



**HUBUNGAN KADAR KALSIMUM CANGKANG TELUR  
DENGAN KADAR KALSIMUM ORGAN PADA TAHAPAN  
PERKEMBANGAN EMBRIO AYAM KAMPUNG  
(*Gallus gallus domesticus*)**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Biologi (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Oleh:

Wiwik Andayani  
NIM. 02021041931109

	Hal Pemberian	Kelas
Terima Tgl : 26 JUN 2006		591.16
No. Induk :		AND
KLASIR / PENYALIN :		5

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI  
JURUSAN PENDIDIKAN MIPA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2006**



## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Almamater Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Keguruan.
2. Ayahanda Kasbul dan Ibunda Sumini tercinta, yang telah mendoakan dan memberi kasih sayang serta pengorbanan selama ini.
3. Kakakku Suntiani Rahayu dan Kasman tersayang, yang telah memberi semangat dan dukungan untuk menyelesaikan kuliah ini.
4. Guru-guruku sejak SD sampai PT terhormat, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran.



### MOTTO

“ Kemudian air mani itu kami jadikan segumpal darah, lalu segumpal darah itu kami jadikan segumpal daging, dan segumpal daging itu kami jadikan tulang-belulang, lalu tulang-belulang itu kami bungkus dengan daging. Kemudian kami jadikan dia makhluk yang (berbentuk) lain. Maka Maha Sucilah Allah, Pencipta yang Paling Baik”.

(Terjemahan Q.S.Al-Mu'minuun: 14)

”Ketahuilah bahwa bersama kesabaran ada kemenangan;  
bersama kesusahan ada jalan keluar;  
dan bersama kesulitan ada kemudahan”.

(Tirmidzi)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wiwik Andayani

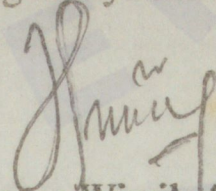
NIM : 020210103109

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: ”*Hubungan Kadar Kalsium Cangkang Telur dengan Kadar Kalsium Organ Pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam Kampung (Gallus gallus domesticus)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 2 Juni 2006

Yang menyatakan,



Nama : Wiwik Andayani

NIM : 020210103109



**PENGAJUAN**

Hubungan Kadar Kalsium Cangkang Telur dengan Kadar kalsium Organ pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam Kampung (*Gallus gallus domesticus*)

**SKRIPSI**

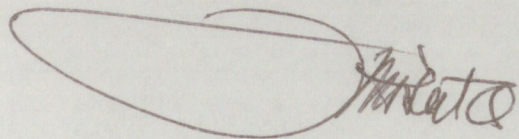
Diajukan untuk di depan tim penguji guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Oleh:

Nama : Wiwik Andayani  
NIM : 020210103109  
Tahun/ angkatan : 2002  
Tempat, tanggal lahir : Lamongan, 12 September 1984  
Jurusan/ Program : Pendidikan MIPA/Pendidikan Biologi

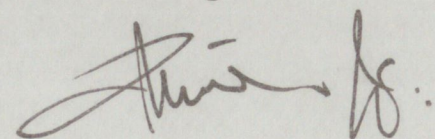
Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Drs. Supriyanto, M.Si  
NIP. 131 660 791

Pembimbing II



Dra. Jekti Prihatin, M.Si  
NIP. 131 945 803



**PENGESAHAN**

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pada:

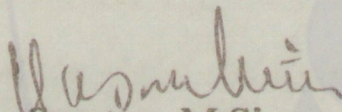
Hari : Jumat

Tanggal : 2 Juni 2006

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Jember

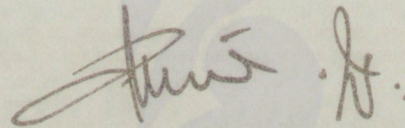
Tim penguji:

Ketua



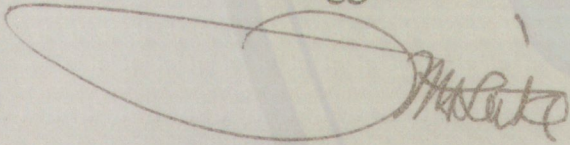
Drs. Suratno, M.Si  
NIP. 131 993 443

Sekretaris



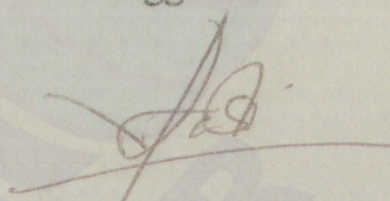
Dra. Jekti Prihatin, M.Si  
NIP. 131 945 803

Anggota I



Drs. Supriyanto, M.Si  
NIP. 131 660 791

Anggota II



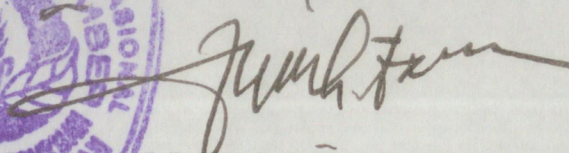
Eva Tyas Utami, S.Si., M.Si  
NIP. 132 259 219

Mengetahui,

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember



  
Drs. H. Imam Muchtar, S.H., M.Hum  
NIP. 130 810 936



## KATA PENGANTAR

Syukur Allhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul “Hubungan Kadar Kalsium Cangkang Telur dengan Kadar Kalsium Organ Pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam (*Gallus gallus domesticus*)”. Karya tulis ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Drs. H. Imam Muchtar, S.H., M.Hum selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Drs. Singgih Bektiarso, M.Pd sebagai Ketua Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
3. Drs. Suratno, M.Si sebagai Ketua Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Jember;
4. Drs. Supriyanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, dan Dra. Jekti Prihatin, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya skripsi ini;
5. Ir. Imam Mudakir, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
6. Pak Tamyis selaku teknisi Laboratorium Biologi FKIP, Pak Dol selaku teknisi Laboratorium Kimia Dasar MIPA Universitas Jember dan Pak Adi selaku teknisi Laboratorium Ternak Politeknik Jember;
7. Bapak dan Ibu sekeluarga yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini;
8. Rekan kerjaku Lusy Febriana yang telah membantuku dan memberikan dorongan;



9. teman-teman seangkatan dan seperjuangan "Biologi 2002" dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih untuk kalian semua.
10. teman-teman seasrama putri "PKPRI" terima kasih atas doa dan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.

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

Jember, 2 Juni 2006

Penulis



## RINGKASAN

### **Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam (*Gallus gallus domesticus*)**

**Wiwik Andayani, 020210103109, 2006, 48 hlm**

Cangkang merupakan bagian telur yang paling luar dan keras. Bagian ini tersusun dari 95,1% bahan anorganik diantaranya kalsium (Ca). Kalsium merupakan mineral yang paling berlimpah dan terpenting yang terdapat pada tubuh anak ayam dan telur. Pada tahapan perkembangannya, embrio ayam mengambil kalsium dari cangkang telur. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui adanya hubungan kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ pada tahapan perkembangan embrio ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*) dan (2) untuk mengetahui kadar kalsium cangkang dari tahap ke tahapan perkembangan embrio ayam kampung.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar MIPA, Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UNEJ dan Laboratorium Produksi Ternak Jurusan Peternakan Politeknik Negeri Jember pada tanggal 23 Januari sampai 20 Februari 2006. Bahan Percobaan yang digunakan adalah organ (jantung, hati dan mata) embrio ayam, cangkang telur ayam kampung, HNO<sub>3</sub> pa, HCL pa, akuades deionisasi, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (pa), ransum ayam (jagung, dedak dan sayuran), dan larutan standar Ca 1000 ppm. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan. Untuk menguji kadar kalsium cangkang dan organ embrio ayam (jantung, hati dan mata) menggunakan *flamephotometer*. Untuk mengetahui hubungan kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ menggunakan analisis regresi korelasi dengan program *SPSS for windows* versi 10.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pengukuran *flamephotometer* menunjukkan pada tahapan perkembangan embrio ayam, kadar kalsium cangkang semakin menurun sedangkan kadar kalsium organ semakin meningkat. Analisis



regresi korelasi menunjukkan hubungan yang signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ (hati, jantung dan mata). Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati sebesar  $-0,826$  dengan signifikansi  $0,000$  dan  $R^2$  (*R Square*) sebesar  $0,6817$ ; koefisien korelasi ( $r$ ) antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung sebesar  $-0,634$  dengan signifikansi  $0,011$  dan  $R^2$  (*R Square*) sebesar  $0,4018$ ; sedang koefisien korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata sebesar  $-0,740$  dengan signifikansi  $0,002$  dan  $R^2$  (*R Square*) sebesar  $0,548$ .

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis data dan pembahasan adalah terdapat hubungan yang sangat signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ hati dan mata, terdapat hubungan yang signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung. Semakin kompleks tahapan perkembangan embrio ayam, kadar kalsium cangkang semakin berkurang.

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,  
Universitas Jember.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PENGAJUAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
RINGKASAN .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Pokok Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Struktur Cangkang .....	5
2.2 Kalsium .....	6
2.3 Peranan Kalsium .....	7
2.4 Kadar Kalsium dalam Cangkang Telur .....	8
2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kadar Kalsium .....	9



2.6 Tahapan Perkembangan Embrio Ayam .....	11
2.7 Hipotesis Penelitian .....	15
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	16
3.3 Identifikasi Variabel Penelitian .....	16
3.3.1 Variabel Bebas .....	16
3.3.2 Variabel Terikat .....	16
3.4 Batasan Masalah .....	16
3.5 Sampel Penelitian .....	17
3.5.1 Cara Pengambilan Sampel Penelitian .....	17
3.5.2 Kriteria Sampel Penelitian .....	17
3.5.3 Jumlah Sampel penelitian .....	17
3.6 Desain Penelitian .....	17
3.7 Alat dan Bahan .....	18
3.7.1 Alat .....	18
3.7.2 Bahan .....	19
3.8 Prosedur Penelitian .....	19
3.8.1 Persiapan Sampel .....	19
3.8.2 Pengelolaan Sampel .....	20
3.8.3 Pembuatan larutan Sampel .....	20
3.8.4 Pembuatan larutan Standar dan Kurva Kalibrasi .....	20
3.8.5 Pengukuran Sampel .....	21
3.8.6 Analisis Kadar Kalsium .....	21
3.9 Analisis Data .....	21
3.10 Alur Penelitian .....	22



**BAB 4. HASIL DAN ANALISIS DATA**

<b>4.1 Hasil Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>4.2 Analisis Data .....</b>	<b>25</b>
4.2.1 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ hati .....	25
4.2.2 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Jantung .....	28
4.2.3 Hubungan Kadar kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Mata .....	31
4.2.4 Perubahan Kadar Kalsium Cangkang Selama Tahapan Perkembangan Embrio Ayam .....	34

**BAB 5. PEMBAHASAN**

<b>5.1 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam.....</b>	<b>35</b>
5.1.1 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Hati .....	36
5.1.2 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Jantung .....	39
5.1.3 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Mata .....	43
<b>5.2 Perubahan Kadar Kalsium Cangkang Selama Tahapan Perkembangan Embrio Ayam .....</b>	<b>46</b>

**BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN**

<b>6.1 Kesimpulan .....</b>	<b>47</b>
<b>6.2 Saran .....</b>	<b>47</b>

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>
-----------------------	-----------



DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Kadar Kalsium pada tiap Pengamatan .....	18
3.2 Tahap-tahap Perlakuan Telur .....	19
4.1 Hasil Rerata Kadar Kalsium Cangkang Telur dan Organ (hati, jantung dan mata) pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam .....	24
4.2 Hasil Analisis Korelasi Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Hati .....	25
4.3 Hasil Analisis Korelasi Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Jantung .....	28
4.4 Hasil Analisis Korelasi Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Mata .....	31



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kerabang, Membran dan Chorion Alantois pada Ayam .....	6
4.1 Grafik Besarnya Kadar Kalsium Cangkang dan Kadar Kalsium Organ Hati pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam .....	26
4.2 Grafik Persamaan Regresi antara Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Hati .....	27
4.3 Grafik Besarnya Kadar Kalsium Cangkang dan Kadar Kalsium Organ Jantung pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam.....	29
4.4 Grafik Persamaan Regresi antara Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Jantung.....	30
4.5 Grafik Besarnya Kadar Kalsium Cangkang dan Kadar Kalsium Organ Mata pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam.....	32
4.6 Grafik Persamaan Regresi antara Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Mata .....	33
4.7 Kadar Kalsium Cangkang pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam .....	34



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Matrik Penelitian .....	52
B. Hasil Pengukuran Kadar Kalsium Cangkang dan Kadar Kalsium Organ Pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam .....	53
C. Hasil Pengukuran Kadar Kalsium Menggunakan flamephotometer .....	54
D. Hasil Analisis SPSS Menggunakan Analisis Korelasi .....	57
E. Dokumentasi Penelitian .....	60





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ayam merupakan salah satu jenis unggas yang mempunyai siklus hidup yang relatif pendek. Sehingga dalam waktu relatif singkat sekitar umur 5-6 bulan, ayam sudah dapat bertelur (Sarwono,1997:4). Bagi manusia, ayam merupakan salah satu sumber utama protein hewani yang sangat penting bagi tubuh. Fungsinya yang ganda, sebagai penghasil telur dan daging, menyebabkan ayam mempunyai nilai ekonomi tinggi, sehingga banyak orang yang memelihara dan membudidayakan ayam (Anonim,1990).

