. Gupta. 2016. Sustainable Management  
of Keratin Waste Biomass: Applications and  
Future Perspectives. *Brazilian Archives Of  
Biology And Technology*. 59: 1-14.

Shavandi, A., T. H. Silva., A. A. Bekhit, *et.al*. 2017.  
Keratin: Dissolution, Extraction and Biomedical



Application. *Biomaterials Science*. 5: 1699–1735. DOI: 10.1039/c7bm00411g.

Sinaga, L. L., M. S. Rejekina dan M. S. Sinaga. 2013. Karakteristik *Edible Film* dari Ekstrak Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 2 (4): 12-16.

Siregar, R. F., A. Hintono dan S. Mulyani. 2012. Perubahan Sifat Fungsional Telur Ayam Ras Pasca Pasteurisasi. *Animal Agriculture Journal*. 1 (1) : 521 – 528.

Siswanti., R. B. K. Anandito dan G. J. Manuhara. 2013. Karakterisasi *Edible Film* Komposit dari Glukomanan Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) dan Maizena. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 6 (2) :111-118.

Sitompul, M. R., F. Suryana., D. S. Bhuana dan Mahfud. 2018. Ekstraksi Asam Oksalat Pada Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Metode *Mechanical Separation*. *Jurnal Teknik ITS*. 7 (1): 35-37.

Soekarto, S. T. 2020. *Teknologi Hasil Ternak*. Bogor: IPB Press.





Soeparno., R. A. Rihastuti., Indratiningsih dan S. Triatmojo. 2011. *Dasar Teknologi Hasil Ternak*. Yogyakarta: UGM Press.

Song, N. B., J. H. Lee., M. A. Mijan, *et al.* 2014. Development of A Chicken Feather Protein Film Containing Clove Oil and its Application in Smoked Salmon Packaging. *Food science and Technology*. 57: 453-460. doi: 10.1016/j.lwt.2014.02.009.

Song, N. B., W. S. Jo., H. Y. Song., *et al.* 2013. Effects of Plasticizers and Nano-clay Content on The Physical Properties of Chicken Feather Protein Composite Films. *Food Hydrocolloids*. 31 : 340-345. doi: 10.1016/j.foodhyd.2012.11.024.

Standar Nasional Indonesia. 2008. Telur Ayam Konsumsi. Badan Stadarisasi Nasional. SNI 3926:2008.

Staron, P., M. Banach and Z. Kowalski. 2011. Keratin – Origins, Properties, Application. *CHEMIK*. 65 (10): 1019-1026.

Sudaryati, H. P., T. Mulyani., dan E. R. Hansyah. 2010. Sifat Fisik dan Mekanis *Edible Film* dari Tepung Porang (*Amorphopallus oncophyllus*) dan Karboksimetilselulosa. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 11 (3) : 196-201.



- Suharyanto., N. B. Sulaiman., C. K. N. Zebua, dkk. 2016. Kualitas Fisik, Mikrobiologis, dan Organoleptik Telur Konsumsi yang Beredar di Sekitar Kampus IPB, Darmaga, Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 4 (2): 275-279.
- Sunarti. 2018. *Serat Pangan dalam Penanganan Sindrom Metabolik*. Yogyakarta: UGM Press.
- Supeni, G., dan S. Irawan. 2012. Pengaruh Penggunaan Kitosan Terhadap Sifat Barrier *Edible Film* Tapioka Termodifikasi. *Jurnal Kimia Kemasan*. 34 (1) : 199-206.
- Suprayitno, E. dan T. D. Sulistiyati. 2017. *Metabolisme Protein*. Malang: UB Press.
- Suryani, Y., I. Kinasih., U. Julita, *et al.* 2017. Effect of Propolis Coating on The Quality of Eggs: Microbial Contamination and Haugh Unit. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 8(2): 1776-1784.
- Susilowati, P. E., A. Fitri dan M. Natsir. 2017. Penggunaan Kulit Pektin Buah Kakao Sebagai *Edible Coating* pada Kualitas Buah Tomat dan Masa Simpan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 6 (2) :1-4.



Sutrisno, D. A., S. Kumalaningsih dan A. F. Mulyadi. 2015. Studi Stabilitas Mutu Susu Segar Selama Pengangkutan Menggunakan Suhu Rendah yang Layak Secara Teknis dan Finansial (Kajian Suhu dan Lama Waktu Pendinginan). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 16 (3): 207-212.

Syam, W. M. 2016. Optimalisasi Kalsium Karbonat dari Cangkang Telur untuk Produksi Pasta Komposit. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi Uin Alauddin Makassar.

Tavassoli-Kafrani, E., H. Shekarchizadeh and M. Masoudpour-Behabadi. 2016. Development of Edible Films and Coatings from Alginates and Carrageenans. *Carbohydrate Polymers*. 137. 360–374. doi: 10.1016/j.carbpol.2015.10.074.

