



**PENGARUH TEMPERATUR DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP  
KARAKTERISTIK TELUR BEBEK BERDASARKAN SIFAT FISIK  
DAN KELISTRIKAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**Ryo Fanta  
141810201053**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**



**PENGARUH TEMPERATUR DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP  
KARAKTERISTIK TELUR BEBEK BERDASARKAN SIFAT FISIK  
DAN KELISTRIKAN**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Ryo Fanta  
141810201053**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta, kasih sayang, syukur dan terima kasih sebesar-besarnya untuk:

1. Ibunda Jamilatun dan ayahanda Suryani tercinta, yang telah memberikan doa, restu, dukungan, pengorbanan dengan segenap cinta dan kasih sayang serta kesabaran dalam mendidik Ananda selama ini;
2. Adik Roy Saputra yang selalu memberikan dukungan, semangat, doa dan motivasi;
3. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan, motivasi, doa dan nasehat yang berguna.

**MOTTO**

“Maka nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?” (terjemahan Surah  
*Ar-Rahmaan* ayat 13)\*)

“Shiddiq, Amanah, Tabligh, dan Fathonah” \*\*)



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro

\*\*\*) Sifat wajib Rasul berdasarkan riwayat dan tafsir terjemahan Al Qur'an

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ryo Fanta

NIM : 141810201053

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pengaruh Temperatur dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Telur Bebek Berdasarkan Sifat Fisik dan Kelistrikan” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang telah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2019

Yang menyatakan,

(Ryo Fanta)

NIM 141810201053

**SKRIPSI**

**PENGARUH TEMPERATUR DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP  
KARAKTERISTIK TELUR BEBEK BERDASARKAN SIFAT FISIK  
DAN KELISTRIKAN**

Oleh

Ryo Fanta

NIM 141810201053

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Wenny Maulina, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phill., Ph.D.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Temperatur dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Telur Bebek Berdasarkan Sifat Fisik dan Kelistrikan” karya Ryo Fanta telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Wenny Maulina S.Si., M.Si.  
NIP. 198711042014042001

Agung Tj. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.  
NIP. 196812191994021001

Anggota II,

Anggota III,

Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.  
NIP. 197003271997022001

Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 197202101998021001

Mengesahkan,  
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

**Pengaruh Temperatur dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Telur Bebek Berdasarkan Sifat Fisik dan Kelistrikan**, Ryo Fanta, 141810201053; 2018: 158 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Telur bebek merupakan salah satu bahan pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Telur bebek yang dikonsumsi umumnya berupa telur yang telah disimpan beberapa hari di tempat penyimpanan. Salah satu proses penyimpanan telur bebek yang sering dilakukan dengan menyimpannya pada temperatur rendah. Tetapi masih banyak ditemukan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang. Selama proses penyimpanan tersebut telur bebek mengalami perubahan karakteristik dibandingkan dengan telur bebek segar. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan uji untuk mengetahui pengaruh proses penyimpanan terhadap karakteristik telur bebek.

Salah satu metode terbaru yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh proses penyimpanan terhadap telur bebek yaitu dengan mengamati sifat fisik dan kelistrikan telur bebek selama penyimpanan. Sifat telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan dapat diamati perubahan karakteristiknya. Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini dilakukan pengamatan pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap karakteristik telur bebek berdasarkan sifat fisik dan kelistrikan. Sifat fisik yang diamati adalah *weight loss*, kerapatan, pH, *haugh unit*, dan indeks kuning telur. Sedangkan sifat kelistrikan yang diamati adalah kapasitansi dan konduktansi listrik.

Kegiatan ini diawali dengan pemilihan sampel telur bebek yang berumur 0 hari sebanyak 150 butir. Selanjutnya diambil nilai sifat fisik dan kelistrikan pada 10 butir sampel. 70 butir sampel disimpan pada temperatur ruang (21-31°C) dan 70 butir sampel sisanya disimpan pada temperatur rendah (8°C). Setiap 3 hari diambil 10 sampel pada telur yang disimpan pada temperatur ruang dan temperatur rendah untuk diambil nilai sifat fisik dan kelistrikan sampai hari ke-21. Pengukuran sifat kelistrikan telur menggunakan plat sejajar yang dihubungkan dengan LCR meter 9183 Lutron. Hasil pengamatan yang diperoleh dilanjutkan dengan analisis data untuk mengetahui pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap sifat fisik dan kelistrikan telur bebek.

Hasil penelitian memberikan informasi kecenderungan perubahan sifat fisik dan kelistrikan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C) dan temperatur rendah (8°C) selama penyimpanan. Temperatur dan lama penyimpanan terbukti berpengaruh terhadap sifat fisik dan kelistrikan telur bebek. Telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C) mengalami peningkatan *weight loss* dan pH sedangkan terjadi penurunan kerapatan, *haugh unit* dan indeks kuning telur. Telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah (8°C) memiliki kecenderungan yang sama dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C), tetapi menghasilkan nilai *weight loss* dan pH putih



telur yang lebih rendah dan menghasilkan kerapatan, pH kuning telur, *haugh unit*, dan indeks kuning telur yang lebih tinggi. Telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C) mengalami penurunan nilai kapasitansi dan konduktansinya. Telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah (8°C) mengalami kecenderungan yang sama dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C). Kapasitansi dan konduktansi telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah (8°C) memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C).



## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh Temperatur dan Lama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Telur Bebek Berdasarkan Sifat Fisik dan Kelistrikan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phill., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah sabar meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Nurul Priyantari, S.Si, M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dosen Penguji Anggota, atas semua masukan, kritik, dan saran dalam penulisan skripsi ini;
3. Suci Rahayu yang telah setia memberikan doa, semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini;
4. Tim TA Biofisika M. Firdaus, Binti I., Rani K., Zakiya R., dan Laily M. yang telah membantu penulis dalam penelitian;
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
6. Keluarga besar Graphytasi'14 serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2019

Penulis

**DAFTAR ISI**

|   | Halaman |
|---|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                          | i       |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....                    | ii      |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....                          | iii     |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....                     | iv      |
| <b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....                     | v       |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                     | vi      |
| <b>RINGKASAN</b> .....                              | vii     |
| <b>PRAKATA</b> .....                                | ix      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                             | x       |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                           | xiii    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                          | xiv     |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                        | xvi     |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....                     | 1       |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....                     | 1       |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....                    | 5       |
| <b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....                  | 5       |
| <b>1.4 Batasan Masalah</b> .....                    | 5       |
| <b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....                 | 6       |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                | 7       |
| <b>2.1 Telur Bebek</b> .....                        | 7       |
| <b>2.2 Struktur Telur</b> .....                     | 8       |
| 2.2.1 Cangkang Telur .....                          | 9       |
| 2.2.2 Putih Telur ( <i>albumen</i> ).....           | 9       |
| 2.2.3 Kuning Telur ( <i>yolk</i> ) .....            | 10      |
| <b>2.3 Kualitas Telur</b> .....                     | 11      |
| <b>2.4 Perubahan Telur Selama Penyimpanan</b> ..... | 12      |
| <b>2.5 Sifat Fisik Telur</b> .....                  | 13      |

|   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 2.5.1 <i>Weight Loss</i> .....  | 13                                  |
| 2.5.2 Kerapatan ( $\rho$ ) .....  | 14                                  |
| 2.5.3 Tingkat Keasaman (pH).....  | 14                                  |
| 2.5.4 <i>Haugh Unit</i> (HU).....   | 15                                  |
| 2.5.5 Indeks Kuning Telur (IKT).....  | 17                                  |
| <b>2.6 Sifat Listrik Telur</b> .....  | 17                                  |
| 2.6.1 Kapasitansi (C) .....   | 18                                  |
| 2.6.2 Konduktansi (G) .....   | 19                                  |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....   | 21                                  |
| <b>3.1 Rancangan Penelitian</b> .....   | 21                                  |
| <b>3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian</b> .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2.1 Jenis Data.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.2.2 Sumber Data .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukurannya</b> .....                          | <b>Error!</b>                       |
| <b>Bookmark not defined.</b>  |                                     |
| 3.3.1 Variabel Penelitian .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3.2 Skala Pengukuran .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>3.4 Kerangka Pemecahan Masalah</b> .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4.1 Populasi Telur.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4.2 Penentuan Sampel Telur Bebek....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4.3 Proses Penyimpanan Telur Bebek  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.4.4 Karakterisasi Sifat Fisik dan Kelistrikan ....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>defined.</b>   |                                     |
| <b>3.5 Analisis Data</b> .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.5.1 Analisis Pengaruh Temperatur dan Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Fisik Telur Bebek .....  | 21                                  |
| 3.5.2 Analisis Pengaruh Temperatur dan Lama Penyimpanan Terhadap Sifat Listrik Telur Bebek..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....  | 22                                  |
| <b>4.1 Sifat Fisik Telur</b> .....  | 22                                  |
| 4.1.1 <i>Weight Loss</i> .....  | 22                                  |

|                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 4.1.2 Kerapatan ( $\Delta\rho$ )..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1.3 Tingkat Keasaman (pH).....      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1.4 <i>Haugh unit</i> (HU).....     | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.1.5 Indeks Kuning Telur (IKT).....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>4.2 Sifat listrik Telur</b> .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.1 Kapasitansi (C) .....           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.2.2 Konduktansi (G) .....           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB 5. PENUTUP</b> .....           | 23                                  |
| 5.1 Kesimpulan.....                   | 23                                  |
| 5.2 Saran .....                       | 23                                  |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....           | 24                                  |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                 | 25                                  |