Usaha budidaya ayam memerlukan pemilihan bibit, perkandangan, pemeliharaan dan penetasan. Dalam usaha penetasan telur ayam, banyak embrio yang mati pada umur 18-19 hari, sebagian besar anak-anak ayam yang mati itu memperlihatkan pembentukan paruh yang tidak sempurna karena kekurangan kalsium (Ca) pada cangkang telur (Sarwono,1997:9-10).

Cangkang merupakan bagian telur yang paling luar dan keras. Bagian ini tersusun dari 95,1% garam-garam anorganik, 3,3% bahan organik (terutama protein), dan 1,6% air. Bahan-bahan anorganik terdiri dari kalsium (Ca), magnesium (Mg), fosfor (P), besi (Fe), dan belerang (S). Bahan-bahan itu terdapat dalam bentuk persenyawaan garam-garaman, terutama dalam bentuk persenyawaan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sekitar 98,5% (Sarwono,1997:7). Dengan demikian cangkang berperan sebagai sumber utama kalsium.

Setelah cangkang, bagian dalam yang lapisannya paling tebal adalah putih telur (albumen). Putih telur terdiri dari putih telur encer dan putih telur kental (Nuryati, 2000:11). Putih telur mengandung lima jenis protein, yaitu ovalbumin, ovomukoid, ovomusin, ovokonalbumin, dan ovoglobulin. Di dalam putih telur juga



terdapat protein antimikroba yang disebut lisozim (Sarwono,1997:10). Daerah pusat putih telur terdapat kuning telur yang merupakan bagian yang paling penting pada isi telur. Kuning telur terdiri dari air, protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin. Protein pada kuning telur terdiri dari dua macam, yaitu ovovitelin, dan ovolivitelin. Selain itu, pada bagian kuning telur ini paling banyak tersimpan zat-zat gizi yang sangat menunjang perkembangan embrio (Sarwono,1997:11).

Perkembangan embrio ayam terjadi di luar tubuh induknya, dan berlangsung selama 21 hari. Selama perkembangannya, embrio memperoleh makanan dan perlindungan dari telur yang berupa kuning telur, putih telur dan cangkang (Nuryati,1998:30). Pada waktu telur menetas, hanya dapat dilihat anak ayam baru menetas dan pecahan cangkang telur. Sedangkan kuning telur dan putih telur sudah habis terserap (Sukra, 2000:99-100).

Sejalan dengan pembentukan embrio pada ayam terjadi proses pembentukan organ tubuh embrio yang disebut organogenesis. Organogenesis merupakan gabungan dua periode, yaitu pertumbuhan antara dan pertumbuhan akhir. Pada pertumbuhan antara terjadi transformasi dan differensiasi bagian-bagian tubuh embrio dari bentuk primitif menjadi bentuk definitif. Pada periode ini embrio akan memiliki bentuk yang khusus bagi spesies. Pada pertumbuhan akhir terjadi penyelesaian secara halus bentuk definitif menjadi ciri suatu individu (Yatim,1994:207).

Pada proses organogenesis diperlukan kalsium. Kalsium merupakan zat penting untuk hidup. Semua sel dalam tubuh seperti jantung, otot, saraf dan sebagainya bergantung pada kalsium untuk berfungsi sebagaimana mestinya. Di dalam tubuh, kalsium terdapat di 3 tempat, yaitu tulang dan gigi, di dalam sel, dan di dalam darah. Darah membawa kalsium ke seluruh tubuh termasuk organ-organ tubuh (Immunotec, 2004). Sedangkan, tulang sangat penting dalam menjaga keseimbangan kalsium dan darah. Tulang merupakan kotak tempat penyimpanan kalsium. Ketika kalsium dalam darah berlebih dari batas normal, kalsium akan keluar dari darah masuk ke tulang untuk disimpan. Sebaliknya, ketika kalsium dalam darah berkurang dari batas normal, kalsium akan bergerak berlainan arah, kalsium akan keluar dari



tempat penyimpanan di tulang dan menuju ke darah (Anthony & Thibdeau, 1984). Dengan demikian, peran kalsium ini sangat penting. Mineral ini terdapat dalam jumlah relatif besar dalam tubuh hewan. Kurang lebih 99% dari Ca dalam tubuh terdapat dalam tulang dan gigi. Jumlah Ca yang 1% terdapat dalam cairan tubuh, sebagian dalam keadaan terionisasi (Togatorop, 1982:9).

Penelitian tentang kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium organ dalam perkembangan embrio ayam belum pernah diteliti. Penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan kalsium dan perkembangan embrio antara lain: Pengaruh Penggunaan Kerabang Telur dalam Ransum terhadap Kadar Kalsium di Mukosa Usus Halus, Plasma Darah, Tibia dan Ekskreta Ayam Petelur (Hermaya, 1999) dengan hasil yaitu terdapat pengaruh penggunaan kerabang telur dalam ransum terhadap kadar kalsium di mukosa usus halus, plasma darah, tibia dan ekskreta ayam petelur. Hubungan Porositas Kerabang dengan Perkembangan Embrional Ayam Boiler (Kamil, 1992) dengan hasil yaitu terdapat interaksi pengaruh yang sangat nyata antara perkembangan embrional dengan bagian telur terhadap tebal dan porositas kerabang dan tidak terdapat hubungan yang nyata antara tebal kerabang dengan porositas kerabang baik dari kerabang embrio yang hidup maupun yang mati.

Berdasarkan uraian diatas perlu diteliti permasalahan tentang "*Hubungan Kadar Kalsium Cangkang Telur Dengan Kadar Kalsium Organ pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam Kampung (Gallus gallus domesticus)*".

## 1.2 Pokok Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- 1) Adakah hubungan kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ pada tahapan perkembangan embrio ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*)?
- 2) Apakah terdapat perubahan kadar Ca dalam cangkang dari tahap ke tahapan perkembangan embrio ayam?



### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Untuk mengetahui adanya hubungan kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ pada tahapan perkembangan embrio ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*).
- 2) Untuk mengetahui kadar kalsium cangkang dari tahap ke tahapan pada perkembangan embrio ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*).

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat:

- 1) Memberikan tambahan informasi dan wawasan tentang sumber kalsium yang diperlukan bagi tubuh.
- 2) Digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan bagi penelitian lebih lanjut yang berhubungan dengan sumber kalsium dan perkembangan embrio.





## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Struktur Cangkang.

Cangkang merupakan bagian telur yang paling luar dan keras. Secara khas cangkang ayam disusun oleh suatu lapisan luar yang tipis yang disebut dengan kutikula, dan dibawahnya ditemukan suatu lapisan tebal yang bersifat kalsium yang biasanya dianggap sebagai cangkang sebenarnya atau lapisan bunga karang dan akhirnya membran cangkang berjumlah dua (Kamil,1992:4).

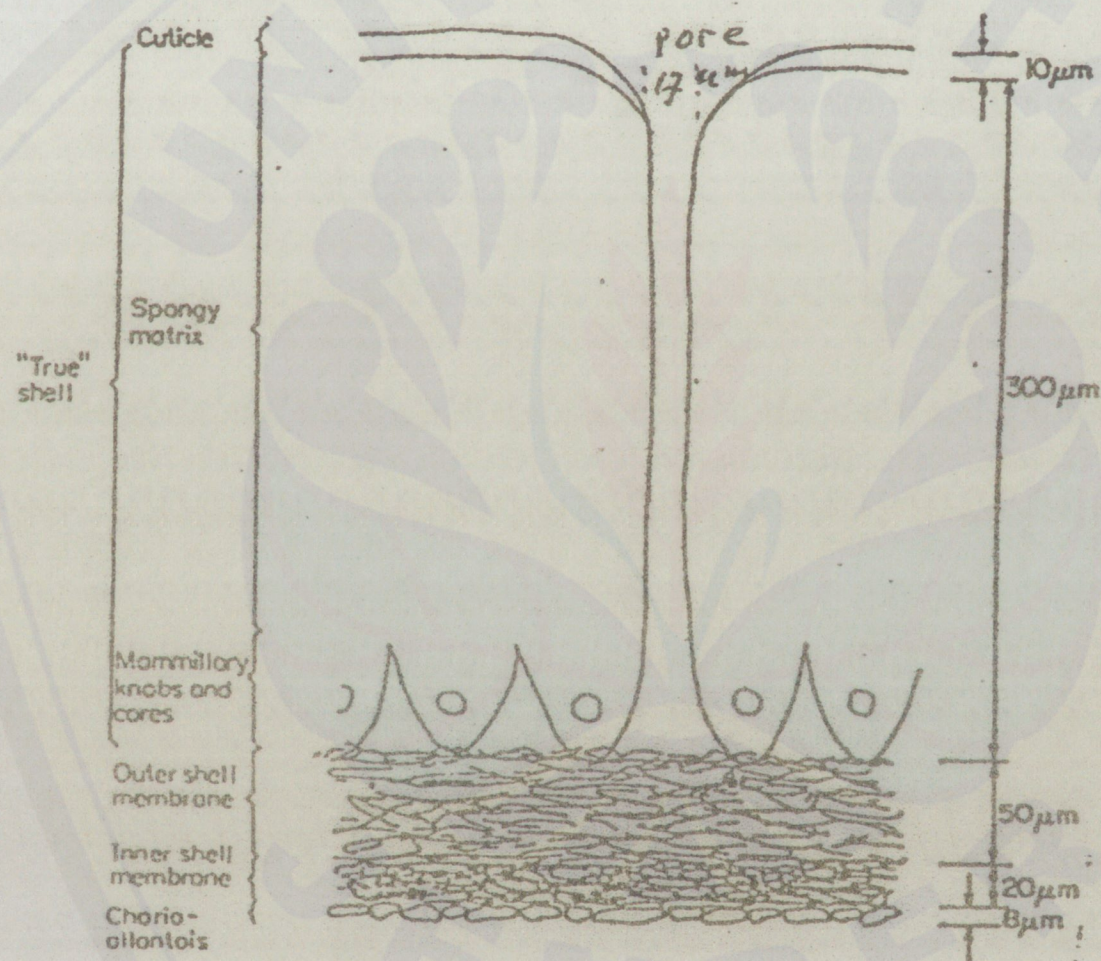
Menurut Simons dan Wiertz, 1963 *dalam* (Kamil,1992:4), kutikula terdiri dari peptida (90%) dan karbohidrat (10%) dan mempunyai tebal yang bervariasi meskipun pada cangkang yang sama. Pada telur ayam, tebal lapisan ini berkisar antara 3-10 mikron (Nuryati, 2000:10). Kadang-kadang kutikula tampak sebagai suatu struktur berlapis dua yang menggambarkan perbedaan komposisinya. Fungsinya sebagai penangkis air (Kamil,1992:4).

Di bawah kutikula terdapat lapisan bunga karang yang biasanya disebut dengan cangkang yang sebenarnya. Ini disusun hampir seluruhnya oleh kalsium murni yang berupa senyawa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan kalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), serta magnesium fosfat ( $\text{Mg}_3\text{PO}_4(2)$ ). Selain kalsium, lapisan ini juga terdapat protein serabut yang berbentuk anyaman (Sarwono,1997:7).

Membran cangkang bagian luar dan lapisan mamila dalam kontak yang dekat sekali dan dalam unggas domestik serat-serat membran sebenarnya menembus ke dalam mencapai 20  $\mu\text{m}$ . Kedua membran kulit bersifat serat dan tersusun dari protein, karbohidrat, dan air. Lubang yang dibentuk oleh serat membran bagian luar menjadi lebih rapat secara internal, dalam unggas domestik 10  $\mu\text{m}$  pada permukaan bagian luar dan 1  $\mu\text{m}$  pada permukaan bagian dalam. Membran kulit bagian dalam biasanya lebih tipis dari pada bagian luar tetapi mempunyai lubang yang lebih rapat



(Kamil,1992:5). Tayler,1961 *dalam* (Kamil,1992:7) menyatakan ada variasi yang luas pada tebal cangkang tidak hanya antara telur yang ditelurkan oleh ayam yang berbeda tetapi juga dalam telur yang sama. Dengan struktur sedemikian menyebabkan cangkang telur cukup kuat untuk melindungi janin selama 20 hari pengeraman. Namun cangkang ini dapat dengan mudah dipecahkan sehingga anak ayam dapat keluar (Yahya, 1998). Struktur dasar cangkang ayam diilustrasikan pada gambar 2.1 (Stadelman dan Owen, 1995:107).



Gambar 2.1 Kerabang, membran dan chorion alantois pada ayam

## 2.2 Kalsium

Kalsium merupakan mineral yang paling berlimpah dan terpenting yang terdapat pada tubuh anak ayam dan telur (Saki, 1974). Menurut Yatim (1987:155), kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam sel, terutama pada



tulang dan gigi. Sebagian besar (99%) kalsium terdapat dalam tulang dan gigi, sisanya berada dalam darah dan jaringan lunak tubuh (Kalbe, 2004).