Thohari, I. 2018. *Teknologi Pengawetan dan Pengolahan Telur*. Malang: UB Press.

Tindjabate, R. S., I. K. Suada dan M. D. Rudyanto. 2014. Pengawetan Telur Ayam Ras dengan Pencelupan dalam Ekstrak Air Kulit Manggis pada Suhu Ruang. *Indonesia Medicus Veterinus*. 3(4) : 310-316.

Triyono, A. 2010. Mempelajari Pengaruh Penambahan Beberapa Asam Pada Proses Isolasi Protein Terhadap Tepung Protein Isolat Kacang Hijau





(*Phaseolus Radiatus* L.). Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. 1-9.

Tyas, D. E., N. Widyorini dan A. Solichin. 2018. Perbedaan Jumlah Bakteri dalam Sedimen pada Kawasan Bermangrove dan Tidak Bermangrove di Perairan Desa Bedono, Demak. *Journal of Maquares*. 7 (2): 189-196.

Ulusoy, B. H., F. K. Yildirim and C. Hecer. 2018. Edible Films and Coatings: A Good Idea From Past to Future Technology. *Journal of Food Technology Research*. 5(1): 28-33.

Valdés, A., M. Ramos., A. Beltrán., et al. 2017. Review: State of the Art of Antimicrobial Edible Coatings for Food Packaging Applications. *Coatings*. 7. 56. 1-23. doi:10.3390/coatings7040056.

Wachid, M dan P. Mutia. 2019. Optimasi Media Kulit Singkong pada Pertumbuhan *Sacharomyces cereviceae*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*. 4 (2): 92-101.

Wahyuni dan I. Ramadhani. 2020. *Mikrobiologi dan Parasitologi*. Purwokerto: CV. Pena Persada.



Wang, X., Z. Shi., Q. Zhao, *et.al.* 2021. Study on the Structure and Properties of Biofunctional Keratin from Rabbit Hair. *Materials*. 14. 379: 1-15. doi: 10.3390/ma14020379.

Wardani, N. E., W. A. Subaidah dan Handa Muliasari. 2021. Ekstraksi dan Penetapan Kadar Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Metode DNS. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 3(2): 383-391.

Wardhani, D. H., N. Aryanti., F. Murvianto, dan K. D. Yogananda. 2016. Peningkatan Kualitas Glukomanan dari *Amorphophallus Oncophyllus* Secara Enzimatis dengan  $\alpha$ -Amilase. *Inovasi Teknik Kimia*. 1(1): 71-77.

Wardy, W., D. D. Torrico., H. K. No., *et al.* 2010. Edible Coating Affects Physico-Functional Properties and Shelf Life of Chicken Eggs During Refrigerated and Room Temperature Storage. *International Journal of Food Science and Technology*. 45 : 2659–2668. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02447.x.

Warisno. 2005. *Membuat Telur Asin Aneka Rasa*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.



Warkoyo., B. Rahardjo., D. W. Marseno dan J. N. W. Karyadi. 2014. Sifat Fisik, Mekanik dan *Barrier Edible Film* Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat. *Agritech*. 34 (1): 72-81.

Widari, N. S dan A. Rasmito. 2018. Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Umbi Porang (*Amorphopallus oncophillus*) dengan Proses Pemanasan di Dalam Larutan NaCl. *Jurnal Teknik Kimia*.13 (1) : 1-4.

Widyantara, P. R. A., G. A. M. K. Dewi dan I N. T. Ariana. 2017. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Telur Konsumsi Ayam Kampung dan Ayam Lohman Brown. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 20 (1): 5-11.

Widyastuti, E, S., A. Manab dan R. A. Puspitasari. 2008. Pengaruh Penambahan Mentega dan Perlakuan pH Terhadap Karakteristik Kimia *Edible Film* Gluten. *Jurnal Teknologi Hasil Ternak*. 3: 24-34.

Wijaya, V. P. 2013. Daya Antibakteri Albumen Telur Ayam Kampung (*Gallus domesticus*) dan Ayam Kate (*Gallus Bantam*) terhadap Spesies Bakteri *Coliform* Fekal pada Cangkang Telur. *Jurnal Pendidikan Sains*. 1 (4) : 365-374.





Winarno, F. G dan A. Octaria. 2020. *Bahan dan Kemasan Alami (Perkembangan Kemasan Edible Film)*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama. Isbn 978-602-06-4950-7.

Winarti, C., Miskiyah dan Widaningrum. 2012. Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas *Edible* Antimikroba Berbasis Pati. *Jurnal Litbang Pertanian*. 31(3) : 85-93.