DAFTAR TABEL

|   | Halaman                             |
|---|-------------------------------------|
| 2.1 Komposisi gizi per 100 gram telur bebek .....   | 8                                   |
| 2.2 Persentase bagian putih telur.....  | 10                                  |
| 2.3 Nilai <i>Haugh Unit</i> berdasarkan grade.....  | 16                                  |
| 4.1 <i>Weight loss</i> telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan .....             | 22                                  |
| 4.2 Perubahan kerapatan ( $\rho$ ) telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.3 pH putih telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan .....                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.4 pH kuning telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan .....                      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.5 <i>Haugh unit</i> (HU) telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan .....         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.6 Indeks kuning telur (IKT) pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan .....                  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.7 Kapasitansi putih telur pada temperatur ruang selama penyimpanan .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.8 Kapasitansi putih telur pada temperatur rendah selama penyimpanan .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.9 Kapasitansi kuning telur pada temperatur ruang selama penyimpanan .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.10 Kapasitansi kuning telur pada temperatur rendah selama penyimpanan .....                                       | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.11 Konduktansi putih telur pada temperatur ruang selama penyimpanan .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.12 Konduktansi putih telur pada temperatur rendah selama penyimpanan .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

4.13 Konduktansi kuning telur pada temperatur ruang selama penyimpanan **Error!**  
**Bookmark not defined.**

4.14 Konduktansi kuning telur pada temperatur rendah selama penyimpanan  
..... **Error! Bookmark not defined.**

### DAFTAR GAMBAR

|   | Halaman                             |
|---|-------------------------------------|
| 2.1 Struktur telur .....  | 8                                   |
| 2.2 Kondisi telur tanpa pemecahan (atas) dan dengan pemecahan (bawah).....  | 12                                  |
| 2.3 Skema kapasitor keping sejajar .....  | 18                                  |
| 3.1 Diagram rancangan penelitian .....  | 21                                  |
| 3.2 Diagram kerangka pemecahan masalah .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.3 Grafik temperatur ruang yang digunakan pada pengamatan  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>not defined.</b>   |                                     |
| 3.4 Diameter dan tinggi kuning telur .....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.5 Desain ukuran plat keping sejajar (Cu).....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 3.6 Desain pengukuran sifat listrik dengan wadah plat sejajar   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>not defined.</b>   |                                     |
| 4.1 Grafik <i>weight loss</i> telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah<br>selama penyimpanan ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.2 Grafik kerapatan telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah<br>selama penyimpanan .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.3 Grafik pH putih telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah<br>selama penyimpanan .....           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.4 Grafik pH kuning telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah<br>selama penyimpanan .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |

- 4.5 Grafik HU telur bebek pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan .....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.6 Grafik indeks kuning telur (IKT) pada temperatur ruang dan temperatur rendah selama penyimpanan .....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.7 Kapasitansi putih telur selama penyimpanan pada (a) temperatur ruang (b) temperatur rendah.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.8 Kapasitansi kuning telur selama penyimpanan pada (a) temperatur ruang (b) temperatur rendah.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.9 Konduktansi putih telur selama penyimpanan pada (a) temperatur ruang (b) temperatur rendah.....**Error! Bookmark not defined.**
- 4.10 Konduktansi kuning telur selama penyimpanan pada (a) temperatur ruang (b) temperatur rendah.....**Error! Bookmark not defined.**



DAFTAR LAMPIRAN

|   | Halaman                             |
|---|-------------------------------------|
| 3.1 Dokumentasi proses pengambilan data.....  | 25                                  |
| 4.1 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-0 .....                                  |                                     |
| <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.2 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-3 <b>Error! Bookmark not defined.</b>    |                                     |
| 4.3 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-6 <b>Error! Bookmark not defined.</b>    |                                     |
| 4.4 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-9 <b>Error! Bookmark not defined.</b>    |                                     |
| 4.5 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-12 <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.6 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-15 <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.7 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-18 <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.8 Hasil pengukuran sifat fisik dan kelistrikan hari ke-21 <b>Error! Bookmark not defined.</b>   |                                     |
| 4.9 Hasil uji SPSS <i>weight loss</i> .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.10 Hasil uji SPSS kerapatan.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.11 Hasil uji SPSS pH putih telur.....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.12 Hasil uji SPSS pH kuning telur.....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.13 Hasil uji SPSS <i>haugh unit</i> .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.14 Hasil uji SPSS indeks kuning telur .....   | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 4.15 Hasil uji SPSS kapasitansi putih telur temperatur ruang <b>Error! Bookmark not defined.</b>  |                                     |
| 4.16 Hasil uji SPSS kapasitansi putih telur temperatur rendah <b>Error! Bookmark not defined.</b> |                                     |

4.17 Hasil uji SPSS kapasitansi kuning telur temperatur ruang **Error! Bookmark not defined.**

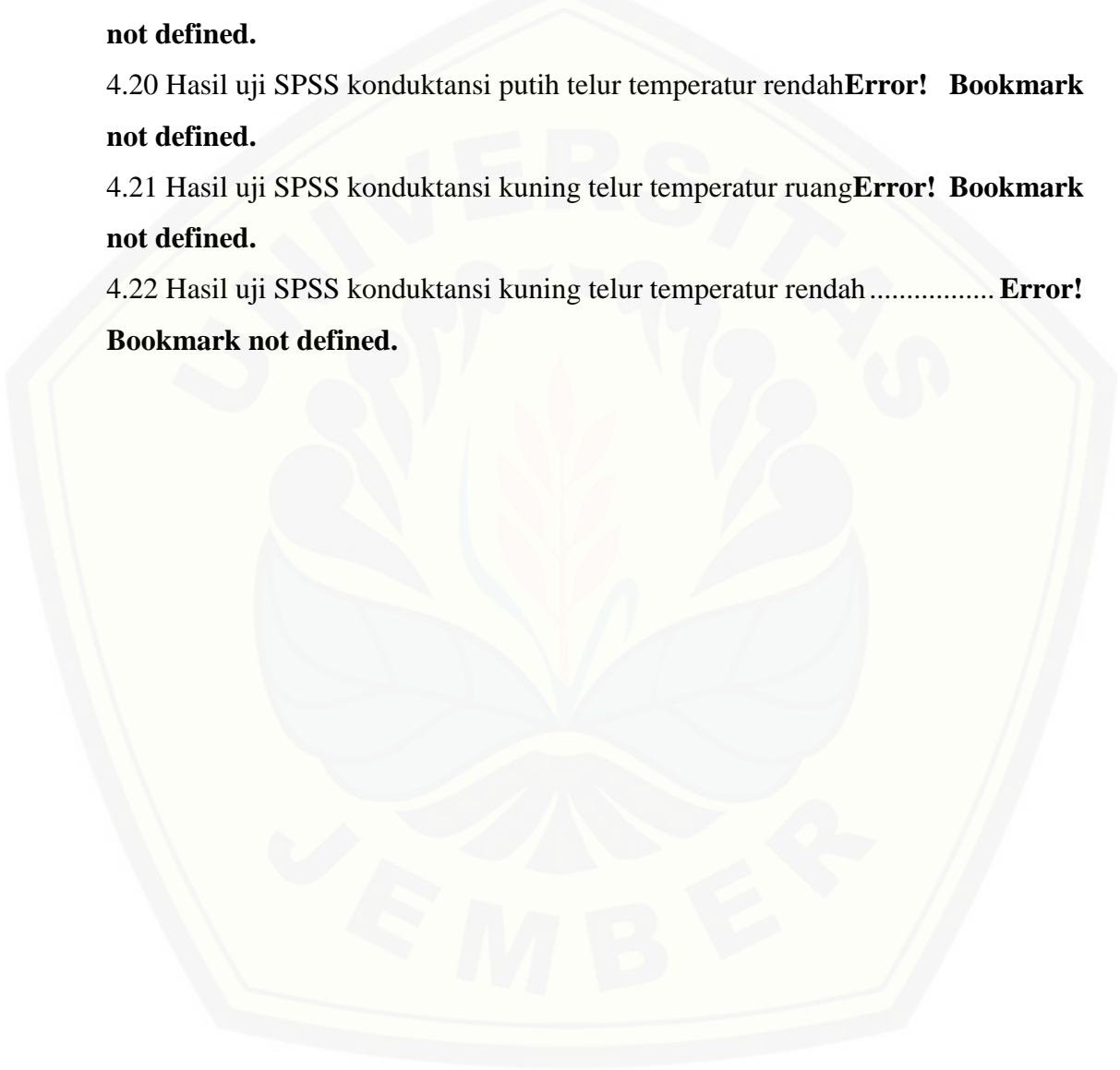
4.18 Hasil uji SPSS kapasitansi kuning telur temperatur rendah **Error! Bookmark not defined.**