Menurut Armen H.P *dalam* Admin (2003), kalsium merupakan unsur yang paling esensial dalam pembentukan kulit telur dan pada kulit sebuah telur terdapat sekitar 2 gram kalsium. Kalsium tersebut dalam bentuk kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), yang terbentuk dalam jaringan kulit di dalam saluran oviduk ayam.

Semua benda hidup menunjukkan daya mekanisme baik untuk mempertahankan kalsium serta menjaga kestabilan konsentrasi cairan intraselular dan ekstraseluler. Kenyataannya, fungsi fisiologis yang diperankan oleh kalsium sangat penting untuk mempertahankan konsentrasi dalam menghadapi defisiensi dengan mekanisme demineralisasi tulang sehingga hypokalsimia. Tulang menyediakan semua sumber kalsium penting dan tersedia untuk memelihara konsentrasi kalsium ekstraseluler normal sampai 50% yang terionisasi (Ca) dan aktif secara fisiologis (Priyatmoko, 1997:10).

### 2.3 Peranan Kalsium

Kalsium mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan biologik. Kalsium mempunyai fungsi struktural dan regulator. Sebagai fungsi struktural, kalsium merupakan penyusun tulang, gigi, dan jaringan lunak. Sebagai regulator, kalsium berperan mengatur proses-proses sebagai berikut: transmisi neuromuskular dari rangsangan khemis maupun elektrik, sekresi selular, pembekuan darah, kontraksi dan relaksasi otot, integritas membran, aktivitas enzim, sekresi dan aktivitas hormon, dan lain-lain (Susilawati, 1999:6).

Menurut Winarno (2002: 154), peranan kalsium dalam tubuh pada umumnya dapat dibagi 2, yaitu membantu membentuk tulang dan gigi dan mengukur proses biologis dalam tubuh. Keperluan kalsium terbesar pada waktu pertumbuhan, tetapi juga keperluan-keperluan kalsium masih diteruskan meskipun sudah mencapai usia dewasa.



Kalsium mutlak diperlukan oleh makhluk hidup karena diperlukan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan tulang dan gigi, membantu pengerutan otot dan pembekuan darah (Anonim, 1990: 88). Kalsium dan fosfor bertanggung jawab terhadap fungsi struktural yang melibatkan tulang dan jaringan lunak dan bagi pengaturan fungsi sebagai transmisi neuromuskular stimulasi, proses biokimia dan elektrik, sekresi seluler, pembekuan darah, transport oksigen dan aktivitas enzim (Priyatmoko,1997:10).

Dari jumlah dan bentuk Ca yang terdapat dalam tubuh merupakan pentingnya peranan Ca tersebut. Peranan ini dimanifestasikan dalam bentuk fungsi Ca sebagai berikut:

1. Fungsi utama Ca sebagai unsur pembentuk kerangka dari cangkang telur serta mempertahankan kerangka tersebut.
2. Kalsium yang terdapat dalam cairan tubuh sebagai bentuk ion adalah sangat penting dalam proses pembekuan darah, mempertahankan kepekaan normal jantung, otot, syaraf dan dalam aspek permeabilitas membran yang berlainan.
3. Mempunyai peranan dalam aktivitas beberapa enzim sebagai aktivator.

Kalsium membantu mengatur aliran ion melintasi (keluar masuk) dinding sel (Togatorop,1982:10-12).

#### 2.4 Kadar Kalsium dalam Cangkang Telur.

Cangkang merupakan bagian telur yang paling luar dan paling keras. Cangkang terdiri dari bagian-bagian yang sangat kuat dan kaku. Cangkang ini berfungsi sebagai penghalang atau penjaga isi telur dari serangan bibit perusak dari luar (Sarwono,1997:8). Secara khas cangkang ayam disusun oleh suatu lapisan luar yang tipis yang disebut dengan kutikula yang merupakan lapisan paling luar yang menyelubungi seluruh permukaan telur, dan dibawahnya ditemukan suatu lapisan tebal yang bersifat kalsium yang biasanya dianggap sebagai cangkang sebenarnya atau lapisan bunga karang (Kamil,1992:4) yang terdiri dari protein dan senyawa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan kalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), serta magnesium karbonat



( $\text{MgCO}_3$ ) dan magnesium fosfat ( $\text{MgPO}_4(2)$ ) (Sarwono,1997:8) sehingga lapisan ini hampir seluruhnya disusun oleh "kalsium" murni.

Cangkang tersusun dari 95,1% garam-garam anorganik, 3,3% bahan organik dan 1,6% air. Bahan-bahan anorganik yang membentuk cangkang terdiri dari kalsium (Ca), magnesium (Mg), fosfor (P), besi (Fe) dan belerang (S). Bahan-bahan itu terdapat dalam bentuk persenyawaan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sekitar 98,5% dan magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ) sekitar 0,85% (Sarwono,1997:7). Menurut Romanoff dan Romanoff, 1949 dalam Stadelman dan Owen (1995:107) menyatakan bahwa komposisi cangkang telur terdiri dari unsur yaitu 98,2% zat kapur, 0,9% magnesium, dan 0,9% fosfor. Pada cangkang telur terdapat sekitar 2 gram kalsium. Kalsium tersebut dalam bentuk kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang berperan sebagai sumber utama kalsium untuk perkembangan embrio (Nuryati, 2000:10).

Menurut Saki (1974), kalsium yang terdapat dalam sebutir telur berjumlah 1,975 gram dan fosfor berjumlah 0,115 gram. Secara kuantitatif Ca ini sangat penting peranannya, sebab mineral ini terdapat dalam jumlah relatif besar dalam tubuh hewan. Bersamaan dengan mineral, meliputi lebih dari 70-80% dari mineral dari tubuh. Lebih kurang 99% dari Ca dalam tubuh terletak atau terdapat dalam kerangka (tulang dan gigi), jumlah Ca yang sedikit itu (sekitar 1%) terdapat dalam cairan tubuh dan jaringan lunak, dimana sebagian terionisasi (Togatorop,1982:9).

## 2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kadar Kalsium.

Kalsium merupakan mineral-mineral yang diperlukan atau didapatkan dalam jumlah relatif besar di dalam tubuh hewan (Togatorop,1982:5). Kalsium juga merupakan mineral yang terpenting pada tubuh anak ayam dan telur. Kalsium yang terdapat dalam sebutir telur berjumlah 1,975 gram (Saki,1974). Menurut Custerkout, 1980 dalam Togatorop (1982:24), kebutuhan Ca untuk ayam petelur ialah 3,75% dengan kandungan P dapat digunakan 0,35% akan menghasilkan bobot cangkang yang baik.



## 2.6 Tahapan Perkembangan Embrio Ayam.

Pada unggas sebenarnya pertumbuhan dan perkembangan embryonal sudah terjadi sesaat setelah fertilisasi, tepatnya di infundibulum dalam tubuh induknya, namun untuk selanjutnya hampir sebagian besar terjadi diluar tubuh induk. Dengan demikian pertumbuhan dan perkembangan embryonal sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan (Oluyemi dan Robert,1979 *dalam* Kamil,1992:8).

Masa inkubasi sesungguhnya merupakan serangkaian proses yang sangat ekstrim dan kompleks, karena dalam hal ini terjadi beberapa peristiwa yang meliputi perubahan anatomi, morfologi, fisiologi dan biokimia (Prasetyorini,1984 *dalam* Kamil,1992:8). Bersamaan dengan peristiwa tersebut berlangsung kegiatan absorpsi zat makanan yang diambil dari sumber sekitarnya (kuning telur), kegiatan tersebut akan semakin meningkat dengan berkembangnya aktifitas pembagian sel (Soeharsono,1976 *dalam* Kamil,1992:8).

Selain dari kuning telur, selama berkembangnya embrio memperoleh makanan dan perlindungan dari putih telur dan cangkang telur (Nuryati,2000:30). Kuning telur mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan serta mineral seperti: besi, fosfor, sedikit kalsium, dan vitamin B kompleks. Sebagian protein (50%) dan semua lemak terdapat pada kuning telur dan putih telur mengandung lima jenis protein. Hal itu diperlukan, karena kelak yolk digunakan untuk pembentukan bagian dalam tubuh ayam (Rasyaf,1991:20). Anak ayam yang tengah tumbuh membutuhkan sumber energi, kalsium untuk perkembangan tulangnya, perlindungan cairannya, perlindungan terhadap bakteri, dan guncangan pada tubuhnya (Yahya, 1998). Embryo ayam sangat bergantung pada kuning telur, putih telur dan cangkang telur selama proses inkubasi berlangsung. (Sudaryani,1996:20-21).

Beberapa faktor yang turut menunjang berhasilnya pertumbuhan dan perkembangan embrional, antar lain faktor fisik dari telur yang akan ditetaskan, perlakuan terhadap telur-telur sebelum dimasukkan ke dalam mesin tetas dan yang paling menonjol adalah faktor lingkungan luar (mengingat selama pertumbuhan dan perkembangan embrio berlangsung, diperlukan lingkungan yang memadai



diantaranya suhu, kelembapan dan ventilasi) (Oluyemi dan Robert, 1979 dalam Kamil, 1992:9).

Aktivitas dan pertumbuhan embrional pada ayam berlangsung selama 21 hari (480-505 jam) (Nuryati, 2000:30) dan dalam kurun waktu tersebut terjadi beberapa tahap perkembangan, yaitu terbentuknya sistem sirkulasi sampai pembentukan organ-organ, sistem organ sampai organisme. Sehingga pada akhir masa inkubasi embrio telah menjadi anak ayam yang siap keluar dari cangkang, sebagai berikut:

Menurut Romanoff (1998:9), tahapan perkembangan embrio ayam adalah sebagai berikut:

1. Hari Kesatu

- 16 jam: awal pembentukan embrio ayam
- 18 jam: awal pembentukan saluran pencernaan
- 22 jam: daun kepala mulai terbentuk
- 23 jam: menyerupai pulau-pulau darah, sirkulasi membran vitellin
- 24 jam: mulai pembentukan mata

2. Hari Kedua

- 25 jam: jantung mulai terbentuk
- 35 jam: telinga mulai terbentuk
- 42 jam: jantung mulai berdenyut

3. Hari Ketiga

- 50 jam: terbentuk amnion
- 60 jam: terbentuk hidung
- 62 jam: terbentuk kaki
- 64 jam: terbentuk sayap
- 70 jam: terbentuk allantois

4. Hari Keempat

- Terbentuk lidah.
- Somit memperpanjang ke bagian ekor.
- Jari kaki mulai terbentuk



- Bulu terlihat pada bagian atas sternum.
- Kelopak mata bagian bawah mulai berkembang/ tumbuh.

11. Hari Kesebelas

- Kuku jari kaki mulai membengkok ke bawah.
- Bulu bagian belakang dan ekor mulai terlihat panjang, meruncing kerucut.
- Paruh mulai mengeras.
- Jengger nampak bergerigi.
- Embrio mulai menarik cangkang untuk pertumbuhan tulang.

12. Hari Keduabelas

- Sisik terlihat pada kaki bagian bawah.
- Embrio terus tumbuh dan bergerak.

13. Hari Ketigabelas

- Jari dan ujung sayap tertutup oleh papila bulu.
- Tulang selangka kiri dan kanan menyatu membentuk tulang garpu.

14. Hari Keempatbelas

- Embrio memutar, kepala mengarah ke bagian telur yang tumpul.
- Osifikasi tulang tengkorak.

15. Hari Kelimabelas

- Kuku/cakar dan paruh menjadi tajam dan menanduk.

16. Hari Keenambelas

- Paruh memutar mengarah ke rongga udara.
- Rongga chorio-allantoic dibentuk pada permukaan bagian dalam cangkang.

17. Hari Ketujuhbelas

- Paruh sudah berada pada rongga udara

18. Hari Kedelapanbelas

- Paruh merobek membrane cangkang bagian dalam.
- Paru-paru mulai berfungsi.



19. Hari Kesembilanbelas

- Kantung kuning telur masuk/ terserap ke dalam tubuh embrio.

20. Hari Keduapuluh

- Kantung kuning telur terserap seluruhnya ke dalam tubuh embrio. Praktis embrio mengisi semua tempat dalam telur kecuali rongga udara.
- embrio menggunakan rongga udara untuk bernafas.

21. Hari Keduapuluhsatu

- Leher mulai bergerak, gigi pematuk (*egg tooth*) mematuk cangkang.
- Anak ayam menetas.

### 2.7 Hipotesis Penelitian

Dari landasan teori yang telah disajikan, maka hipotesis penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Ada hubungan antara kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ pada tahapan perkembangan embrio ayam.
- 2) Kadar kalsium cangkang semakin berkurang dengan semakin kompleksnya tahapan perkembangan embrio ayam.





## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember dan Laboratorium Produksi Ternak Jurusan Peternakan Politenik Negeri Jember. Penelitian dilakukan pada tanggal 23 Januari – 20 Februari 2006.

### 3.3 Identifikasi Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Kadar kalsium cangkang telur pada tahapan perkembangan embrio ayam umur 12, 14, 16, 18 dan 20 hari setelah inkubasi.

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Kadar kalsium organ (jantung, hati, dan mata) pada tahapan perkembangan embrio ayam umur 12, 14, 16, 18 dan 20 hari setelah inkubasi.