Xu, L., H. Zhang., X. Lv., *et al.* 2017. Internal Quality of Coated Eggs With Soy Protein Isolate and Montmorillonite: Effects of Storage Conditions. *International Journal Of Food Properties*. 20 (8): 1921–1934. doi: 10.1080/10942912.2016.1224896.

Yada, R. Y. 2018. *Proteins in Food Processing*. Cambridge: Woodhead Publishing.

Yaman, A. 2019. *Teknologi Penanganan, Pengolahan Limbah Ternak dan Hasil Sampung Peternakan*. Aceh: Tim Syiah Kuala University Press.

Yang, D., Y. Yuan., L. Wang., *et.al.* 2017. A Review on Konjac Glucomannan Gels: Microstructure and Application. *International Journal of Molecular Sciences*. 18. 2250: 1-18. doi:10.3390/ijms18112250.



Yuhaniansyah, N., Y. Pratama dan Salafudin. 2021. Pengaruh Variasi Glukosa dalam Pembuatan Selongsong Sosis dengan Proses Fermentasi Air Kelapa Menggunakan Sistem *Batch* Reaktor. *Reka Lingkungan*. 1 (9): 45-57.

Zain, A. K. P dan I. Nugraha. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film* Isolat Protein Ampas Tahu-Montmorillonit. *Indonesian Journal of Materials Chemistry*. 1 (1) : 19-25.

Zhang, C., J. Chen and F. Yang. 2014. Konjac Glucomannan, a Promising Polysaccharide for OCDDS. *Carbohydrate Polymers*. 104: 175–181

## Lampiran 1. Prosedur Uji Nilai *Haugh Unit* Mengikuti Purwati, dkk (2015).

Prosedur penentuan nilai *haugh unit* adalah sebagai berikut:

1. Diukur tinggi albumen kental menggunakan mikrometer yang terpasang pada tripod.
2. Diukur 3 titik pada tinggi albumen kental dengan jarak 10 mm dari yolk.
3. Dihitung rata-rata tinggi albumen.
4. *Haugh unit* dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Haugh Unit} = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

Keterangan: H = tinggi putih telur kental (mm)

W = berat telur (g)





## **Lampiran 2. Prosedur Uji Kadar Protein Mengikuti AOAC (2012).**

Prosedur penentuan uji kadar protein adalah sebagai berikut:

1. Ditimbang sampel sebanyak 0,1-0,5 g dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl. Ditambahkan  $K_2SO_4$  1,9 mg,  $H_2SO_4$  2 ml dan HgO 40 mg.
2. Labu kjeldahl diletakkan di alat pemanas dengan suhu  $430^{\circ}C$  di dalam kamar asam. Sampel didestruksi selama 1-1,5 jam atau sampai larutan berubah menjadi bening.
3. Setelah didestruksi, sampel didinginkan dan diencerkan dengan akuades 10-20 ml.
4. Setelah diencerkan, dicuci 5-6 kali dengan akuades dan dipindahkan ke alat destilasi.
5. Ditambahkan 2-4 tetes indikator dan 5 ml asam borat 5% saat akan didestilasi.
6. Sampel yang telah dicuci ditambahkan NaOH 8-10 ml.
7. Di lakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 15 ml destilat di dalam erlenmeyer.
8. Selanjutnya dilakukan titrasi pada sampel yang telah didestilasi dengan meneteskan HCl 0,02 N. Titrasi

selesai dilakukan jika warna larutan berubah menjadi merah muda. Volume HCl yang digunakan dicatat.

9. Dihitung kadar protein dengan rumus:

Persentase kadar protein =

$$\frac{(B-A) \times n \text{ NaOH} \times 0,014 \times 6,25}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan : A = ml titrasi sampel

B = ml titrasi blanko

Faktor konversi = 6,25

### **Lampiran 3. Prosedur Uji Kadar Lemak Mengikuti AOAC (2012).**

Prosedur penentuan uji kadar lemak adalah sebagai berikut:

1. Labu lemak dikeringkan dalam oven bersuhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 30 menit, lalu didinginkan dalam desikator (15 menit) dan ditimbang (A).
2. Sampel ditimbang sebanyak 5 g (S) lalu dibungkus dengan dalam kertas saring dan dimasukkan dalam selongsong lemak.
3. Selongsong lemak ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor, lalu disiram dengan n-hexan, kemudian tabung tersebut dipasangkan pada alat destilasi soxhlet.
4. Labu lemak yang sudah disiapkan kemudian dipasangkan pada alat destilasi di atas pemanas listrik bersuhu  $80^{\circ}\text{C}$ .
5. Refluks dilakukan minimum 5 jam sampai pelarut yang turun kembali ke labu lemak berwarna jernih.
6. Labu yang berisi hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama 60 menit. Kemudian labu lemak didinginkan dalam desikator selama 20-30 menit dan ditimbang (B). Lalu dihitung kadar lemak dengan rumus:





$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{B-A}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$



#### **Lampiran 4. Prosedur Uji *Total Plate Count* Mengikuti Suharyanto, dkk. (2016).**

Prosedur penentuan *total plate count* adalah sebagai berikut:

1. Dicampurkan bagian putih dan kuning telur hingga homogen.
2. Diambil sampel homogen sebanyak 25 ml dan dimasukkan dalam 225 ml NaCl fisiologis.
3. Dihomogenkan sebagai pengenceran  $10^1$  (P1).
4. Larutan dari P1 dipindahkan 1 ml ke dalam 9 ml NaCl fisiologis sebagai pengenceran  $10^2$  (P2).
5. Dilakukan pengulangan hingga pengenceran  $10^3$  (P3).
6. Dipipet larutan dari pengenceran  $10^2$  (P2),  $10^3$  (P3), dan  $10^4$  (P4) sebanyak 1 ml.
7. Dimasukkan dalam cawan petri steril yang berbeda dan dituangkan media PCA (Oxoid CM 0325) sebanyak 15-20 ml.
8. Dibuat duplo pada tiap seri pengenceran.
9. Media pada cawan dibiarkan memadat dan diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 24-48 jam.

10. Dilakukan perhitungan koloni dengan menggunakan *colony counter* berdasarkan *Standard Plate Count* (SPC).

Syarat perhitungan SPC adalah sebagai berikut:

- a. Hasil yang dilaporkan terdiri dari 2 koma, dimana angka pertama didepan koma dan angka kedua dibelakang koma, dan berlaku pembulatan jika angka ketiga lebih dari 5.
- b. Range untuk perhitungan SPC adalah 30-300 koloni. Jika jumlah koloni pada cawan  $< 30$ , maka diambil faktor pengencer terendah (pengenceran paling pekat).
- c. Jika jumlah koloni pada cawan  $> 300$ , maka diambil faktor pengencer tertinggi.
- d. Jika terdapat 2 faktor pengencer yang jumlah koloninya masuk range, maka dibandingkan dengan rumus:

$\frac{\text{Jumlah koloni dari FP tertinggi}}{\text{Jumlah koloni dari FP terendah}}$

- Jika hasil perbandingan  $> 2$ , maka diambil faktor pengencer terendah dari kelompok tersebut.
- Jika hasil perbandingan  $< 2$ , maka diambil faktor pengencer tertinggi dari kelompok tersebut.





e. Jika terdapat 3 faktor pengencer yang jumlah koloninya masuk range, maka dikelompokkan menjadi 2 yaitu a dan b, lalu dibandingkan dengan rumus seperti yang tertera pada poin d.



## **Lampiran 5. Uji Angka Kapang dan Khamir Mengikuti Saweng, dkk (2016).**

Prosedur uji kapang dan khamir adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan kloramfenikol 1% dengan cara menimbang 1 gram kloramfenikol kemudian dilarutkan dalam 100 ml akuades steril.
2. Diambil 1 ml dari pengenceran sampel menggunakan pipet dan dituangkan pada cawan petri.
3. Dituangkan media PDA 15 ml pada cawan petri yang telah ditambah dengan 1 ml larutan koramfenikol 1% dan diputar agar suspensi sampel tersebar merata.
4. Dilakukan pengulangan sebanyak jumlah sampel.
5. Cawan yang berisi media kemudian diinkubasi dengan posisi terbalik selama 5 hari pada suhu 25°C.
6. Dicatat jumlah koloni kapang dan khamir yang tumbuh.

## Lampiran 6. Data dan Analisis Ragam Nilai Haugh Unit (HU) Telur Ayam

Perlakuan (i)	Ulangan (j)				Total	Rataan ± SD
	1	2	3	4		
P0	92,16	85,43	90,30	91,09	358,98	89,74 ± 15,64
P1	84,98	69,81	83,51	72,40	310,7	77,67 ± 8,70
P2	59,60	74,57	64	60,34	258,51	64,62 ± 15,56
P3	56	91,88	51,100	50,16	249,14	62,28 ± 15,23
Total	292,74	321,69	288,91	273,99	1177,33	

$$\begin{aligned}
 \text{a. FK} &= (T \ y_{ij})^2 / rt \\
 &= (1177,33^2) / (4 \times 4) \\
 &= 86631,62
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. JK Total} &= (y_{11}^2 + y_{12}^2 + \dots + y_{tr}^2) - \text{FK} \\
 &= (92,16^2 + 85,43^2 \\
 &\quad + 90,30^2 + 91,09^2 + 84,98^2 + 69,81^2 + 83,51^2 \\
 &\quad + 72,40^2 + 59,60^2 + 74,57^2 + 64^2 + 60,34^2 + 56 \\
 &\quad + 91,88^2 + 51,10^2 + 50,16^2) - 86631,62 \\
 &= 3477,26
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JK} \\
 \text{Perlakuan} &= (T y_{1i}^2 + T y_{2i}^2 + \dots + T y_{ti}^2) / r - \text{FK} \\
 &= ((358,98^2 + 310,7^2 + 258,51^2 + 249,14^2) \\
 &\quad / 4) - 86631,62 \\
 &= 1943,20
 \end{aligned}$$