4.19 Hasil uji SPSS konduktansi putih telur temperatur ruang **Error! Bookmark not defined.**

4.20 Hasil uji SPSS konduktansi putih telur temperatur rendah **Error! Bookmark not defined.**

4.21 Hasil uji SPSS konduktansi kuning telur temperatur ruang **Error! Bookmark not defined.**

4.22 Hasil uji SPSS konduktansi kuning telur temperatur rendah ..... **Error! Bookmark not defined.**



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Telur bebek merupakan salah satu jenis telur yang diproduksi cukup besar di Indonesia khususnya di Jawa Timur. Data Kementerian Pertanian Republik Indonesia pada tahun 2016, produksi telur bebek di Jawa Timur mencapai 36.814 Ton. Nilai tersebut menunjukkan kenaikan sebesar 2,20% dari tahun sebelumnya. Besarnya produksi telur bebek menunjukkan konsumen telur bebek masih sangat tinggi. Telur bebek adalah jenis telur yang memiliki komoditas tinggi bagi masyarakat Indonesia selain telur ayam. Telur bebek sering dikonsumsi secara langsung atau sebagai bahan campuran olahan lainnya. Hal tersebut menjadi satu alasan telur bebek dipilih sebagai bahan utama dalam penelitian ini.

Telur bebek memiliki struktur mirip dengan telur ayam, yang terdiri dari cangkang telur, putih telur, dan kuning telur. Telur bebek mengandung putih telur 5% lebih sedikit dari telur ayam. Tidak sama dengan komposisi putih telurnya, telur bebek mengandung kuning telur 7% lebih banyak dari telur ayam (Powrie, 1977). Telur bebek memiliki cangkang yang lebih keras dan tebal dibandingkan telur ayam. Bentuk telur bebek normal umumnya sama dengan telur ayam yaitu oval dengan salah satu ujung meruncing, sedangkan ujung yang lainnya tumpul (Stewart dan Abbott, 1972). Perbedaan telur bebek dan telur ayam yang nampak terdapat pada warna cangkang telur. Cangkang telur bebek berwarna hijau kebiru-biruan sedikit lebih tebal dibandingkan dengan telur ayam. Struktur telur bebek yang unik memberikan alasan dilakukan penelitian telur bebek secara lebih dalam pada penelitian ini.

Karakteristik sebuah telur termasuk telur bebek akan mengalami perubahan selama proses penyimpanan. Perubahan tersebut diantaranya warna kulit agak keruh dan terdapat bintik-bintik hitam, adanya penguapan air dan CO<sub>2</sub>, pembesaran ruang udara, penurunan berat jenis, pemecahan protein, perubahan posisi kuning telur, pengendoran selaput pengikat kuning telur, kenaikan pH putih telur, dan penurunan kekentalan (Winarno dan Koswara, 2002). Perubahan karakteristik telur bebek tersebut dapat mempengaruhi sifat makro telur bebek.

Sifat makro telur bebek bagian luar meliputi bentuk, warna kulit, tekstur permukaan kulit, keutuhan, dan kebersihan kulit. Sifat makro telur bebek bagian dalam meliputi keadaan rongga udara, kekentalan putih telur, warna kuning telur, posisi kuning telur, *haugh unit* (HU) dan ada tidaknya noda-noda bintik darah (North dan Bell, 1990). Kedua sifat telur bebek tersebut berhubungan erat terhadap sifat fisik telur bebek. Secara langsung perubahan karakteristik telur bebek selama penyimpanan berpengaruh terhadap sifat fisiknya.

Telur bebek memiliki sifat fisik yang mudah rusak. Cangkang telur bebek memiliki jumlah pori-pori lebih banyak dibandingkan telur ayam sehingga memiliki kemungkinan lebih besar terkontaminasi bakteri. Selain cangkang, telur bebek lebih banyak mengandung asam lemak tidak jenuh dibandingkan telur ayam. Asam lemak tidak jenuh lebih mudah teroksidasi, serta mengalami dekomposisi yang menghasilkan bau yang kurang disukai. Sifat mudah rusak telur bebek menjadi alasan masyarakat melakukan pengawetan agar telur bebek dapat dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama. Beberapa metode pengawetan telur bebek yang dapat ditemui yaitu menyimpannya pada temperatur rendah dan diasinkan. Terlepas dari metode pengawetan tersebut, masih banyak ditemukan konsumsi dan pengolahan telur bebek tanpa pengawetan. Salah satunya dalam bahan dasar martabak dan campuran jamu tradisional. Telur bebek yang dikonsumsi tanpa pengawetan umumnya berupa telur yang sudah disimpan beberapa hari. Penyimpanan telur selama beberapa hari sering dilakukan pada kondisi ruang dan temperatur rendah. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dilakukan pengkajian tentang pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap sifat fisik telur bebek.

Setiap bahan memiliki sifat listrik yang khas dan besarnya sangat ditentukan oleh kondisi internal bahan tersebut, seperti momen dipol listrik, komposisi bahan kimia, kandungan air, keasaman dan sifat internal lainnya (Hermawan, 2005). Sifat listrik bahan yang diberikan arus listrik secara mikroskopik terkait dengan mobilitas listrik atau penyeragaman arah dipol listriknya akibat gangguan listrik eksternal. Kemampuan penyeragaman momen dipol merupakan ciri khas dari molekul-molekul yang berkorelasi terhadap sifat-

sifat dielektrik, fisiko-kimia dan biologis (Kumar *et al.*, 2007). Telur bebek merupakan bahan biologis yang dapat diukur nilai sifat listriknya. Nilai sifat listrik telur bebek dipengaruhi oleh faktor-faktor internal dan eksternal yang terdapat di dalamnya. Telur bebek yang disimpan di temperatur ruang dan temperatur rendah selama beberapa hari akan mengalami perubahan kondisi internal. Perubahan tersebut dapat mempengaruhi nilai sifat listrik telur bebek. Perubahan nilai sifat listrik telur bebek selama penyimpanan dapat dikorelasikan dengan perubahan sifat fisiknya. Kajian sifat listrik tersebut menghasilkan suatu keteraturan perubahan karakteristik telur bebek selama penyimpanan yang dapat dijadikan dasar pengembangan teknologi terbarukan. Korelasi tersebut dapat memberikan informasi alternatif tentang sifat-sifat listrik yang dapat dimanfaatkan sebagai karakterisasi dasar dan penentuan kualitas telur bebek selama penyimpanan.

Penelitian tentang pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap karakteristik telur bebek masih sedikit ditemukan. Penelitian yang pernah dilakukan untuk pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap karakteristik telur banyak dilakukan pada telur ayam baik ayam ras maupun ayam kampung. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Akter *et al.* (2014) yaitu dengan perlakuan yang diberikan pada telur ayam disimpan pada temperatur ruang (rata-rata 28-30°C) dan disimpan di lemari pendingin pada temperatur rendah (4°C) selama 28 hari. Diperoleh hasil semakin lama telur disimpan maka terjadi peningkatan *weight loss* dan pH telur, tetapi *haugh unit* (HU) menurun baik di temperatur ruang atau di temperatur rendah. Menurut hasil penelitian Akter *et al.* (2014) telur ayam yang disimpan pada temperatur ruang masih layak dikonsumsi di bawah umur 14 hari dan telur ayam layak konsumsi pada temperatur rendah dengan temperatur 4°C di bawah umur 28 hari.