### 3.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini jelas maka penulis membatasi masalah sebagai berikut:

- 1) Kadar kalsium organ dalam tahapan perkembangan embrio ayam yang diteliti yaitu: kadar kalsium pada organ jantung, hati, dan mata. Hanya organ ini yang diteliti untuk mewakili organ yang lainnya.



- 2) Tahapan perkembangan embrio ayam yang diteliti yaitu umur 12, 14, 16, 18 dan 20 hari.

### 3.5 Sampel Penelitian

#### 3.5.1 Cara Pengambilan Sampel Penelitian

Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan cara *Random Sampling*. Lokasi pengambilan sampel di peternakan Ibu Suwarno di Sukorejo Jember.

#### 3.5.2 Kriteria Sampel Penelitian

Telur ayam yang digunakan sebagai sampel penelitian dipilih dengan kriteria:

- 1) Berat telur  $\bar{X} \pm SD$  berkisar antara 30-35 gram.
- 2) Telur berasal dari peternakan yang sama dengan asumsi makanan sama.
- 3) Besar telur sama (bagian tengah) yaitu 3,52-3,84 cm.
- 4) Berasal dari induk yang sama .
- 5) Telur fertil.

#### 3.5.3 Jumlah Sampel Penelitian

Jumlah sampel penelitian sebanyak 15 butir telur yang kemudian diinkubasikan. Dalam penelitian ini, kadar kalsium diukur pada tiga organ embrio ayam, yaitu jantung, hati, dan mata dengan 3 kali ulangan.

### 3.6 Desain Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) selama proses penetasan telur pada hari ke 12, 14, 16, 18 dan 20 dengan desain penelitian sebagai berikut:



Tabel 3.1 Kadar kalsium pada tiap pengamatan

Umur embrio (Hari)	Ulangan	Kadar Kalsium (%)			
		Cangkang	Hati	Jantung	Mata
12	1				
	2				
	3				
	Rerata				
	SD				
14	1				
	2				
	3				
	Rerata				
	SD				
16	1				
	2				
	3				
	Rerata				
	SD				
18	1				
	2				
	3				
	Rerata				
	SD				
20	1				
	2				
	3				
	Rerata				
	SD				

### 3.7 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.7.1 Alat

*Flamephotometer* (Shimazu AA-670) untuk menganalisis kadar kalsium, timbangan telur, jangka sorong untuk mengukur diameter telur, cawan petri, desikator, alat seksi, neraca analitik (*Analytical Plus* OHAUS ketelitian  $1 \times 10^{-4}$  gr), labu ukur, gelas piala, pipet ukur, pipet tetes, pengaduk dan gelas arloji, oven, *stirrer*, mortal, dan mesin tetas.



### 3.8.2 Pengelolaan Sampel

#### a. Cangkang

- 1) Cangkang dikeringkan dalam oven pada temperatur 40 °C selama 2 hari.
- 2) Cangkang digiling sampai halus dan diperoleh serbuk.
- 3) Kemudian untuk pengeringan total, serbuk tersebut dipanaskan dalam oven pada temperatur 70 °C selama 1 hari. Selanjutnya dimasukkan dalam desikator selama 2 jam.

#### b. Organ (jantung, hati, dan mata)

- 1) Organ (jantung, hati, dan mata) dikeringkan dalam oven pada temperatur 40 °C selama 2 hari.
- 2) Organ tersebut dipotong-potong kecil sekitar 1 x 1 mm<sup>2</sup>.
- 3) Kemudian untuk pengeringan total, potongan tersebut dipanaskan dalam oven pada temperatur 70 °C selama 1 hari. Selanjutnya dimasukkan dalam desikator selama 2 jam.

### 3.8.3 Pembuatan Larutan Sampel

- 1) Sampel yang sudah dikeringkan ditimbang (Lampiran C), kemudian dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan larutan HNO<sub>3</sub> pa 2 ml dan HCL pa 1 ml lalu diencerkan dengan menambahkan akuades deionisasi hingga larutan menjadi 10 ml.
- 2) Larutan sampel selanjutnya diaduk menggunakan *stirrer* hingga warna larutannya berubah dari yang semula kuning menjadi jernih dan volume larutannya menjadi setengah dari larutan semula.

### 3.8.4 Pembuatan Larutan Standar dan Kurva Kalibrasi

- 1) Larutan standar 1000 ppm Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> diambil 0,2 ml; 0,4 ml; 0,6 ml; 0,8 ml; 1 ml; 2 ml; 4 ml; 6 ml; dan 8 ml lalu diencerkan menggunakan akuades sampai tanda batas dalam labu ukur 10 ml. Sehingga diperoleh konsentrasi larutan standar 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, dan 800 ppm.



- 2) Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengukur emisi konsentrasi larutan standar 0 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, dan 800 ppm pada panjang gelombang kalsium sehingga di peroleh nilai absorban. Nilai absorban berfungsi sebagai fungsi “y” dan konsentrasi larutan standar sebagai fungsi “x”, sehingga dari hasil pengukuran absorban larutan standar dapat diperoleh persamaan garis regresi linier dengan rumus:  $y = ax + b$  (Greenberg,1979).

#### 3.8.5 Pengukuran Sampel

- 1) Sebelum larutan sampel mulai diukur, terlebih dahulu digunakan aquades dalam menetralkan alat *flamephotometer* hingga angka pada layar *flamephotometer* menjadi 0.
- 2) Pengukuran konsentrasi kalsium dalam sampel dimulai dengan cara mengukur emisi larutan sampel dengan 3 kali ulangan dan diambil rata-rata.
- 3) Kemudian perhitungan kadar kalsium dilakukan dengan cara mensubtitusikan variabel “y” dalam persamaan garis regresi linier dengan nilai absorban dari larutan sampel.

#### 3.8.6 Analisis Kadar Kalsium

Analisis kadar kalsium cangkang telur dan organ embrio ayam (jantung, hati, dan mata) dengan menggunakan *flamephotometer*.

### 3.9 Analisis Data

Untuk mengetahui hubungan kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ pada tahapan perkembangan embrio ayam digunakan analisis regresi korelasi. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan program *SPSS for windows* versi 10.



Jika nilai P (signifikansi) sebagai berikut:

$P < 0,01$  : sangat signifikan

$P 0,01 - 0,05$  : signifikan

$P > 0,05$  : tidak signifikan

Jika nilai r (koefisien korelasi) sebagai berikut:

$r : 0,008 - 1,00$  : korelasi tinggi

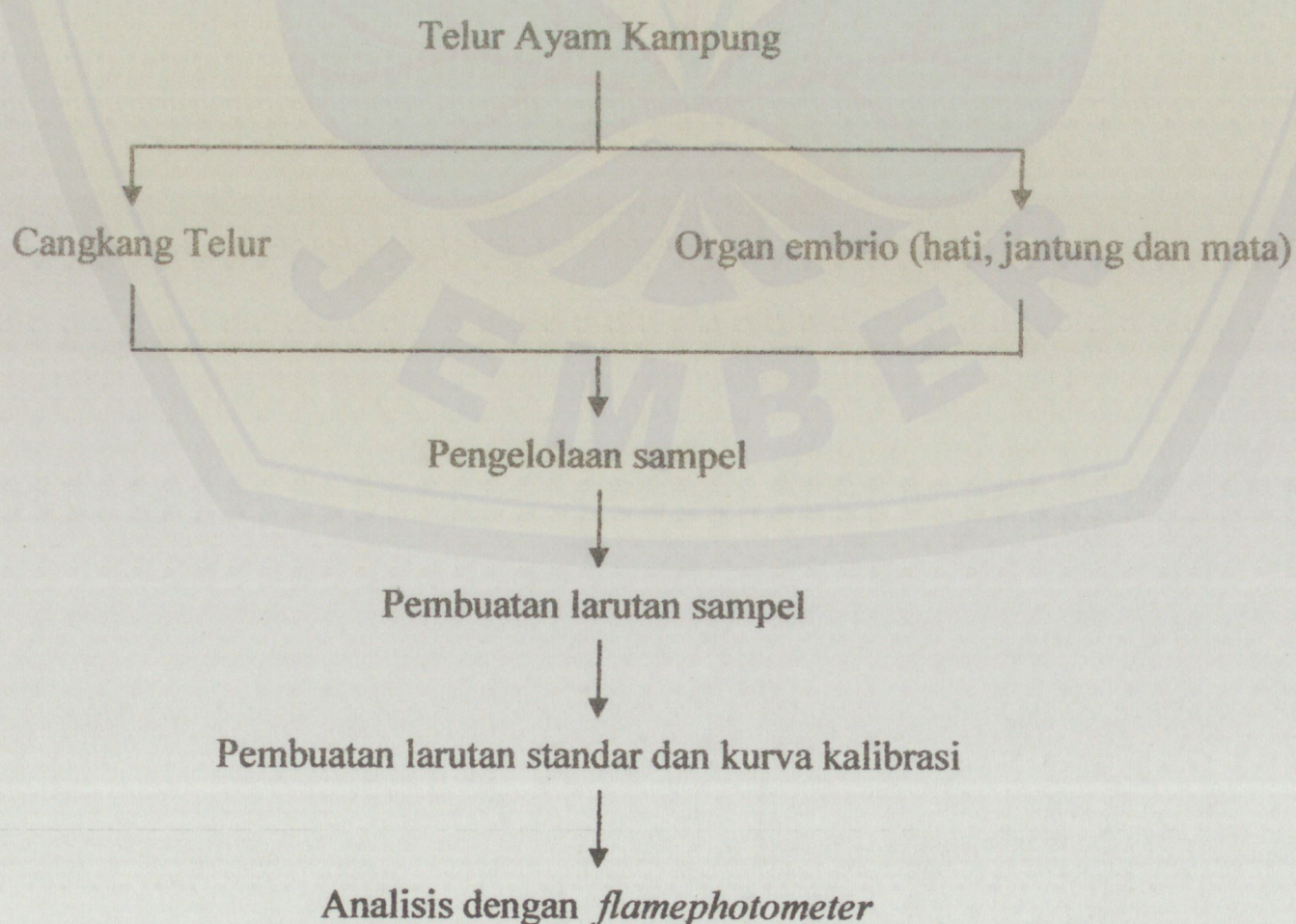
$r : 0,006 - 0,008$  : korelasi cukup

$r : 0,004 - 0,006$  : korelasi agak rendah

$r : 0,002 - 0,004$  : korelasi rendah

$r : 0,000 - 0,002$  : tidak berkorelasi (Sudjana, 1992: 68)

### 3.10 Alur Penelitian





Tabel 4.1 Hasil Rata-rata Kadar Kalsium Cangkang Telur dan Organ Hati, Jantung dan Mata Pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam Kampung

## BAB 4. HASIL DAN ANALISIS DATA

### 4.1 Hasil Penelitian

Hasil pengukuran kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium organ hati, jantung dan mata pada tahapan perkembangan embrio ayam dengan menggunakan pengukuran *flamephotometer* sebagai berikut: kadar kalsium cangkang, pada hari ke-12 masa inkubasi sebesar 29,26% semakin menurun pada tahapan selanjutnya hingga pada hari ke-20 kadar kalsium cangkang hanya 16,89%. Sedangkan kadar kalsium hati, pada hari ke-12 sebesar 3,89% semakin meningkat pada tahapan selanjutnya hingga pada hari ke-20 kadar kalsium hati sebesar 5,45% dan hal yang sama terjadi pada organ jantung dimana kadar kalsium jantung, pada hari ke-12 sebesar 7,16% semakin meningkat pada tahapan selanjutnya hingga pada hari ke-20 kadar kalsium jantung sebesar 8,38%. Begitu juga kadar kalsium mata, pada hari ke-12 sebesar 3,37% semakin meningkat pada tahapan selanjutnya hingga pada hari ke-20 kadar kalsium mata sebesar 5,07% (Tabel 4.1). Hal ini menunjukkan bahwa semakin kompleks tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang sedangkan kadar kalsium organ hati, jantung dan mata semakin meningkat.

Dari data yang dihasilkan pada percobaan ini, urutan persentase rata-rata kadar kalsium organ hari ke-20 mulai dari tertinggi sampai terendah secara berturut-turut sebagai berikut: organ jantung ( $8,38 \pm 0,91\%$ ), hati ( $5,45 \pm 0,47\%$ ), dan mata ( $5,07 \pm 0,04\%$ ). Hal ini menyatakan bahwa organ yang paling banyak menggunakan kalsium adalah organ jantung sedangkan organ yang sedikit menggunakan kalsium adalah organ mata (tabel 4.1).



## 4.2 Analisis Data

Berdasarkan hasil analisis korelasi, didapatkan nilai koefisien korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ (hati, jantung dan mata) pada tahapan perkembangan embrio ayam sebagai berikut.