$$\begin{aligned} \text{d. JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 3477,26 - 1943,20 \\ &= 1534,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. KT} \\ \text{Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / 3 \\ &= 1943,20 / 3 \\ &= 647,733 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. KT Galat} &= \text{JK Galat} / 12 \\ &= 1534,05 / 12 \\ &= 127,837 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. F Hitung} &= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\ &= 647,733 / 127,837 \\ &= 5,066 \end{aligned}$$

#### h. Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F	F	F
				Hitung	0,05	0,01
Perlakuan	3	1943,20	647,733	5,066	3,49	5,95
Galat	12	1534,05	127,837			
Total	15					

F hitung > F 0,05

Kesimpulan: Aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai *haugh unit* telur ayam selama penyimpanan.



i. Uji Jarak Beraganda Duncan 5% (UJBD)

$$SE = \sqrt{\frac{KTGalat}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{127,837}{4}}$$

$$= \sqrt{31,95}$$

$$= 5,65$$

$$JNT5\% = 3,08 \times 5,65$$

$$= 17,40$$

JND 5%	3,08	3,22	3,31
JNT 5%	17,40	18,19	18,70

Tabel Duncan

$$\begin{aligned} JNT\% &= JND (5\% \text{ db Galat}) \times SE \\ &= JND (5\% 12) \times SE \\ &= 3,08 \times 5,65 \\ &= 17,40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JNT\% &= JND(5\% \text{ db Galat}) \times SE \\ &= JND (5\% 12) \times SE \\ &= 3,32 \times 5,65 \\ &= 18,19 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{JNT\%} &= \text{JND}(5\% \text{ db Galat}) \times \text{SE} \\
 &= \text{JND}(5\% \text{ 12}) \times \text{SE} \\
 &= 3,31 \times 5,65 \\
 &= 18,10
 \end{aligned}$$

g. Tabel Penotasian Kelompok

Penyimpanan	Rataan	Notasi
1 hari	89,74	a
7 hari	77,67	ab
14 hari	64,62	ab
21 hari	62,28	b





## Lampiran 7. Data dan Analisis Ragam Kadar Lemak Telur Ayam Selama Penyimpanan

Perlakuan (i)	Ulangan (j)				Total	Rataan ± SD
	1	2	3	4		
P0	11,86	11,74	11,08	11,46	46,14	11,53 ± 0,62
P1	11,34	11,2	11,13	11,84	45,51	11,12 ± 0,56
P2	11,56	11,29	10,88	10,22	43,95	10,98 ± 0,28
P3	10,20	10,96	11,65	12,36	45,17	11,04 ± 0,60
Total	44,96	45,19	44,74	45,88	180,77	

$$\begin{aligned}
 \text{a. FK} &= (T_{yij})^2 / rt \\
 &= (180,77^2) / (4 \times 4) \\
 &= 32.677,79 / 16 \\
 &= 2042,36
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. JK Total} &= (y_{11}^2 + y_{12}^2 + \dots + y_{tr}^2) - \text{FK} \\
 &= (11,86^2 + 11,74^2 \\
 &\quad + 11,08^2 + 11,46^2 + 11,34^2 + 11,2^2 + 11,13^2 \\
 &\quad + 11,84^2 + 11,56^2 + 11,29^2 + 10,88^2 + 10,22^2 \\
 &\quad + 10,20^2 + 10,96^2 + 11,65^2 + 12,36^2) - \\
 &\quad 2042,36 \\
 &= 4,89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JK} & \\
 \text{Perlakuan} &= (T_{y1i}^2 + T_{y2i}^2 + \dots + T_{yti}^2) / r - \text{FK} \\
 &= ((46,14^2 + 45,51^2 + 43,95^2 + 45,17^2) / \\
 &\quad 4) - 2042,36 \\
 &= 0,73
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{d. JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 4,71 - 0,73 \\ &= 3,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. KT} \\ \text{Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / 3 \\ &= 0,73 / 3 \\ &= 0,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. KT Galat} &= \text{JK Galat} / 12 \\ &= 3,97 / 12 \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. F Hitung} &= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\ &= 0,24 / 0,33 \\ &= 0,74 \end{aligned}$$

h. Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	0,73	0,24	0,74	3,49	5,95
Galat	12	3,97	0,33			
Total	15					

F Hitung < F 0,05.