Juansah (2009) mengamati perubahan sifat listrik telur ayam kampung yang disimpan selama 14 hari pada temperatur ruang (rata-rata 30°C). Data yang diamati meliputi kapasitansi, konduktansi listrik, HU, pH dan viskositas telur. Pengamatan sifat listrik dilakukan dengan variasi frekuensi dari 10 Hz sampai 100 kHz. Hasil yang diperoleh pemberian frekuensi sumber listrik yang meningkat

pada kuning telur maupun putih telur menyebabkan konduktansi listrik meningkat, sementara kapasitansi listrik menurun secara eksponensial. Nilai konduktansi listrik untuk putih telur lebih tinggi daripada kuning telur untuk semua frekuensi. Semakin lama waktu penyimpanan, nilai kapasitansi dan konduktansi listrik putih telur mengalami penurunan. Sifat listrik kuning telur selama penyimpanan tidak berubah banyak bila dibandingkan putih telur. Korelasi yang cukup berarti antara sifat listrik dengan sifat fisik telur yang ditunjukkan melalui persamaan konduktansi listrik kuning telur terhadap HU dan viskositas pada frekuensi 1 kHz.

Berdasarkan penelitian Akter *et al.* (2014) dan Juansah (2009), lama penyimpanan dan temperatur terbukti berpengaruh terhadap nilai sifat fisik dan kelistrikan telur ayam. Karena masih sedikit penelitian uji kelistrikan yang berkaitan dengan telur bebek serta merujuk pada penelitian Akter *et al.* (2014) dan Juansah (2009) terhadap telur ayam, dalam penelitian ini diterapkan metode yang sama terhadap telur bebek. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan penelitian Akter *et al.* (2014) adalah perlakuan telur yang disimpan pada temperatur ruang dan temperatur rendah. Sedangkan metode yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan penelitian Juansah (2009) adalah pengamatan sifat fisik dan kelistrikan telur selama penyimpanan. Telur bebek memiliki struktur mirip dengan telur ayam dan dimungkinkan metode yang sama dapat bekerja terhadap telur bebek.

Sejauh peneliti ketahui belum ada studi tentang karakterisasi telur bebek selama penyimpanan, sehingga dalam penelitian ini dilakukan penentuan pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap karakteristik telur bebek berdasarkan sifat fisik dan kelistrikan. Sifat fisik yang diamati dalam penelitian ini adalah *weight loss*, kerapatan, pH, *haugh unit* (HU), dan indeks kuning telur (IKT). Sedangkan sifat listrik yang diamati dalam penelitian ini adalah kapasitansi ( $C$ ) dan konduktansi ( $G$ ). Pemanfaatan sifat listrik suatu bahan penting dilakukan guna mengembangkan teknologi terbarukan. Penelitian tentang sifat fisik dan kelistrikan telur bebek ini diharapkan menjadi dasar penelitian selanjutnya sebagai

landasan penentuan telur bebek yang layak konsumsi guna menjaga kualitas bahan pangan.

### 1.2 Rumusan Masalah

Lama penyimpanan dan temperatur terbukti dapat mengubah karakteristik telur. Hal tersebut dibuktikan pada penelitian Akter *et al.* (2014) dan Juansah (2009). Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini menjawab permasalahan:

- 1 Bagaimana pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap sifat fisik (*weight loss*, kerapatan, pH, *haugh unit* (HU), dan indeks kuning telur (IKT)) telur bebek?
- 2 Bagaimana pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap sifat listrik (kapasitansi dan konduktansi listrik) telur bebek?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah diatas, penelitian ini bertujuan:

- 1 Mengetahui pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap sifat fisik (*weight loss*, kerapatan, pH, *haugh unit* (HU), dan indeks kuning telur (IKT)) telur bebek.
- 2 Mengetahui pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap sifat listrik (kapasitansi dan konduktansi listrik) telur bebek.

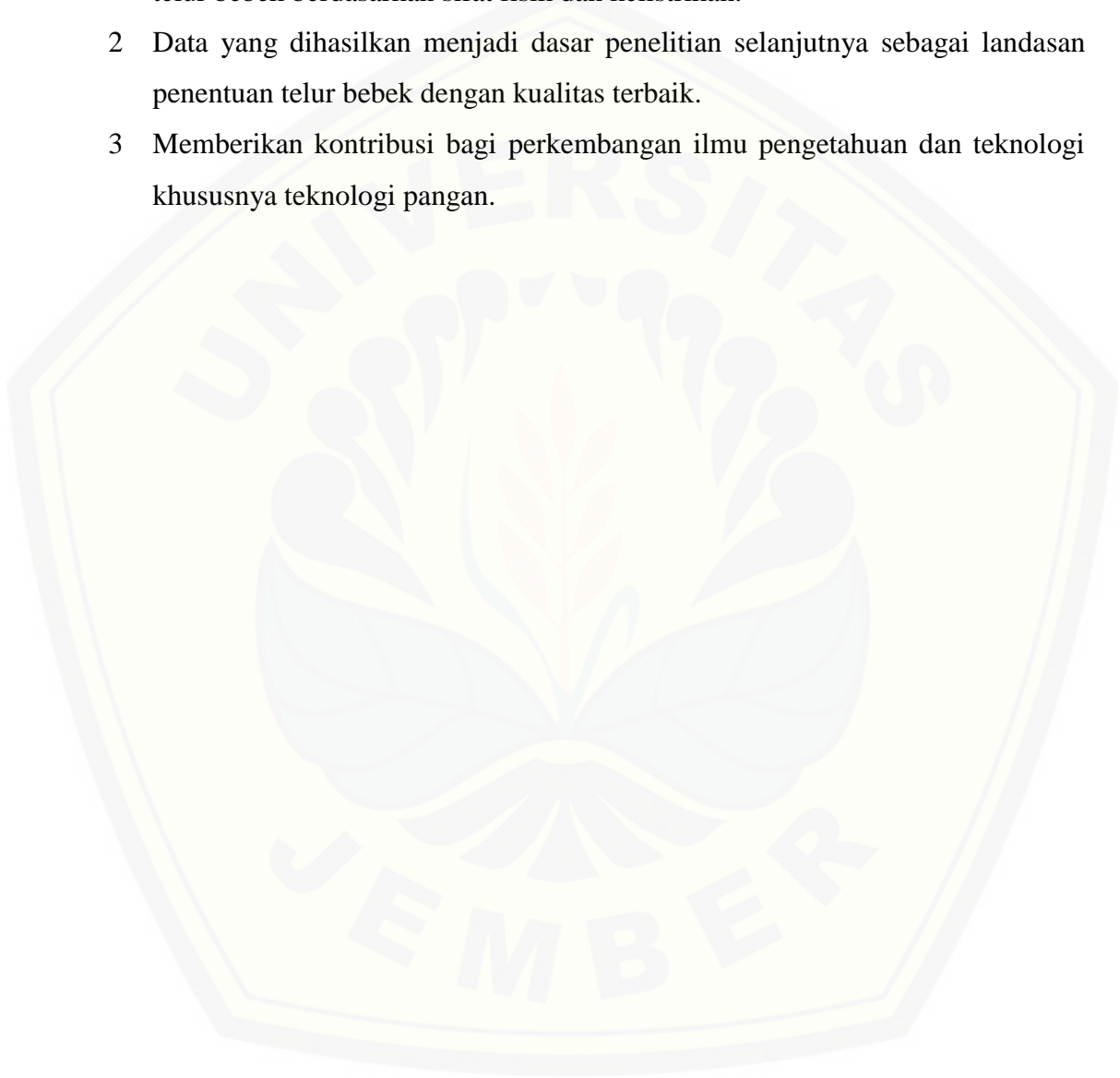
### 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diberikan dalam penelitian ini adalah volume telur untuk semua pengukuran sampel dianggap konstan. Volume telur yang dimaksud diperoleh dari pengukuran tiap sampel yang digunakan pada penentuan kerapatan telur bebek.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- 1 Memberikan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat dan peneliti mengenai pengaruh temperatur dan lama penyimpanan terhadap karakteristik telur bebek berdasarkan sifat fisik dan kelistrikan.
- 2 Data yang dihasilkan menjadi dasar penelitian selanjutnya sebagai landasan penentuan telur bebek dengan kualitas terbaik.
- 3 Memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya teknologi pangan.





## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Telur Bebek

Telur adalah sel telur (*ovum*) yang tumbuh dari sel induk di dalam indung telur. Bahan-bahan yang terkandung pada isi telur tidak berbeda dengan zat-zat yang terkandung pada hewan induknya. Telur mengandung hampir semua zat makanan yang diperlukan manusia seperti lemak, protein, vitamin, dan mineral. Komposisi kimia telur bebek terdiri dari air sekitar 72,6%, protein 12,8%, lemak 13,8%, karbohidrat 1,0% dan komponen lainnya 0,8%. Telur juga mengandung 10 macam asam amino esensial dari 18 macam asam amino esensial yang ada (Romanoff dan Romanoff, 1963). Nilai gizi tertinggi telur sebagai bahan makanan terdapat pada bagian kuning telurnya, dimana terkandung asam amino esensial, mineral seperti fosfor, besi, dan kalsium. Selain itu, terkandung juga vitamin B kompleks dan vitamin A dalam jumlah yang cukup, serta karbohidrat dalam jumlah sedikit sekali (Kusnadi, 2007).

Telur bebek merupakan salah satu sumber protein hewani yang memiliki rasa yang sangat lezat, mudah dicerna dan bergizi tinggi. Telur bebek umumnya berukuran besar dan warna cangkangnya putih sampai hijau kebiruan. Rata-rata massa telur bebek adalah 60 sampai 75 gram (Resi, 2009). Telur bebek utuh dengan massa 100 gram rata-rata mengandung 70,8% air, 13,1 gram protein, 14,3 gram lemak dan 0,8 gram karbohidrat yang terbagi dalam putih dan kuning telurnya. Adapun pembagian komposisi gizi dari 100 gram telur bebek disajikan dalam Tabel 2.1.

Keunggulan telur bebek dibandingkan dengan telur unggas lainnya antara lain kaya akan mineral, vitamin B6, asam pantotenat, tiamin, vitamin A, vitamin E, niasin, dan vitamin B12. Selain keunggulan, telur bebek juga mempunyai kekurangan dibandingkan dengan telur unggas lainnya yaitu mempunyai kandungan asam lemak jenuh yang tinggi sehingga merangsang peningkatan kadar kolesterol darah. Kadar kolesterol telur bebek berkisar 2 kali lipat dibandingkan dengan telur ayam (Hamidah, 2007).

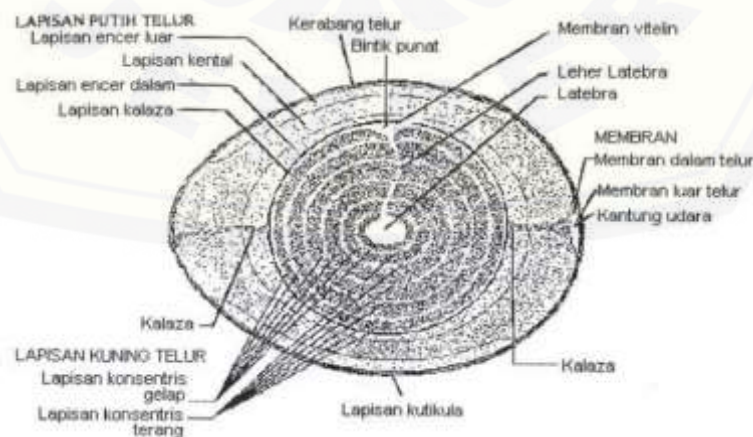
Tabel 2.1 Komposisi gizi per 100 gram telur bebek

| Komposisi       | Telur utuh | Putih telur | Kuning telur |
|-----------------|------------|-------------|--------------|
| Air (%)         | 70,8       | 88,0        | 47,0         |
| Protein (g)     | 13,1       | 11,0        | 17,0         |
| Lemak (g)       | 14,3       | 0,0         | 35,0         |
| Karbohidrat (g) | 0,8        | 0,8         | 0,8          |
| Energi (Kkal)   | 189,0      | 54,0        | 398,0        |

(Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI, 2004)

## 2.2 Struktur Telur

Struktur telur bebek tidak berbeda dengan struktur telur pada umumnya. Telur terdiri dari cangkang telur, putih telur, dan kuning telur. Berdasarkan berat telur, perbandingan antara ketiga struktur tersebut adalah 12,0% cangkang telur, 52,6% putih telur, dan 35,4% kuning telur (Campbell dan Lasley, 1977). Sedangkan menurut Rasyaf (1993) struktur telur secara fisik terdiri dari 10,0% cangkang telur, 60,0% putih telur dan 30,0% kuning telur. Perbedaan struktur telur tiap jenis hewan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain bangsa, umur, temperatur lingkungan, penyakit, dan kuantitas makanan (Abbas, 1989). Perbedaan komposisi kimia antar spesies terutama terletak pada jumlah dan proporsi zat-zat yang dikandungnya yang dipengaruhi oleh keturunan, makanan, dan lingkungan. Struktur telur pada umumnya dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur telur (Sumber: Romanoff dan Romanoff, 1963)

### 2.2.1 Cangkang Telur

Cangkang telur atau kerabang telur merupakan bagian paling luar yang membungkus isi telur. Fungsi dari cangkang telur adalah mengurangi kerusakan fisik maupun kerusakan biologis. Cangkang telur dilengkapi dengan pori-pori cangkang yang berguna untuk pertukaran gas dari dalam dan luar cangkang telur. Cangkang telur memiliki sifat keras dan halus. Cangkang telur dilapisi dengan kandungan kapur dan terikat kuat pada bagian luar dari lapisan membran kulit luar (Winarno dan Koswara, 2002). Faktor yang mempengaruhi ketebalan cangkang telur antara lain kandungan kalsium (*Ca*), semakin rendah kandungan *Ca* pada cangkang telur kualitas cangkang semakin menurun dan cangkang telur semakin tipis (Kurtini dan Riyanti, 2008).

Ketebalan cangkang telur bebek berkisar antara 0,3 sampai 0,5 mm. Bagian cangkang telur memiliki pori-pori berkisar pada jumlah 7.000 sampai 15.000 buah yang digunakan untuk pertukaran gas. Pori-pori tersebut sangat sempit, berukuran 0,036 x 0,031 mm dan 0,014 x 0,012 mm yang tersebar di seluruh permukaan cangkang telur. Jumlah pori-pori per satuan luas pada bagian tumpul telur lebih banyak dibandingkan dengan pori-pori pada bagian luasan lainnya. Oleh sebab itu, akan banyak terjadi penguapan kandungan isi telur dan dapat memudahkan penetrasi mikroorganisme ke dalam telur (Romanoff dan Romanoff, 1963).

Jumlah mikroba yang terkandung pada cangkang telur berkisar antara 102 sampai 107 koloni/gram. Beberapa mikroorganisme yang mungkin terdapat pada cangkang telur adalah *Salmonella*, *Campylobacter*, dan *Listeria*. *Salmonella* merupakan mikroba penetrasi utama yang mengkontaminasi telur dan produk olahan telur lainnya. *Salmonella* dapat ditemukan dalam saluran pencernaan unggas juga pada saluran telur (Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, 2011).

### 2.2.2 Putih Telur (*albumen*)

Putih telur merupakan bagian telur yang sangat diperhatikan karena sifat biokimianya yang berhubungan dengan kualitas telur. Putih telur atau disebut juga *albumen* merupakan sumber utama protein yang mengandung *niacin* dan

*riboflavin*. Warna jernih atau kekuningan pada putih telur disebabkan oleh pigmen *ovoflavin* (Romanoff dan Romanoff, 1963). Bagian putih telur terdiri dari 4 lapisan yang memiliki tingkat kekentalan berbeda, yaitu lapisan encer luar, lapisan encer dalam, lapisan kental luar, dan lapisan kental dalam (Powrie, 1977). Berikut persentase dari bagian putih telur ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persentase bagian putih telur

| Bagian putih telur   | Persentase (%) |
|----------------------|----------------|
| Lapisan encer luar   | 23,2           |
| Lapisan encer dalam  | 16,8           |
| Lapisan kental luar  | 57,3           |
| Lapisan kental dalam | 2,7            |

(Sumber: Powrie, 1977)

Perbedaan bagian putih disebabkan oleh perbedaan kandungan air di dalamnya, sehingga dalam kondisi telur selama penyimpanan bagian ini yang mudah rusak. Turunnya tingkat kekentalan putih telur mengakibatkan kenaikan tingkat keasaman (pH) putih telur. Peningkatan pH putih telur ini disebabkan oleh sebagian besar unsur anorganik putih telur. Kandungan organik tersebut terdiri dari natrium dan kalsium bikarbonat. Kehilangan  $CO_2$  pada putih telur melalui pori-pori kulit selama penyimpanan akan mengubah putih telur menjadi alkali (Winarno dan Jennie, 1982).