### 4.2.1 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Hati

Hasil analisis korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ hati disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Analisis Korelasi Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Hati

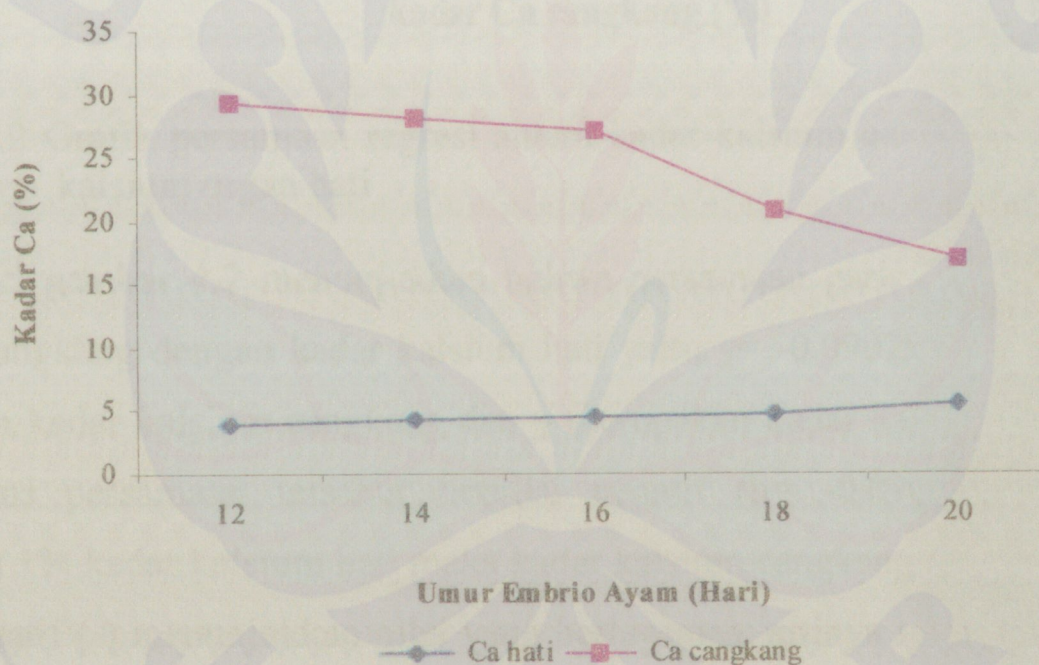
	$\Sigma$ sampel	Koefisien korelasi	Signifikansi
Tahapan Perkembangan	15	-0,841	0,000
Cangkang	15		
Tahapan Perkembangan	15	0,859	0,000
Hati	15		
Cangkang	15	-0,826	0,000
Hati	15		

Dari hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa korelasi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium cangkang sebesar -0,841 dengan signifikansi 0,000. Artinya terdapat korelasi yang tinggi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium cangkang, dimana semakin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang. Korelasi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium hati sebesar 0,859 dengan signifikansi 0,000. Artinya terdapat korelasi yang tinggi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium hati, makin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium hati semakin bertambah. Sedangkan korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati sebesar -0,826. Artinya antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium



hati memiliki korelasi yang tinggi. Nilai negatif pada koefisien korelasi menunjukkan arah korelasi yang nilainya berlawanan (Suharsimi, 1998:248). Artinya semakin rendah kadar kalsium cangkang maka kadar kalsium hati semakin tinggi. Pada tabel analisis di atas, korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati menunjukkan signifikansi sebesar 0,000 artinya terdapat hubungan yang sangat signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati, karena signifikansi di bawah 0,01.

Besarnya kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium organ hati pada tahapan perkembangan embrio ayam dapat dilihat pada Gambar 4.1

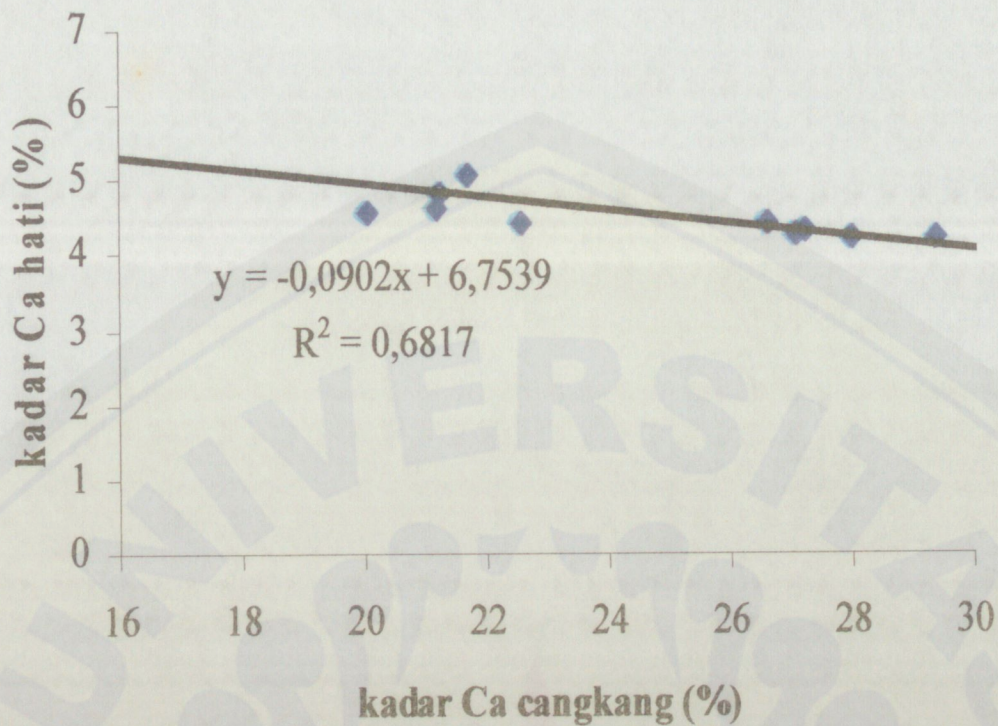


Gambar 4.1 Grafik besarnya kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium organ hati pada tahapan perkembangan embrio ayam

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam, maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang, sedangkan kadar kalsium hati semakin bertambah.

Hubungan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati dapat digambarkan dengan persamaan regresi. Hubungan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati dapat dilihat pada Gambar 4.2





Gambar 4.2 Grafik persamaan regresi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ hati

Dari gambar 4.2 menunjukkan bahwa persamaan garis regresi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati yaitu  $y = -0,0902x + 6,7539$  dimana  $x$  merupakan kadar kalsium cangkang dan  $y$  merupakan kadar kalsium hati. Koefisien regresi dari persamaan tersebut bernilai negatif ( $b = -0,0902$ ). Artinya, setiap bertambah 1% kadar kalsium hati maka kadar kalsium cangkang berkurang 0,0902%. Tanda negatif (-) menunjukkan nilai yang berlawanan, artinya semakin rendah kadar kalsium cangkang maka kadar kalsium organ hati semakin tinggi. Pada persamaan garis regresi terdapat nilai  $R^2$  (*R Square*) sebesar 0,6817 atau 68,17%. Artinya besarnya pengaruh kadar kalsium cangkang terhadap kadar kalsium organ hati adalah 68,17% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh sumber nutrisi lain dari telur selain cangkang.



#### 4.2.2 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Jantung

Hasil analisis korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ jantung disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Analisis Korelasi Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Jantung

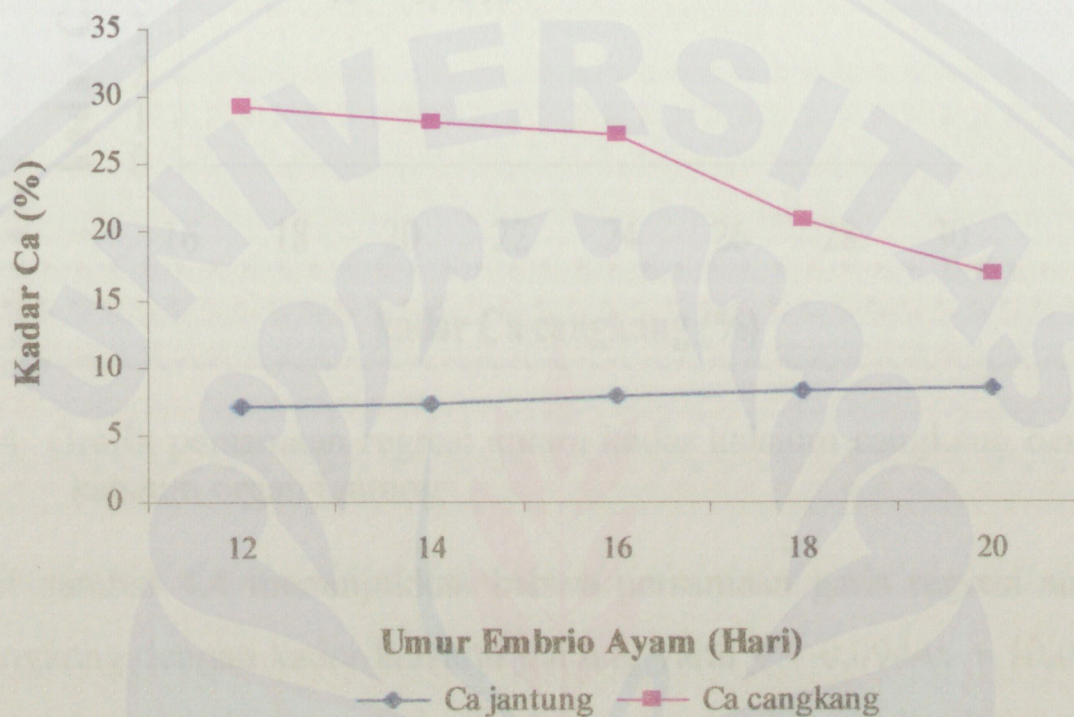
	$\Sigma$ sampel	Koefisien korelasi	Signifikansi
Tahapan Perkembangan Cangkang	15	-0,841	0,000
Tahapan Perkembangan Jantung	15	0,619	0,014
Cangkang Jantung	15	-0,634	0,011

Dari hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa korelasi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium cangkang sebesar -0,841 dengan signifikansi 0,000. Artinya terdapat korelasi yang tinggi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium cangkang, dimana semakin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang. Korelasi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium jantung sebesar 0,619 dengan signifikansi 0,014. Artinya terdapat korelasi yang cukup antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium jantung, makin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium jantung semakin bertambah. Sedangkan korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung sebesar -0,634. Artinya antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung memiliki korelasi yang cukup. Nilai negatif pada koefisien korelasi menunjukkan arah korelasi yang nilainya berlawanan. Artinya semakin rendah kadar kalsium cangkang maka kadar kalsium jantung semakin tinggi. Pada tabel analisis di atas, korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung menunjukkan signifikansi sebesar 0,011 artinya terdapat hubungan



yang signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung, karena signifikansi di bawah 0,05.

Besarnya kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium jantung pada tahapan perkembangan embrio ayam dapat dilihat pada Gambar 4.3

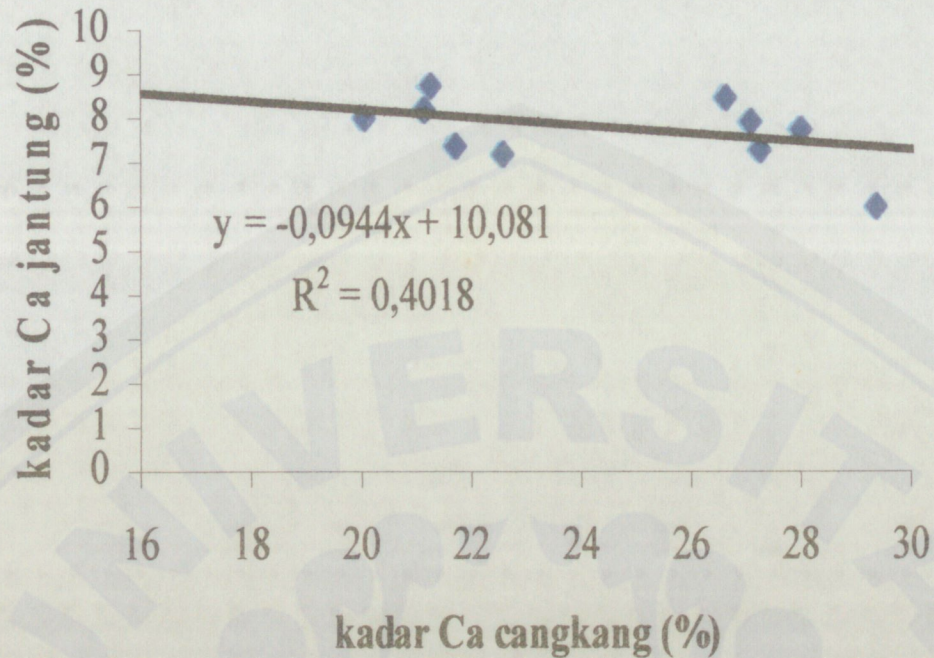


Gambar 4.3 Grafik besarnya kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium organ jantung pada tahapan perkembangan embrio ayam

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam, maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang, sedangkan kadar kalsium jantung semakin bertambah.