Kesimpulan: Aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang tidak memberikan perbedaan ( $P>0,05$ ) terhadap kadar lemak telur ayam selama penyimpanan.



## Lampiran 8. Data dan Analisis Ragam Kadar Protein Telur Ayam Selama Penyimpanan

Perlakuan (i)	Ulangan (j)				Total	Rataan ± SD
	1	2	3	4		
P0	11,34	11,49	11,04	10,75	44,52	11,49 ± 0,27
P1	11,14	11,44	11,01	11,07	44,66	11,16 ± 0,28
P2	10,60	11,60	17,75	10,47	44,42	11,10 ± 0,41
P3	11,04	12,1	10,59	12,26	45,99	11,13 ± 0,68
Total	43,12	47,63	48,56	53,55	192,86	

$$\begin{aligned}
 \text{a. FK} &= (T_{yij})^2 / rt \\
 &= (192,86^2) / (4 \times 4) \\
 &= 37194,97 / 16 \\
 &= 2324,68
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. JK Total} &= (y_{11}^2 + y_{12}^2 + \dots + y_{tr}^2) - \text{FK} \\
 &= (11,34^2 + 11,49^2 + 11,04^2 + 10,75^2 + 11,14^2 \\
 &\quad + 11,44^2 + 11,01^2 + 11,07^2 + 10,60^2 \\
 &\quad + 11,60^2 + 17,75^2 + 10,47^2 + 11,04^2 + 12,1^2 \\
 &\quad + 10,59^2 + 12,26^2) - 2324,68 \\
 &= 4,07
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JK Perlakuan} &= (T_{y1}^2 + T_{y2}^2 + \dots + T_{yt}^2) / r - \text{FK} \\
 &= ((44,52^2 + 44,66^2 + 44,42^2 + 45,99^2) / 4) \\
 &\quad - 2324,68 \\
 &= 0,40
 \end{aligned}$$





$$\begin{aligned} \text{d. JK Galat} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 4,07 - 0,40 \\ &= 3,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. KT} \\ \text{Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / 3 \\ &= 0,40 / 3 \\ &= 0,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. KT Galat} &= \text{JK Galat} / 12 \\ &= 3,67 / 12 \\ &= 0,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. F Hitung} &= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\ &= 0,13 / 0,30 \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

#### h. Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F Hitung	F <sub>0,05</sub>	F <sub>0,01</sub>
Perlakuan	3	0,40	0,13	0,44	3,49	5,95
Galat	12	3,67	0,30			
Total	15					

F Hitung < F<sub>0,05</sub>

Kesimpulan: Aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang tidak memberikan perbedaan ( $P > 0,05$ ) terhadap kadar protein telur ayam selama penyimpanan.



## Lampiran 9. Data dan Analisis Ragam Nilai TPC (Total Plate Count) Telur Ayam Selama Penyimpanan

Tabel Jumlah Koloni dalam Cawan Pada Setiap Perlakuan

Kode Perlakuan	Pengenceran		
	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
POU1	72	18	2
POU2	48	22	6
POU3	226	297	28
POU4	473	55	12
PIU1	98	86	69
P1U2	290	193	129
P1U3	122	79	18
P1U4	364	68	42
P2U1	292	54	23
P2U2	190	74	26
P2U3	212	96	17
P2U4	260	117	29
P3U1	222	218	27
P3U2	177	96	89
P3U3	191	72	19
P3U4	261	92	81



Tabel Jumlah TPC Sebelum LOG

Perlakuan	Ulangan (j)				Total	
	(i)	1	2	3		4
P0		22200	18000	19000	26000	85200
P1		42000	19000	21000	26000	108000
P2		72000	48000	220000	52000	392000
P3		98000	69000	79000	68000	314000
Total		234200	154000	339000	172000	899200

Tabel Hasil Akhir TPC (log CFU/ml)

Perlakuan	Ulangan (j)				Total	Rataan ± SD
	(i)	1	2	3		
P0		4,3463	4,2552	4,2787	4,4149	17,2953 4,323 ± 0,245
P1		4,6232	4,2787	4,3222	4,4149	17,6391 4,409 ± 0,252
P2		4,8573	4,6812	5,3424	4,7160	19,5969 4,899 ± 0,184
P3		4,9912	4,8388	4,8976	4,8325	19,5602 4,890 ± 0,439
Total		18,8181	18,0541	18,8410	18,3784	74,0917

a.  $FK = (T \sum y_{ij})^2 / rt$   
 $= (74,0917^2 / 16)$   
 $= 343,099$

b.  $JK \text{ Total} = (y_{11}^2 + y_{12}^2 + \dots + y_{tr}^2) - FK$   
 $= (4,3463^2 + 4,2552^2 + 4,2787^2 + 4,4149^2 + 4,6232^2 + 4,2787^2 + 4,3222^2 + 4,4149^2 + 4,8573^2 + 4,6812^2 + 5,3424^2 + 4,7160^2 + 4,9912^2 + 4,8388^2 + 4,8976^2 + 4,8325^2)$