### 2.2.3 Kuning Telur (*yolk*)

Kuning telur atau biasa disebut *yolk* merupakan emulsi lemak dalam air dan merupakan bagian yang lebih kental daripada putih telur. Kuning telur terdiri atas 3 bagian, yaitu membran *vitelin*, *germinal disc*, dan kuning telur. Membran *vitelin* memiliki ketebalan antara 6 sampai 11 mm dan terdiri dari 4 lapis, yaitu *plasma membrane*, *inner layer*, *continous membrane*, dan *outer layer*. Membran *vitelin* sebagian terbentuk di *ovarium*, dan lainnya dibentuk di *oviduct*, massanya sekitar 50 mg. *Germinal disc* merupakan bagian kecil dari ovum dimana setelah terjadi ovulasi mengandung inti *diploid zygote*, dan jika tidak dibuahi adalah sisa

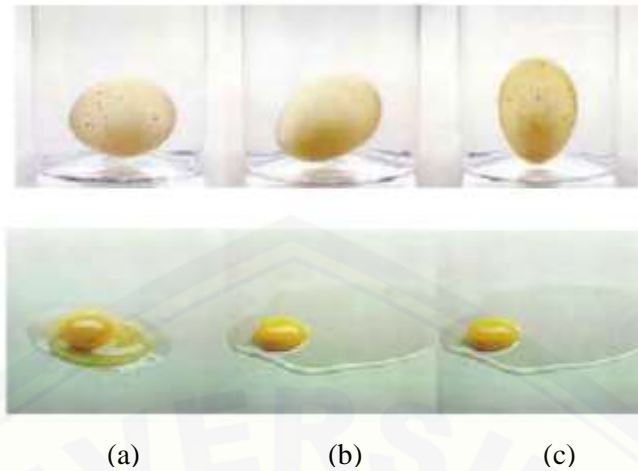
dari *haploid pronucleus* betina. *Germinal disc* sering disebut *blastoderm* jika dibuahi dan disebut *blastodisc* jika belum dibuahi oleh sperma. *Germinal disc* ini terbentuk dari *sitoplasma oocyte*, dan mengandung *cytoplasmic inclusions* yang penting untuk aktivitas metabolisme normal dari perkembangan embrio. Kuning telur memiliki diameter antara 25 sampai 150  $\mu\text{m}$  dan kuning telur mengandung pigmen karotenoid yang dihasilkan oleh *oxycarotenoids* (Kurtini dan Riyanti, 2008).

Kuning telur sekitar setengahnya mengandung uap basah (*moisture*) dan setengahnya adalah kuning padat (*yolk solid*). Semakin bertambah umur telur, kuning telur akan mengambil uap basah dari putih telur yang mengakibatkan kuning telur semakin menipis dan menjadi rata ketika telur dipecahkan ke permukaan yang rata. Semakin lama telur disimpan mengakibatkan berat kuning telur meningkat dan selanjutnya akan menyebabkan pelepasan membran *vitelin* hingga pecah, yang mengakibatkan kuning telur dapat bercampur dengan putih telur (Abbas, 1989).

### 2.3 Kualitas Telur

Kualitas telur dapat ditinjau dari dua sisi yaitu kualitas telur bagian luar (*eksterior*) dan kualitas bagian dalam (*interior*). Faktor-faktor yang menunjukkan kualitas telur bagian luar meliputi bentuk, warna kulit, tekstur permukaan kulit, keutuhan, dan kebersihan kulit. Faktor-faktor kualitas bagian dalam meliputi keadaan rongga udara, kekentalan putih telur, warna kuning telur, posisi kuning telur, *haugh unit* (HU) dan ada tidaknya noda-noda berupa bintik-bintik darah pada kuning telur maupun putih telur (North dan Bell, 1990).

Keadaan isi telur yang baik dapat diketahui dengan cara meneropong menggunakan bantuan sinar, merendam telur ke dalam air garam, memasukannya dalam air biasa, dan meneliti fisik telurnya. Berikut gambaran keadaan telur ayam untuk lama penyimpanan tertentu yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 (a) menunjukkan telur segar (b) menunjukkan usia telur sudah satu minggu dan (c) usia telur 2 sampai 3 minggu (Kusnadi, 2007).



Gambar 2.2 Kondisi telur tanpa pemecahan (atas) dan dengan pemecahan (bawah)  
(Sumber: Kusnadi, 2007)

#### 2.4 Perubahan Telur Selama Penyimpanan

Sarwono (1997) dalam penelitiannya menyatakan bahwa telur pada umumnya akan mengalami kerusakan setelah disimpan lebih dari 14 hari di ruang terbuka. Berdasarkan hasil penelitian Priyadi (2002) menunjukkan bahwa selama penyimpanan 14 hari pada telur memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan persentase penurunan massa telur, besar kantung udara, pH putih dan kuning telur, indeks putih dan kuning telur, serta nilai HU. Sedangkan menurut Hadiwiyoto (1983) kualitas telur segar yang baik hanya bertahan hingga 5 sampai 7 hari pada temperatur ruang dan akan mengalami penurunan kesegaran selama penyimpanan. Menurut Sarwono (1994), tingginya temperatur udara di wilayah tropis seperti Indonesia dengan temperatur rata-rata di Indonesia berkisar  $26^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan relatif berkisar 70% - 80%. Ketahanan telur yang disimpan tanpa pengawetan pada kondisi itu hanya mampu bertahan sekitar 8 hari sebagai telur segar.

Perubahan umum yang terjadi pada telur antara lain penguapan air dan  $\text{CO}_2$ , pembesaran ruang udara, penurunan massa telur, penurunan massa jenis, pemecahan protein dalam telur, terjadi perubahan dan pergerakan posisi kuning telur, pengendoran selaput pengikat kuning telur, kenaikan pH putih telur, dan penurunan kekentalan putih dan kuning telur. Penguapan air dapat dikurangi

dengan menyimpan telur pada temperatur rendah dan dengan menutupi pori-pori kulit telur dengan minyak mineral, minyak nabati atau bahan lainnya (Winarno dan Koswara 2002). Faktor yang mempengaruhi perubahan pada telur yaitu adanya kontaminasi mikroba dari luar yang masuk melalui pori-pori cangkang. Kontaminasi mikroba pada telur dapat terjadi sejak telur masih berada disaluran telur dan setelah ditelurkan (Silversides dan Budgell, 2004).

## 2.5 Sifat Fisik Telur

Sifat fisik telur merupakan sifat yang dimiliki telur ditinjau dari segi fisiknya. Sifat fisik telur dapat diamati melalui besaran-besaran dasar dari telur tersebut. Beberapa sifat fisik telur meliputi *weight loss*, kerapatan ( $\rho$ ), tingkat keasaman (pH), *haugh unit* (HU), dan indeks kuning telur (IKT).

### 2.5.1 Weight Loss

Menurut Akter *et al.* (2014), *weight loss* telur adalah jumlah air yang hilang akibat difusi melalui pori-pori di kulit telur selama proses *inkubasi* (penyimpanan). Tingkat *weight loss* telur dikendalikan oleh kelembaban inkubator dan konduktansi (porositas) cangkang telur. Besarnya nilai *weight loss* dapat menentukan lama penyimpanan sebuah telur dari telur segar. Persentase *weight loss* dapat dihitung dengan hubungan massa telur awal pada hari ke-0 dengan persamaan:

$$\text{Weight loss (\%)} = \frac{\text{Weight loss (gram)}}{\text{Initial weight (gram)}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Sedangkan nilai *weight loss* telur dapat diketahui dari hubungan:

$$\text{Weight loss (gram)} = \text{massa telur awal (gram)} - \text{massa telur akhir (gram)} \quad (2.2)$$

Keterangan:

*Weight loss* (%) = persentase massa yang hilang

*Weight loss* (gram) = massa yang hilang (gram)

*Initial weight* (gram) = massa awal (gram)

### 2.5.2 Kerapatan ( $\rho$ )

Menurut Tipler (1998), massa jenis atau kerapatan ( $\rho$ ) zat merupakan karakteristik mendasar yang dimiliki suatu zat. Massa jenis (*density*) suatu zat adalah kuantitas konsentrasi zat dan dinyatakan dalam massa persatuan volume. Nilai massa jenis suatu zat dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur, kerapatan suatu zat semakin rendah karena molekul-molekul yang saling berikatan akan terlepas. Kenaikan temperatur menyebabkan volume suatu zat bertambah, sehingga massa jenis dan volume suatu zat memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Secara matematik massa jenis dinyatakan dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$\rho$  = kerapatan (gram/mm<sup>3</sup>)

$m$  = massa zat (gram)

$V$  = volume zat (mm<sup>3</sup>)

### 2.5.3 Tingkat Keasaman (pH)

*Power of Hydrogen* atau yang dilambangkan dengan pH merupakan parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat. pH normal mempunyai nilai 7, jika lebih dari 7 menunjukkan zat tersebut bersifat basa sedangkan jika kurang dari 7 berarti menunjukkan zat tersebut bersifat asam. Keasaman ditentukan oleh besarnya konsentrasi ion H<sup>+</sup> yang terkandung pada zat. pH dinyatakan sebagai bilangan negatif dari logaritma konsentrasi ion H<sup>+</sup> yang dirumuskan sebagai berikut (Kurniawan, 1991).