Hubungan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung dapat digambarkan dengan persamaan regresi. Hubungan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung dapat dilihat pada Gambar 4.4





Gambar 4.4 Grafik persamaan regresi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ jantung

Dari gambar 4.4 menunjukkan bahwa persamaan garis regresi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung yaitu  $y = -0,0944x + 10,081$  dimana  $x$  merupakan kadar kalsium cangkang dan  $y$  merupakan kadar kalsium jantung. Koefisien regresi dari persamaan tersebut bernilai negatif ( $b = -0,0944$ ). Artinya, setiap bertambah 1% kadar kalsium jantung maka kadar kalsium cangkang berkurang 0,0944%. Tanda negatif (-) menunjukkan nilai yang berlawanan, artinya semakin rendah kadar kalsium cangkang maka kadar kalsium organ jantung semakin tinggi. Pada persamaan garis regresi diatas terdapat nilai  $R^2$  (*R Square*) sebesar 0,4018 atau 40,18%. Artinya besarnya pengaruh kadar kalsium cangkang terhadap kadar kalsium organ jantung adalah 40,18% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh sumber nutrisi lain dari telur selain cangkang.



#### 4.2.3 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Mata

Hasil analisis korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ mata disajikan pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil Analisis Korelasi Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Mata

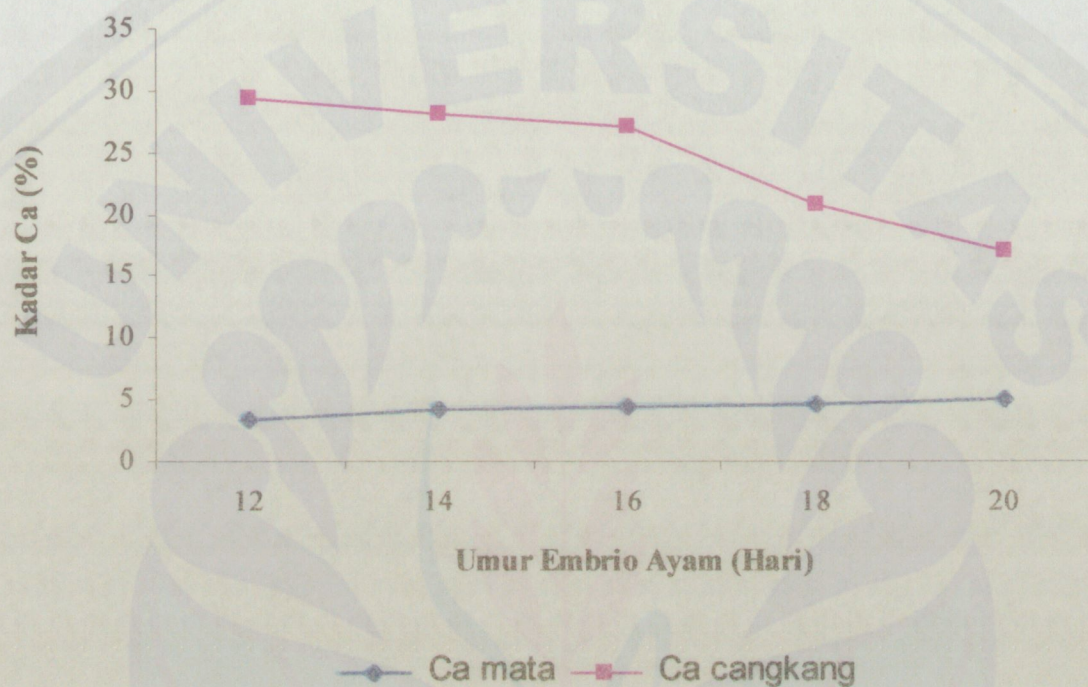
	$\Sigma$ sampel	Koefisien korelasi	Signifikansi
Tahapan Perkembangan	15		
Cangkang	15	-0,841	0,000
Tahapan Perkembangan	15		
Mata	15	0,906	0,000
Cangkang	15		
Mata	15	-0,740	0,002

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa korelasi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium cangkang sebesar -0,841 dengan signifikansi 0,000. Artinya terdapat korelasi yang tinggi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium cangkang, dimana semakin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang. Korelasi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium mata sebesar 0,906 dengan signifikansi 0,000. Artinya terdapat korelasi yang tinggi antara tahapan perkembangan embrio ayam dengan kadar kalsium mata, makin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium mata semakin bertambah. Sedangkan korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata sebesar -0,740. Artinya antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata memiliki korelasi yang cukup. Nilai negatif pada koefisien korelasi menunjukkan arah korelasi yang nilainya berlawanan. Artinya semakin rendah kadar kalsium cangkang maka kadar kalsium mata semakin tinggi. Pada tabel analisis di atas, korelasi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata menunjukkan signifikansi sebesar 0,002 artinya terdapat hubungan yang sangat signifikan antara



kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung, karena signifikansi di bawah 0,01.

Besarnya kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium mata pada tahapan perkembangan embrio ayam dapat dilihat pada Gambar 4.5

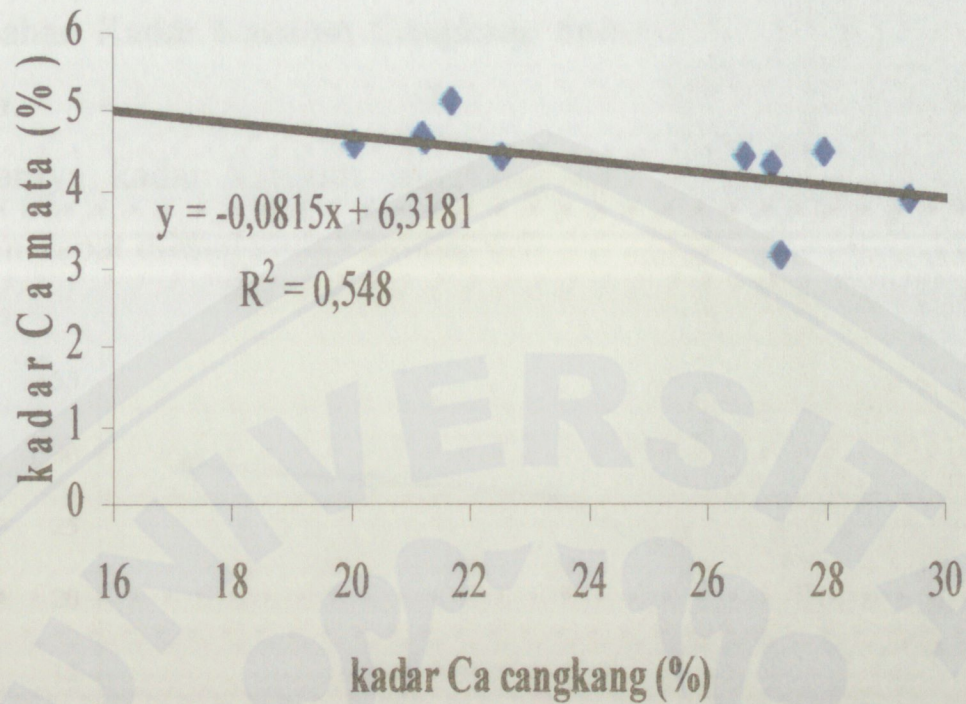


Gambar 4.5 Grafik besarnya kadar kalsium cangkang dan kadar kalsium organ mata pada tahapan perkembangan embrio ayam

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi tahapan perkembangan embrio ayam, maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang, sedangkan kadar kalsium mata semakin bertambah. Pada umur 16-18 hari terlihat bahwa kadar kalsium cangkang mengalami penurunan yang tajam dan diikuti kenaikan kadar kalsium organ mata.

Hubungan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata dapat digambarkan dengan persamaan regresi. Hubungan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata dapat dilihat pada Gambar 4.6





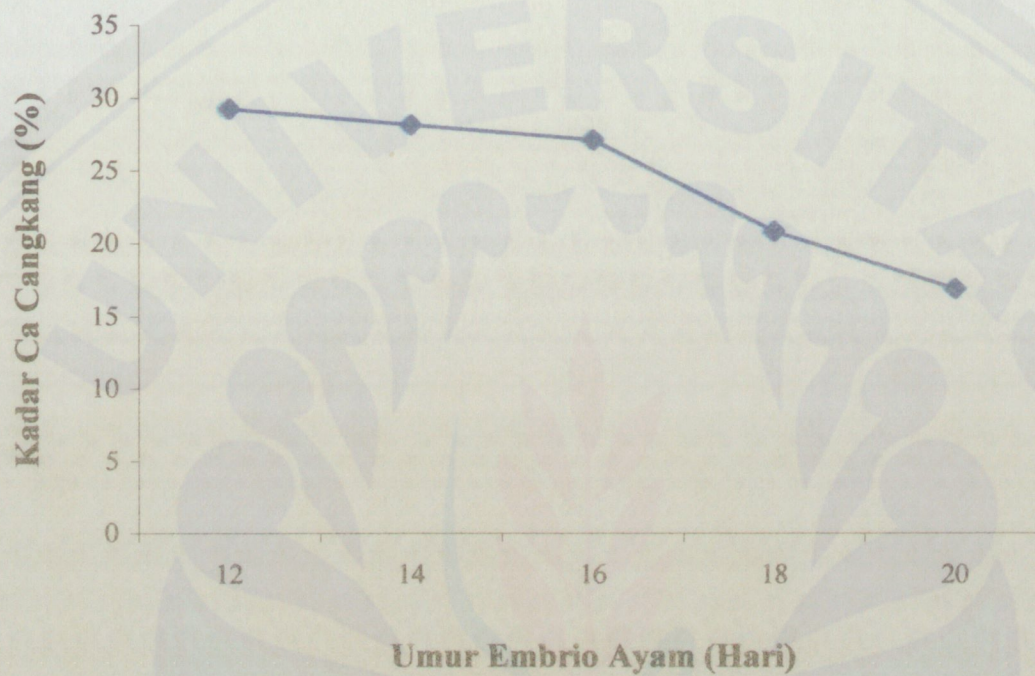
Gambar 4.6 Grafik persamaan regresi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata

Dari gambar 4.6 menunjukkan bahwa persamaan garis regresi antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata yaitu  $y = -0,0815x + 6,3181$  dimana  $x$  merupakan kadar kalsium cangkang dan  $y$  merupakan kadar kalsium mata. Koefisien regresi dari persamaan tersebut bernilai negatif ( $b = -0,0815$ ). Artinya, setiap bertambah 1% kadar kalsium mata maka kadar kalsium cangkang berkurang 0,0815%. Tanda negatif (-) menunjukkan nilai yang berlawanan, artinya semakin rendah kadar kalsium cangkang maka kadar kalsium organ mata semakin tinggi. Pada persamaan garis regresi diatas terdapat nilai  $R^2$  ( $R$  Square) sebesar 0,548 atau 54,8%. Artinya besarnya pengaruh kadar kalsium cangkang terhadap kadar kalsium organ mata adalah 54,8% sedangkan sisanya dipengaruhi oleh sumber nutrisi lain dari telur selain cangkang.



#### 4.2.4 Perubahan Kadar Kalsium Cangkang Selama Tahapan Perkembangan Embrio Ayam.

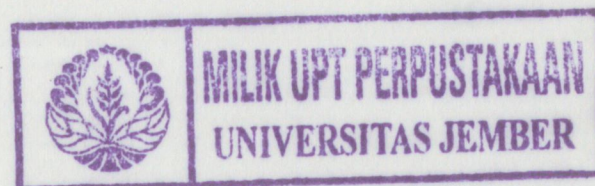
Besarnya kadar kalsium cangkang dari tahap ke tahapan perkembangan embrio ayam dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Kadar kalsium cangkang pada tahapan perkembangan embrio ayam

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa besarnya kadar kalsium cangkang dari tahap ke tahapan perkembangan embrio ayam, yaitu dengan semakin bertambahnya umur embrio ayam maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang. Dengan demikian semakin kompleks tahapan perkembangan embrio ayam kadar kalsium cangkang semakin berkurang. Pada umur 16-18 hari kadar kalsium cangkang mengalami penurunan yang tajam.





## BAB 5. PEMBAHASAN

### 5.1 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin kompleks tahapan perkembangan embrio ayam maka kadar kalsium cangkang semakin berkurang, sedangkan kadar kalsium organ hati, jantung dan mata semakin bertambah. Seperti terlihat pada (Tabel 4.1), pada hari ke-12 kadar kalsium cangkang sebesar  $29,26 \pm 1,75\%$ , hari ke-14 sebesar  $28,16 \pm 1,16\%$ , hari ke-16 sebesar  $27,11 \pm 4,82\%$ , hari ke-18 sebesar  $20,81 \pm 0,67\%$  dan pada hari ke-20 kadar kalsium cangkang semakin berkurang menjadi  $16,89 \pm 4,34\%$ .

Sedangkan kadar kalsium hati, pada hari ke-12 sebesar  $3,89 \pm 0,52\%$ , hari ke-14 sebesar  $4,24 \pm 0,04\%$ , hari ke-16 sebesar  $4,48 \pm 0,12\%$ , hari ke-18 sebesar  $4,68 \pm 0,12\%$  dan pada hari ke-20 kadar kalsium hati semakin bertambah menjadi  $5,45 \pm 0,47\%$ . Kadar kalsium jantung, pada hari ke-12 sebesar  $7,16 \pm 0,66\%$ , hari ke-14 sebesar  $7,21 \pm 1,02\%$ , hari ke-16 sebesar  $7,81 \pm 0,65\%$ , hari ke-18 sebesar  $8,30 \pm 0,35\%$  dan pada hari ke-20 sebesar  $8,38 \pm 0,91\%$ . Kadar kalsium mata, pada hari ke-12 sebesar  $3,37 \pm 0,44\%$ , hari ke-14 sebesar  $4,21 \pm 0,31\%$ , hari ke-16 sebesar  $4,34 \pm 0,11\%$ , hari ke-18 sebesar  $4,63 \pm 0,04\%$  dan pada hari ke-20 kadar kalsium mata sebesar  $5,07 \pm 0,04\%$ .