$$\begin{aligned} & ) - 343,099 \\ & = 1,5108 \end{aligned}$$

c. JK

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan} &= (Ty1^2 + Ty2^2 + \dots + ty_i^2) / r - FK \\ &= (17,2953^2 + 17,6391^2 + 19,5969^2 + \\ &\quad 19,5602^2 / 4) - 343,099 \\ &= 1,1293 \end{aligned}$$

d. JK Galat

$$\begin{aligned} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 1,5108 - 1,1293 \\ &= 0,3814 \end{aligned}$$

e. KT

$$\begin{aligned} \text{Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / 3 \\ &= 1,1293 / 3 \\ &= 0,3764 \end{aligned}$$

f. KT Galat

$$\begin{aligned} &= \text{JK Galat} / 12 \\ &= 0,3814 / 12 \\ &= 0,0317 \end{aligned}$$

g. F Hitung

$$\begin{aligned} &= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\ &= 0,3764 / 0,0317 \\ &= 11,842 \end{aligned}$$



h. Tabel Analisis Ragam

SK	Db	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	0,3764	0,3764	11,842	3,49	5,95
Galat	12	0,3814	0,0317			
Total	15					

F hitung > F 0,01

Kesimpulan: Aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan tepung porang memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap nilai *total plate count* telur ayam selama penyimpanan.

i. Uji Jarak Beraganda Duncan 1% (UJBD)

$$SE = \sqrt{\frac{KTGalat}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0317}{4}}$$

$$= \sqrt{0,0079}$$

$$= 0,0891$$

$$JNT1\% = 4,320 \times 0,089$$

$$= 0,385$$



JND 1%	4,320	4,504	4,622
JNT 1%	0,385	0,4015	0,4120

j. Tabel Duncan

$$\begin{aligned} \text{JNT}\% &= \text{JND}(1\% \text{ db Galat}) \times \text{SE} \\ &= \text{JND}(1\% \ 12) \times \text{SE} \\ &= 4,320 \times 0,0891 \\ &= 0,385 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JNT}\% &= \text{JND}(1\% \text{ db Galat}) \times \text{SE} \\ &= \text{JND}(1\% \ 12) \times \text{SE} \\ &= 4,504 \times 0,0891 \\ &= 0,4015 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JNT}\% &= \text{JND}(1\% \text{ db Galat}) \times \text{SE} \\ &= \text{JND}(1\% \ 12) \times \text{SE} \\ &= 4,622 \times 0,0891 \\ &= 0,4120 \end{aligned}$$

k. Tabel Penotasian Kelompok

Penyimpanan	Rataan	Notasi
1 hari	4,323	a
7 hari	4,409	a
21 hari	4,890	b
14 hari	4,899	b





## Lampiran 10. Data dan Analisis Ragam Angka Kapang Khamir pada Telur Ayam Selama Penyimpanan

Tabel Jumlah Koloni Kapang Khamir Setiap Perlakuan pada Masing-Masing Seri Pengenceran

Kode Perlakuan	Pengenceran		
	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
POU1	95	57	44
POU2	73	44	26
POU3	89	34	8
POU4	60	49	21
PIU1	43	30	-
P1U2	58	36	12
P1U3	37	29	16
P1U4	28	19	-
P2U1	46	39	21
P2U2	69	51	34
P2U3	59	23	15
P2U4	56	19	12
P3U1	39	27	14
P3U2	32	25	8
P3U3	49	38	26
P3U4	57	36	9



Tabel Hasil Kapang Khamir Sebelum LOG

Perlakuan (i)	Ulangan (j)				Total	Rataan
	1	2	3	4		
P0	4300	5800	3700	2800	16600	4150
P1	3900	3200	4900	5700	17700	4425
P2	9500	7300	8900	6000	31700	7925
P3	4600	6900	5900	5600	23000	5750
Total	22300	23200	23400	20100	89000	22250

Tabel Hasil Kapang Khamir Setelah LOG (Log CFU/ml)