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \quad (2.4)$$

Keterangan:

pH = tingkat keasaman

[H<sup>+</sup>] = konsentrasi ion H<sup>+</sup>



Selama di dalam ruang penyimpanan telur mengalami peningkatan pH pada putih telur dan kuning telur. Kenaikan pH putih telur berlangsung rata tiap harinya, sedangkan kenaikan pH kuning telur berjalan secara linier dan relatif kecil. Selama penyimpanan, gas yang terdapat pada telur akan menguap sehingga derajat keasamannya menjadi naik atau dapat mengakibatkan pH semakin meningkat (Sarwono, 1997).

Nilai pH telur unggas selama penyimpanan memiliki nilai yang berbeda. Peningkatan nilai pH disebabkan oleh lepasnya  $CO_2$  dari telur melalui pori-pori cangkang. Telur unggas yang berumur satu hari mempunyai pH putih telur sekitar 7,6 sampai 7,9. Temperatur dan lama penyimpanan dapat meningkatkan pH putih telur sampai maksimal 9,7 (Hintono, 1997). Hasil penelitian Kurniawan (1991) menunjukkan bahwa pH putih telur bebek pada umur satu hari berkisar antara 7,1 sampai 7,7 dan pada putih telur bebek yang telah disimpan selama 14 hari pada temperatur ruang meningkat hingga 8,3 sampai 9,1. Kenaikan pH pada putih telur akibat hilangnya  $CO_2$  yang lebih lanjut mengakibatkan serabut-serabut *ovomucin* berbentuk jala akan rusak dan pecah sehingga bagian cair dari putih telur menjadi encer dan tinggi putih telur menjadi berkurang (Hintono, 1997).

#### 2.5.4 Haugh Unit (HU)

*Haugh unit* (HU) merupakan nilai yang mencerminkan keadaan *albumen* telur yang berguna untuk menentukan kualitas telur. HU ditentukan berdasarkan keadaan putih telur yaitu korelasi antara massa telur dengan tinggi putih telur. Penurunan nilai HU selama penyimpanan, indeks telur, dan massa telur berkurang karena terjadi penguapan air dalam telur dan kantung udara bertambah besar. Persamaan *haugh unit* dituliskan sebagai berikut (Muchtadi dan Sugiyono, 1992).

$$HU = 100 \log(H + 7.57 - 1.7W^{0.37}) \quad (2.5)$$

Keterangan:

HU = *haugh unit*

H = tinggi *albumen* kental (mm)

W = massa telur (gram)

Nilai HU telur dibagi menjadi 4 golongan dengan nilai HU AA, A, B dan C. Nilai HU tersebut merupakan grade yang disahkan oleh *United States Department of Agriculture* (USDA). Grade telur dengan nilai HU sesuai USDA ditampilkan pada Tabel 2.3. Telur yang memiliki nilai AA adalah telur dengan nilai HU > 72. Telur yang memiliki nilai A adalah telur dengan nilai HU 60 sampai 72. Telur yang memiliki nilai B adalah telur dengan nilai HU 31 sampai 60. Telur yang memiliki nilai C adalah telur dengan nilai HU < 31.

Tabel 2.3 Nilai *Haugh Unit* berdasarkan grade

| Nilai <i>Haugh Unit</i> | USDA grade |
|-------------------------|------------|
| >72                     | AA         |
| 60-72                   | A          |
| 31-60                   | B          |
| <31                     | C          |

(Sumber: *United States Department of Agriculture* (USDA), 1975 )

Nilai HU dipengaruhi oleh kandungan *ovomucin* yang terdapat pada putih telur. Putih telur yang mengandung *ovomucin* lebih sedikit akan lebih cepat mencair. Putih telur yang semakin kental, memiliki nilai HU yang diperoleh semakin tinggi. Ketika putih telur semakin mencair maka nilai HU semakin menurun. Penurunan nilai HU ini berkaitan dengan peningkatan pH putih telur. Peningkatan pH putih telur menyebabkan rusaknya serabut-serabut *ovomucin* yang membentuk jala pada protein putih telur (Stadelman dan Cotteril, 1995).

Hasil penelitian Dini (1996) menunjukkan bahwa meningkatnya umur simpan telur, tinggi lapisan kental putih telur akan menurun. Hal ini terjadi karena perubahan struktur gelnya. Perubahan struktur gelnya mengakibatkan permukaan putih telur semakin meluas akibat pengenceran yang terjadi dalam putih telur. Pengenceran disebabkan karena penguapan  $CO_2$  dan perubahan pH dari asam menjadi basa. Hasil pengenceran putih telur tersebut yang mempengaruhi nilai HU telur. Telur segar pada umumnya memiliki nilai HU rata-rata  $86,63 \pm 9,67$ . Setelah disimpan selama 7 hari nilai HU akan menurun rata-rata menjadi  $41,59 \pm 19,69$ . Telur dengan lama penyimpanan 14 hari hanya telur dengan warna

cangkang gelap yang masih dapat dihitung nilai HUnya, karena pada telur dengan warna cangkang sedang dan terang putih telur telah mengencer (Jazil *et al.*, 2012). Berdasarkan hasil penelitian Sari (2010), nilai HU pada telur yang disimpan selama 14 hari sebesar 53,77.

#### 2.5.5 Indeks Kuning Telur (IKT)

Indeks kuning telur merupakan nilai yang menunjukkan kualitas internal telur ditinjau dari kuning telurnya (*yolk*). Indeks kuning telur dapat menunjukkan kualitas kesegaran telur berdasarkan keadaan kuning telurnya yang dapat diamati secara langsung dengan memecah telur. Komponen yang digunakan untuk mengukur IKT adalah perbandingan tinggi kuning telur dengan diameter kuning telur sesuai persamaan (2.6) (Lestari *et al.*, 2016).

$$IKT = \frac{T}{D} \quad (2.6)$$

Keterangan:

IKT = indeks kuning telur

$T$  = tinggi kuning telur (mm)

$D$  = diameter kuning telur (mm)

#### 2.6 Sifat Listrik Telur

Setiap bahan memiliki sifat listrik yang khas dan besarnya sangat ditentukan oleh kondisi internal bahan tersebut, seperti momen dipol listrik, komposisi bahan kimia, kandungan air, keasaman dan sifat internal lainnya (Hermawan, 2005). Sifat listrik bahan yang diberikan arus listrik secara mikroskopik terkait dengan mobilitas listrik atau penyeragaman arah dipol listriknya akibat gangguan listrik eksternal. Kemampuan penyeragaman momen dipol merupakan ciri khas dari molekul-molekul yang berkorelasi terhadap sifat-sifat dielektrik, fisiko-kimia dan biologis (Kumar *et al.*, 2007). Beberapa sifat listrik bahan yang dapat diamati adalah kapasitansi ( $C$ ) dan konduktansi ( $G$ ).

### 2.6.1 Kapasitansi (C)

Kapasitansi adalah ukuran dari kapasitas penyimpanan muatan untuk suatu perbedaan potensial tertentu pada sebuah kapasitor. Kapasitor sendiri merupakan suatu komponen elektronika yang terdiri dari dua buah keping penghantar yang terisolasi dan disekat satu sama lain dengan suatu bahan dielektrik. Terdapatnya bahan dielektrik akan menyebabkan lemahnya medan listrik diantara keping kapasitor sehingga kapasitansinya naik. Lemahnya medan listrik antar keping kapasitor dikarenakan munculnya medan listrik internal dari molekul-molekul dalam bahan dielektrik. Kondisi tersebut akan menghasilkan medan listrik tambahan yang arahnya berlawanan dengan medan listrik luar (Tipler, 2001).