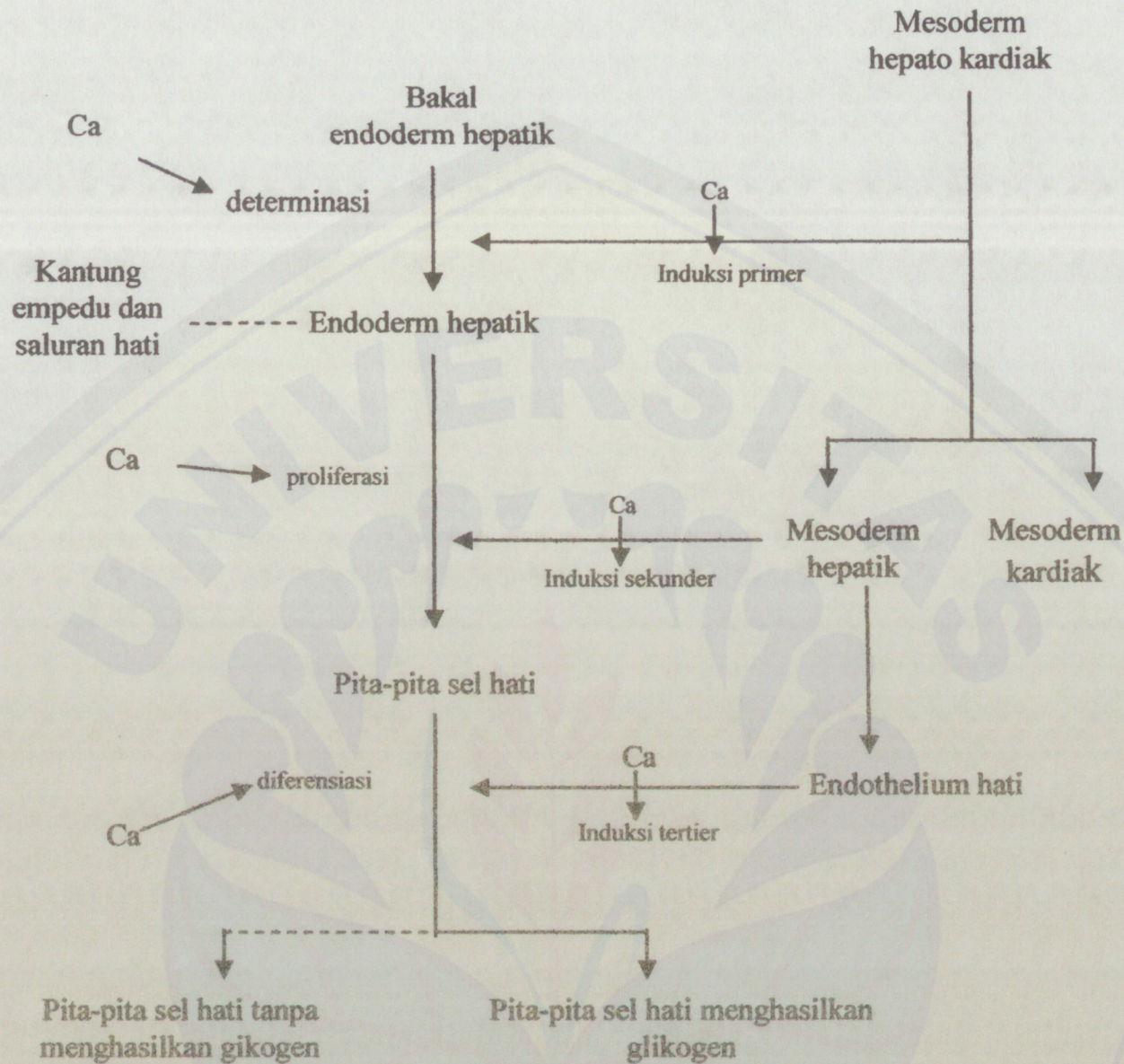
Keadaan demikian diduga kuat embrio mengambil kalsium dari cangkang pada tahapan perkembangan embrio ayam. Cangkang telur tersusun dari 95,1% garam-garam anorganik, 3,3% bahan organik dan 1,6% air. Bahan-bahan anorganik itu terdapat dalam bentuk persenyawaan garam-garaman, terutama kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sekitar 98,5% (Sarwono, 1997:7). Kalsium tersebut mempunyai peran yang sangat penting dalam mengatur proses-proses sebagai berikut: transmisi



sehingga membentuk *diverticulum hepatic* yang nantinya bercabang-cabang dan mengalami diferensiasi menjadi dua bagian yaitu bagian kranial dan bagian distal. Dari bagian kranial bercabang-cabang dan membentuk hati dan duktus koledokus, cabangnya ke parenkim hati disebut duktus hepatikus yang selanjutnya bercabang menjadi duktus biliferus dan sampai pada lobulus menjadi duktus interlobularis. Sedangkan divertikulum hati bagian distal berkembang menjadi kantung empedu. Menurut Sukra (2000:271), jaringan mesenkim memisahkan sel hati sehingga terbentuk ruang yang diisi dengan pembuluh darah yang disebut *sinusoid*.

Menurut Calson (1988:515), proses pembentukan hati selanjutnya melibatkan proses induksi yang kompleks yaitu dimulai dari mesoderm hepato kardiak memisah menjadi mesoderm hepatic dan mesoderm kardiak. Selain itu mesoderm hepato kardiak melakukan induksi primer bakal endoderm hepatic membentuk endoderm hepatic, selain itu bakal endoderm hepatic mengalami determinasi yang membentuk endoderm hepatic. Kemudian sebagian endoderm hepatic akan berdiferensiasi membentuk kantung empedu dan saluran hati. Selanjutnya mesoderm hepatic melakukan induksi sekunder endoderm hepatic menjadi pita-pita sel hati. Dalam induksi tersebut endoderm hepatic mengalami proliferasi. Selain melakukan induksi sekunder, mesoderm hepatic membentuk endothelium hati yang kemudian melakukan induksi tersier pita-pita sel hati. Selanjutnya pita-pita sel hati mengalami diferensiasi membentuk pita-pita sel hati yang menghasilkan glikogen dan pita-pita sel hati yang tidak menghasilkan glikogen. Dalam proses pembentukan hati, kalsium (Ca) digunakan dalam proses induksi, determinasi, proliferasi, dan diferensiasi sel. Sistem induksi pada proses pembentukan hati dapat dilihat pada Gambar 5.1





Sumber : Carlson (1988:515) dan Susilawati (1999:62)

Gambar 5.1 Proses induksi pada proses pembentukan hati

Organ hati dibentuk selama organogenesis dan sejak dibentuk berfungsi sebagai alat tubuh penghasil sel-sel darah (Sukra, 2000:186). Sel-sel darah berasal dari sel-sel mesenkim dan memisahkan diri menjadi unsur yang bersifat basofil, merupakan permulaan dari semua sel darah. Sel induk (*hemositoblas*) pada organ hati mengalami diferensiasi menjadi bermacam-macam elemen darah (Syahrums *et al.*, 1994:180). Selain itu hati adalah suatu organ yang besar, yang penuh kapilerisasi darah mampu bekerja sebagai suatu tempat penampungan darah yang bermakna di saat volume darah berlebihan dan mampu mensuplai darah ekstra di saat kekurangan



volume darah (Guyton dan Hall, 1997:1105). Untuk mensuplai darah tergantung pada kontraksi dan relaksasinya otot polos yang menyusun hati. Kontraksi otot polos ini sangat tergantung pada kalsium. Ion kalsium ( $\text{Ca}^{++}$ ) masuk ke dalam sel dan akan mengaktifkan otot polos dengan pengaturan rantai miosin. Ion  $\text{Ca}^{++}$  mengatur fosforilasi miosin rantai ringan secara tidak langsung dengan jalan berkombinasi dengan protein pengikat  $\text{Ca}^{++}$  (kalmodulin). Kemudian kompleks kalmodulin- $\text{Ca}^{++}$  mengaktifkan enzim "miosin rantai ringan-kinase", yang memfosforilasi miosin rantai ringan, memulai kontraksi dan memelihara siklus jembatan silang berjalan terus selama  $\text{Ca}^{++}$  masih tersedia (Soewolo, 2000:74). Oleh karena itu, untuk menjalankan fungsi tersebut, maka di dalam hati diperlukan kalsium.

Dari persamaan regresi (Gambar 4.2), diketahui bahwa antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium hati diperoleh *R square* sebesar 68,17% (Lampiran D). Artinya 68,17% kadar kalsium organ hati diperoleh dari cangkang, sisanya diperoleh dari nutrisi lain dalam sebutir telur selain cangkang. Hal ini disebabkan dalam sebutir telur terdiri dari kuning telur, putih telur dan cangkang. Pada kuning telur terdapat 0,121-0,262% kalsium sedangkan putih telur terdapat kalsium sebesar 0,008-0,02% (Stadelman dan Owen, 1984:107). Hal ini diduga, bahwa dalam proses pembentukan hati, kalsium selain diperoleh dari cangkang juga diperoleh dari kuning telur dan putih telur. Sehingga pada saat telur menetas hanya terlihat anak ayam dan pecahan cangkang telur (Sukra, 2000:99).

#### 5.1.2 Hubungan Kadar Kalsium (Ca) Cangkang dengan Kadar Kalsium Jantung

Berdasarkan hasil analisis regresi (Tabel 4.3) terdapat hubungan yang signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung ( $P=0,011$ ). Hal ini menunjukkan bahwa kalsium yang ada di cangkang digunakan untuk pembentukan organ jantung dan menjalankan fungsinya saat embrio.

Jantung dibentuk dari dua sumber mesoderm splanknik pada embrio ayam, kemudian kedua bagian tersebut menyatu menjadi jantung (Sukra, 2000:256). Pada embrio ayam perkembangan jantung diawali dengan penebalan mesoderm splanknik.



Dari penebalan tersebut akan dibentuk epimiokardium dan endokardium yang nantinya merupakan dinding dari tabung jantung. Selanjutnya terbentuk 2 buluh jantung yang akhirnya bersatu tepat disebelah anterior yolk (Syahrums *et al*, 1994:171).

Bersamaan dengan pertumbuhan embrio yang tadinya mendatar menjadi melengkung, maka "*cardiogenic plate*" yang telah membentuk buluh jantung akhirnya saling berdekatan (kiri dan kanan) selanjutnya akan bergabung menjadi satu. Masing-masing lipatan mesodermnya menyelubungi sebagai lapisan endokardium, miokardium dan epikardium. Selanjutnya adanya dilatasi dan konstriksi, maka tabung jantung yang tadinya berbentuk lurus akan terbagi menjadi bagian-bagian yaitu atrium, ventrikel dan bulbus. Kemudian akan terbentuk sinus venosus, merupakan bagian dari atrium dan trunkus arteriosus yang merupakan lanjutan dari pada bulbus (Syahrums *et al*, 1994:176).

Pada perkembangan selanjutnya jantung yang mula-mula melekat melalui mesokardium dorsal di sebelah ventral usus depan, akhirnya akan terletak dalam ruang perikardium, dengan atrium yang sudah membesar dan kedua ujungnya tertambat pada jaringan sekitarnya melalui bagian dari sinus venosus. Sinus venosus dan trunkus masih di luar rongga perikardium (Syahrums *et al*, 1994:177).

Pertumbuhan tabung jantung lebih cepat dibandingkan dengan rongga perikardium, sehingga terjadi proses pelekukan. Jantung berbentuk huruf U kemudian membelok menyerupai huruf S dan selain pembesaran terjadi proses pemutaran, sehingga sebelah dorsal, sedangkan ventrikel di sebelah ventral dan bulbus tetap disebelah dorsal melanjut dengan ventral aorta dengan cabang-cabang aorta yang akan berhubungan dengan dorsal aorta. Akibat dari pemutaran tersebut, tidak saja mengakibatkan perubahan letak bagian-bagian dari jantung, melainkan juga mengakibatkan adanya lipatan-lipatan dan celah-celah. Akibatnya terbentuk lipatan atau sulkus bulbo-ventrikularis yang memisahkan bulbus dengan ventrikel dan sulkus atrio-ventrikularis memisahkan atrium dengan ventrikel (Syahrums *et al*, 1994:178).



Dalam organogenesis (pembentukan organ jantung) diperlukan kalsium. Pada perkembangan jantung, kalsium digunakan untuk proses diferensiasi dinding jantung. Diferensiasi dan organisasi pada jantung berlangsung sebagai berikut: ventrikel mempunyai dinding yang tebal, otot jantung. Lapisan endotelium pada tabung jantung menjadi endokardium. Mesoderm splanknik yang terlipat akan berdiferensiasi menjadi miokardium (otot jantung) dan menjadi lapisan pembungkus serosa yaitu epikardium (Syahrums *et al*, 1994:164).