Perlakuan (i)	Ulangan (j)				Total	Rataan ± SD
	1	2	3	4		
P0	3,6334	3,7634	3,5682	3,4471	14,4122	3,603 ± 0,153
P1	3,5910	3,5051	3,6901	3,7558	14,5422	3,635 ± 0,141
P2	3,9777	3,8633	3,9493	3,7781	15,5685	3,892 ± 0,138
P3	3,6627	3,8388	3,7708	3,7481	15,0206	3,755 ± 0,136
Total	14,8650	14,9707	14,9786	14,7293	59,5437	

$$\begin{aligned}
 \text{a. FK} &= (T y_{ij})^2 / rt \\
 &= (59,5437^2) / (4 \times 4) \\
 &= 3545,4613 / 16 \\
 &= 221,5913
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. JK Total} &= (y_{11}^2 + y_{12}^2 + \dots + y_{tr}^2) - \text{FK} \\
 &= (3,6334^2 + 3,7634^2 + 3,5682^2 + \dots) - 221,5913
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
&+3,4471^2+3,5910^2+3,5051^2+3,6901^2 \\
&+3,7558^2+3,9777^2+3,8633^2+3,9493^2 \\
&+3,7781^2+3,6627^2+3,8388^2+3,7708^2 \\
&+ 3,7481^2)-221,5913 \\
&= 0,3355
\end{aligned}$$

c. JK

$$\begin{aligned}
\text{Perlakuan} &= (Ty1i^2 + Ty2i^2 + \dots + yti^2) / r - FK \\
&= (14,412^2 + 14,542^2 + 15,568^2 + \\
&15,020^2) / 4) - 221,5913 \\
&= 0,2066
\end{aligned}$$

d. JK Galat

$$\begin{aligned}
&= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
&= 0,3355 - 0,2066 \\
&= 0,1288
\end{aligned}$$

e. KT

$$\begin{aligned}
\text{Perlakuan} &= \text{JK Perlakuan} / 3 \\
&= 0,2066 / 3 \\
&= 0,0688
\end{aligned}$$

f. KT Galat

$$\begin{aligned}
&= \text{JK Galat} / 12 \\
&= 0,3814 / 12 \\
&= 0,0317
\end{aligned}$$

g. F Hitung

$$\begin{aligned}
&= \text{KT Perlakuan} / \text{KT Galat} \\
&= 0,0688 / 0,0107 \\
&= 6,41
\end{aligned}$$





h. Tabel analisis ragam

SK	Db	JK	KT	F Hitung	F 0,05	F 0,01
Perlakuan	3	0,2066	0,0688	6,41	3,49	5,95
Galat	12	0,1288	0,0107			
Total	15					

F hitung > F 0,01

Kesimpulan: Aplikasi *edible film* keratin bulu ayam dan porang memberikan perbedaan sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap angka kapang khamir telur ayam selama penyimpanan.

i. Uji Jarak Berganda Duncan 1% (UJBD)

$$\begin{aligned}
 SE &= \frac{\sqrt{KTGalat}}{r} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0107}}{4} \\
 &= \sqrt{0,002684} \\
 &= 0,051
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JNT \ 1\% &= 4,320 \times 0,051 \\
 &= 0,2238
 \end{aligned}$$



JND 1%	4,320	4,504	4,622
JNT 1%	0,2238	0,2333	0,2394

j. Tabel Duncan

$$\begin{aligned} \text{JNT}\% &= \text{JND}(1\% \text{ db Galat}) \times \text{SE} \\ &= \text{JND}(1\% \ 12) \times \text{SE} \\ &= 4,320 \times 0,051 \\ &= 0,2238 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JNT}\% &= \text{JND}(1\% \text{ db Galat}) \times \text{SE} \\ &= \text{JND}(1\% \ 12) \times \text{SE} \\ &= 4,504 \times 0,051 \\ &= 0,2333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JNT}\% &= \text{JND}(1\% \text{ db Galat}) \times \text{SE} \\ &= \text{JND}(1\% \ 12) \times \text{SE} \\ &= 4,622 \times 0,051 \\ &= 0,2394 \end{aligned}$$

k. Tabel Penotasian Kelompok

Perlakuan	Rataan	Notasi
14 hari	3,8921	a
21 hari	3,7551	ab
7 hari	3,6355	b
1 hari	3,603	b



## Dokumentasi



Perebusan tepung bulu ayam dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}$



Penyaringan larutan tepung bulu ayam



Pengendapan protein dengan asam asetat glasial



Pengambilan gumpalan putih protein



Protein dioven kemudian di belender



Hasil setelah diblender berupa tepung keratin





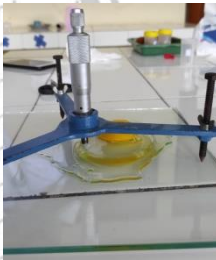
Pembuatan larutan *edible film*



Pencelupan telur kedalam larutan *edible film*



Telur yang telah di lapiasi *edible film*



Uji *haugh unit*



Uji mikrobiologi telur ayam



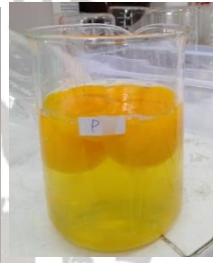
Inkubasi cawan petri



Mikroba setelah diinkubasi



Khamir setelah diinkubasi



Sampel untuk uji protein dan lemak