Jumlah muatan yang diisikan pada sebuah kapasitor sebanding dengan tegangan yang diberikan oleh sumber yang dinyatakan dengan persamaan berikut:

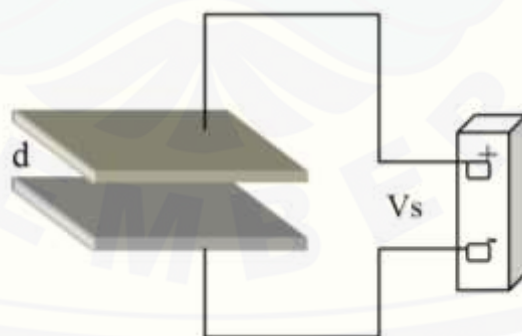
$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$C$  = kapasitansi (Farad)

$Q$  = muatan yang diberikan pada keping (Coulomb)

$V$  = tegangan yang diberikan (Volt)



Gambar 2.3 Skema kapasitor keping sejajar (Sumber: Kusnadi, 2007)

Nilai kapasitansi sebuah kapasitor bergantung pada faktor geometri dan sifat bahan dielektrik. Faktor geometri yang menentukan adalah luas penampang keping dan jarak kedua keping, sedangkan sifat bahan dielektrik ditentukan oleh

nilai konstanta dielektriknya. Suatu kapasitor keping sejajar dengan jarak keping  $d$  dan diberikan tegangan sebesar  $V_s$  diperlihatkan pada Gambar 2.3.

Menurut Giancoli (1998) persamaan besarnya nilai kapasitansi sebuah kapasitor keping sejajar dinyatakan sebagai berikut:

$$C = \frac{k\varepsilon_0 A}{d} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$C$  = kapasitansi (Farad)

$k$  = konstanta dielektrik

$\varepsilon_0$  = permitivitas ruang hampa ( $8,85 \times 10^{-12}$  F/m)

$A$  = luas penampang keping sejajar ( $m^2$ )

$d$  = jarak kedua keping (m)

Konstanta dielektrik pada ruang hampa bernilai 1, sehingga kapasitansi kapasitor menjadi:

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \quad (2.9)$$

Sedangkan jika diantara dua keping terdapat bahan dielektrik dengan nilai permitivitas bahan dielektrik  $\varepsilon$  (F/m), persamaannya menjadi:

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} \quad (2.10)$$

### 2.6.2 Konduktansi (G)

Konduktansi merupakan ukuran kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Nilai konduktansi ditentukan oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi atau jumlah ion, mobilitas ion, serta temperatur. Semakin tinggi konsentrasi atau jumlah ion maka konduktansi semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena ion pembawa muatan listrik menjadi lebih banyak. Hubungan ini terus berlaku hingga larutan menjadi jenuh. Temperatur yang tinggi dapat mengakibatkan viskositas air menurun dan ion-ion dalam air bergerak lebih cepat yang menyebabkan kenaikan konduktansi (Hendayana *et al.*, 1995). Menurut

Giancoli (1998) konduktansi ( $G$ ) secara matematis berbanding terbalik dengan resistansi:

$$G = \frac{1}{R} \quad (2.11)$$

Keterangan:

$G$  = konduktansi (S)

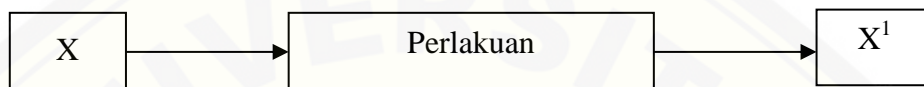
$R$  = resistansi ( $\Omega$ )

Satuan konduktansi dalam SI adalah siemens (S). Tetapi dalam beberapa buku terdapat satuan konduktansi menggunakan  $\Omega^{-1}$  karena hubungan konduktansi dengan resistansi. Pada penelitian ini satuan konduktansi yang digunakan adalah siemens (S).

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental. Langkah yang dilakukan dalam penelitian meliputi input, perlakuan, dan output. Subjek utama penelitian adalah telur bebek yang diberi perlakuan dan menghasilkan output hasil penelitian.



Gambar 3.1 Diagram rancangan penelitian

Diagram rancangan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1. Dalam diagram tersebut X adalah input berupa telur bebek dengan karakteristik sebelum perlakuan. Perlakuan adalah perlakuan yang diberikan pada telur bebek dalam penelitian ini.  $X^1$  adalah output berupa telur bebek dengan karakteristik sesudah perlakuan.

X terdiri dari sifat fisik dan kelistrikan telur bebek sebelum perlakuan. Sifat fisik dalam penelitian ini meliputi *weight loss*, kerapatan ( $\rho$ ), tingkat keasaman (pH), *haugh unit* (HU), dan indeks kuning telur (IKT). Sedangkan sifat listrik dalam penelitian ini meliputi kapasitansi (C), dan konduktansi (G). Variabel X diperoleh dengan pengukuran dan dilanjutkan dengan perlakuan yang akan diberikan pada variabel X.

Perlakuan yang diberikan terbagi menjadi dua, yaitu telur disimpan di temperatur ruang (21-31°C) dan disimpan di temperatur rendah (8°C) selama 3, 6, 9, 12, 15, 18, dan 21 hari. Telur yang disimpan di temperatur ruang diamati temperaturnya setiap jam untuk mendapatkan fluktuasi temperatur ruang yang digunakan. Sedangkan telur yang disimpan di temperatur rendah ditempatkan di lemari pendingin dengan set temperatur konstan yaitu 8°C.

Telur bebek dengan karakteristik sesudah perlakuan didefinisikan sebagai variabel  $X^1$  dalam penelitian ini.  $X^1$  terdiri dari sifat fisik dan kelistrikan telur bebek sesudah perlakuan. Sifat fisik yang diteliti meliputi *weight loss*, kerapatan

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Temperatur dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap perubahan sifat fisik telur bebek. Telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C) mengalami peningkatan *weight loss* dan pH sedangkan kerapatan, *haugh unit*, dan indeks kuning telur mengalami penurunan. Telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah (8°C) memiliki kecenderungan perubahan yang sama dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang, tetapi menghasilkan nilai *weight loss* dan pH putih telur yang lebih rendah dan menghasilkan kerapatan, pH kuning telur, *haugh unit*, dan indeks kuning telur yang lebih tinggi.
2. Temperatur dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap perubahan sifat listrik telur bebek. Telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C) mengalami penurunan nilai kapasitansi dan konduktansi. Dibandingkan dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang (21-31°C) telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah (8°C) mengalami kecenderungan perubahan yang sama dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang, tetapi menghasilkan nilai kapasitansi dan konduktansi yang lebih besar.

### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis untuk perbaikan kedepannya adalah sampel telur bebek yang dipilih dalam pengamatan memiliki fisik relatif sama (massa, volume dan warna cangkang). Selain itu, pada proses pengamatan sebaiknya dilakukan pengukuran volume telur sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengetahui perubahan volume selama penyimpanan. Pelapisan plat kapasitor dianjurkan menggunakan bahan yang tidak mempengaruhi nilai



**DAFTAR PUSTAKA**

Abbas, M. H. 1989. *Pengelolaan Produksi Unggas*. Edisi ke-1. Padang: Universitas Andalas.

Akter Y., Azhar K., Hishamuddin O., dan Awis Q. S. 2014. Effect of Storage Time and Temperature on The Quality Characteristics of Chicken Eggs. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 12(3 and 4): 87-92.

Campbell, J. R. and J. F. Lasley. 1977. *The Science of Animal that Serve Menkind* Tata Mc. New Delhi: Graw Hill.

Dini, S. 1996. Pengaruh Pelapisan Parafin Cair terhadap Sifat Fisik dan Kimia Telur Ayam Ras selama Penyimpanan. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.

Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. 2011. *Komposisi Telur Bebek*. Bogor: Badan Penerbit Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 2004. *Daftar Komposisi Bahan-Bahan Makanan*. Jakarta: Bharata Karya Aksara.

Giancoli, D. C. 1998. *Physics Principles with Applications*. USA: Prentice Hall.

Hadiwiyoto, S. 1983. *Hasil-hasil Olahan Susu, Ikan, Daging, dan Telur*. Yogyakarta: Liberty.

Hamidah. 2007. Daya dan Kestabilan Buih Putih Telur Ayam Ras pada Umur Telur dan Level Penambahan Cream of Tartar yang Berbeda. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

3.1 Dokumentasi proses pengambilan data



(a)



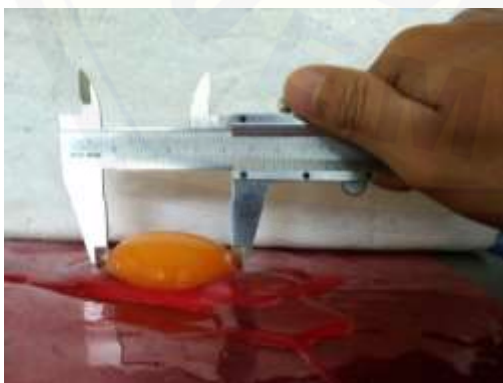
(b)



(c)



(d)



(e)



(f)