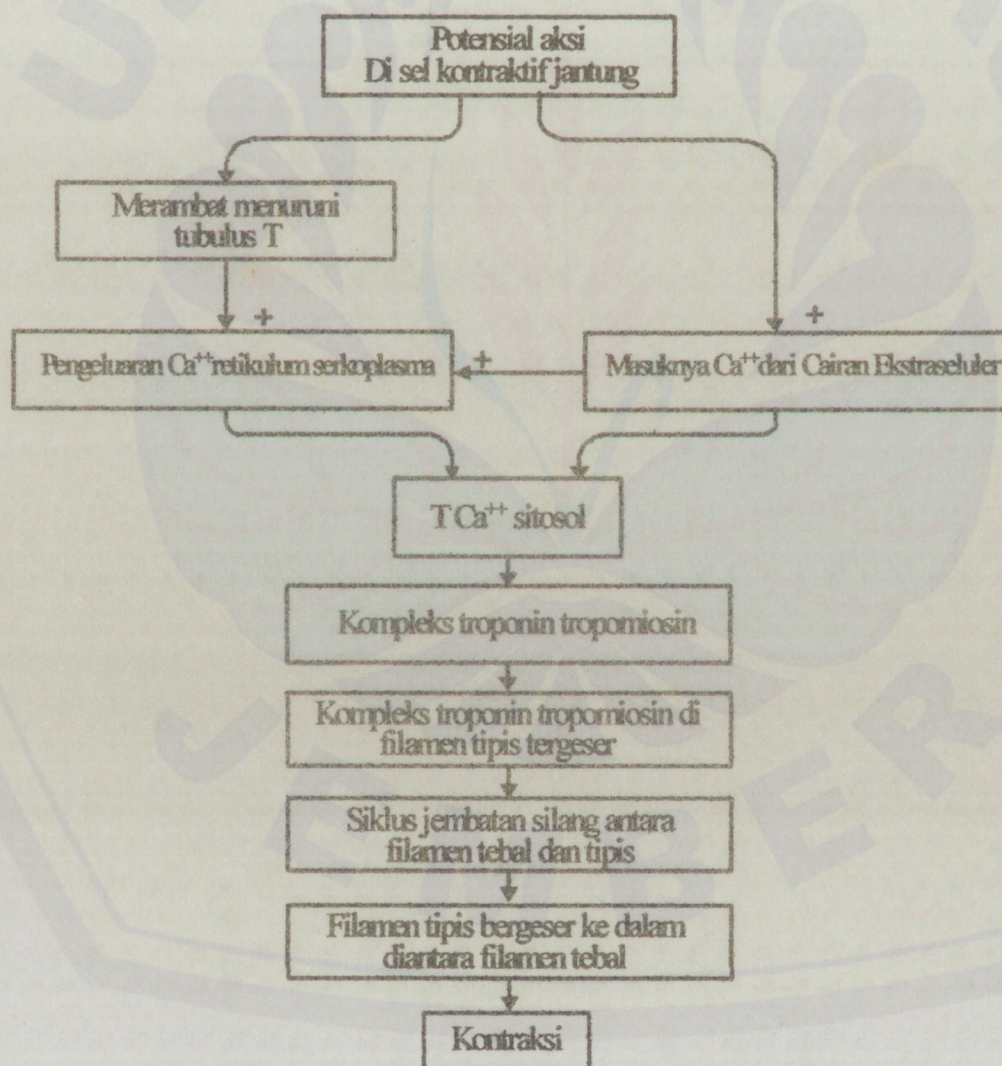
Menurut Sukra (2000:186), jantung adalah alat tubuh yang sejak dibentuk selama organogenesis terus dapat berfungsi. Oleh karena itu untuk berfungsi sebagaimana mestinya jantung bergantung pada kalsium. Di dalam jantung, kalsium berperan dalam mengatur irama denyut jantung (Kalbe,2004). Jantung embrio ayam mulai berdenyut pada  $\pm$  43 jam inkubasi (Syahrums *et al*, 1994:103).

Jantung merupakan organ yang berfungsi sebagai pemompa darah ke setiap sel seluruh tubuh. Pemompaan ini tergantung pada kontraksi dan relaksasinya otot jantung yang membutuhkan masukan dan penggunaan energi. Hal ini tidak bisa dilakukan tanpa kalsium. Ketika jantung kontraksi ion kalsium mengatur ritmenya. Ion kalsium ( $Ca^{++}$ ) masuk ke dalam sel dan akan mengaktifkan protein yang menyebabkan gerakan dari otot jantung, dan ini membuat otot jantung berkontraksi dan relaksasi terus-menerus (Rodabisnis, 2006).

Menurut Guyton dan Hall (1997:135), ion kalsium (Ca) yang masuk ke dalam otot selama potensial aksi berperan dalam membantu membangkitkan proses kontraksi otot. Kekuatan kontraksi otot jantung sangat bergantung pada konsentrasi ion kalsium di dalam cairan ekstraseluler. Ion kalsium (Ca) ini akan berdifusi ke dalam miofibril dan mengkatalisis reaksi kimiawi yang mempermudah pergeseran (*sliding*) dari filamen aktin dan miosin terhadap satu dengan lainnya, hal ini selanjutnya akan menimbulkan kontraksi otot (Guyton dan Hall, 1997:136-137). Oleh karena itu, besarnya konsentrasi ion kalsium di dalam cairan ekstraselular mempunyai pengaruh yang penting terhadap pompa jantung.



Menurut Sherwood (1996:271), mekanisme timbulnya kontraksi otot jantung disebabkan adanya potensial aksi lokal di dalam tubulus T yang menyebabkan ion  $\text{Ca}^{++}$  masuk ke dalam sitosol dari retikulum sarkoplasma maupun dari cairan ekstraseluler (CES), kemudian ion  $\text{Ca}^{++}$  di dalam sitosol berikatan dengan kompleks troponin-tropomiosin dan secara fisik menggeser kompleks tersebut, sehingga dapat terjadi siklus jembatan silang dan kontraksi. Oleh karena itu, untuk dapat menjalankan fungsinya sebagai pemompa darah, di dalam jantung diperlukan kalsium. Mekanisme kontraksi otot jantung dapat dilihat pada Gambar 5.1



Sumber : Sherwood, L (1996:271)

Gambar 5.2 Mekanisme kontraksi otot jantung



Dari persamaan regresi (Gambar 4.4) terlihat bahwa antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium jantung diperoleh *R square* sebesar 40,18% (Lampiran D). Artinya 40,18% kadar kalsium organ jantung diperoleh dari cangkang, sisanya diperoleh dari nutrisi lain dalam sebutir telur selain cangkang. Hal ini disebabkan dalam sebutir telur terdiri dari kuning telur, putih telur dan cangkang. Pada kuning telur terdapat 0,121-0,262% kalsium sedangkan putih telur terdapat kalsium sebesar 0,008-0,02% (Stadelman dan Owen, 1995:107). Hal ini diduga, bahwa dalam proses pembentukan jantung, kalsium selain diperoleh dari cangkang juga diperoleh dari kuning telur dan putih telur. Sehingga pada hari ke-20 hanya terlihat anak ayam yang siap ke luar dan cangkang telur.

### 5.1.3 Hubungan Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Mata

Berdasarkan analisis regresi (Tabel 4.4), terdapat hubungan yang signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ mata ( $P=0,002$ ). Hal ini menunjukkan bahwa kalsium yang ada di cangkang digunakan organ mata pada proses diferensiasi sel saat organogenesis.

Dalam proses organogenesis, kalsium digunakan dalam proses diferensiasi sel (Susilawati, 1999:62). Syahrums *et al.* (1994:198) menyatakan bahwa organ mata berasal dari neuro-ektoderm, ektoderm permukaan dan mesoderm. Mula-mula tampak adanya gelembung ke lateral dari bagian otak depan yang disebut gelembung optik (*optic vesicle*). Gelembung optik (*optic vesicle*) tersebut akan berpisah dengan lapisan dinding otak, tetapi masih dihubungkan oleh tangkai optik. Bersamaan dengan itu lapisan ektoderm makin menebal, bundar dan padat yang disebut gelembung lensa (*lens vesicle*). Gelembung optik membentuk lapisan baru sehingga menjadi dua lapisan yang disebut mangkuk optik (*optic cup*). Antara gelembung lensa dengan mangkuk optik dihubungkan oleh khoroid mata.

Menurut Yatim (1994:264), mata tumbuh berupa: (1) Evaginasi lateral diencephalon ke epidermis :*optic vesicle*, (2) Placoda epidermis :*lens pit*, dan (3) sel-sel mesenkhim sekitar. Proses pembentukan mata dimulai dari evaginasi lateral diencephalon membentuk vesikula optik. Kemudian vesikula optik menginduksi



epitel kepala (*ectoderm epidermis*) dan mengalami penebalan membentuk plakoda lensa. Selanjutnya plakoda lensa menginduksi balik vesikula optik, kemudian mengalami evaginasi membentuk cawan optik. Terbentuklah cawan optik, terdiri dari dua lapis sel. Lapisan terluar disebut lapisan berpigmen tumbuh menjadi lapisan khoroid, sedang lapisan retina jadi lapisan retina definitif.

Lapisan retina mata yang berasal dari cawan optic (*optic cup*), terdiri dari bagian luar dan bagian dalam. Bagian luar retina terdiri epitel berpigmen sedangkan bagian dalam retina yang lebih tebal terdiri dari lapisan neural retina. Perkembangan lapisan dalam retina, empat perlima bagian belakangnya dikenal sebagai *pars optica retinae*, mengandung sel-sel yang membatasi ruangan intraretina yang berdiferensiasi menjadi unsur-unsur penangkap cahaya yaitu sel batang dan sel kerucut. Sedangkan seperlima bagian depan lapisan dalam, yang dikenal *pars ceca retinae* yang membentuk lapisan dalam iris dan *pars ciliaris retinae* yang berperan dalam pembentukan *corpus ciliare* (Sadler, 1996:358-359).

Tangkai optik kemudian menyusut, menjadi saraf mata (*nervus opticus*). Plakoda lensa terus berinvaginasi membentuk cawan lensa kemudian kedua ujung bertemu membentuk lensa, kemudian berdiferensiasi membentuk sel-sel protein kristalin yang memungkinkan cahaya masuk lewat lensa diteruskan ke retina (Yatim, 1994:264).

Sukra (2000:202) menyatakan bahwa pembentukan lensa mata dari gelembung mata yang berdiferensiasi menjadi lensa mata yang berfungsi untuk membiaskan cahaya. Sel-sel epitel dinding dalam gelembung lensa asal epidermis kepala berubah menjadi serabut-serabut lensa mata, tetapi tidak semua sel epitel tersebut berubah menjadi serabut. Pada daerah peralihan antara sel-sel epitel yang berubah menjadi serabut dan yang tidak berubah, di situ menjadi tempat perubahan epitel menjadi serabut-serabut lensa baru. Selama terjadi perubahan itu inti-inti selnya berdegenerasi dan sitoplasmanya menjadi keras dan terang tembus.

Sel-sel mesenkim menyelaputi cawan optik, berdiferensiasi menjadi satu lapisan dalam dan satu lapisan luar. Lapisan dalam akan membentuk lapisan pigmen yang kaya akan pembuluh darah koroid, dikenal sebagai *lamina vasculosa khorioidea*.



Lapisan luar berkembang menjadi sklera dan bersambung dengan durameter disekitar nervus opticus (Sadler, 1996:362). Selain itu sel-sel mesenkim menghasilkan kornea, cairan *humor aqueus* dan *humor vitreus* (Yatim, 1994:264).

Sadler (1996:362) menyatakan bahwa lapisan-lapisan mesenkim yang menutupi permukaan depan mata berdiferensiasi terbentuk suatu ruangan yang dikenal sebagai bilik mata depan, yang memisahkan mesenkim menjadi lapisan dalam di depan lensa dan iris, membran iridopupillaris, dan lapisan luar yang bersambung dengan sklera, sustansia propia dari kornea. Jadi kornea dibentuk dari jaringan mesenkim. Oleh karena itu, dalam organogenesis (pembentukan organ mata) diperlukan kalsium. Susilawati (1999:62) menyatakan bahwa kalsium berperan dalam berbagai proses fisiologis dan biokimia yang penting, khususnya peran kalsium sebagai pemindah informasi dan peran kalsium dalam mengontrol fungsi-fungsi penting seperti diferensiasi sel.

Dari persamaan regresi (Gambar 4.6) diketahui bahwa antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium mata diperoleh *R square* sebesar 54,8% (Lampiran D). Artinya 76,47% kadar kalsium organ mata diperoleh dari cangkang, sisanya diperoleh dari nutrisi lain dalam sebutir telur selain cangkang. Hal ini disebabkan dalam sebutir telur terdiri dari kuning telur, putih telur dan cangkang. Pada kuning telur terdapat 0,121-0,262% kalsium sedangkan putih telur terdapat kalsium sebesar 0,008-0,02% (Stadelman dan Owen, 1995:107). Hal ini diduga, bahwa dalam proses pembentukan mata, kalsium selain diperoleh dari cangkang juga diperoleh dari kuning telur dan putih telur. Sehingga pada saat embrio berumur 20 hari hanya terlihat anak ayam yang siap ke luar dan cangkang telur.

Dari Gambar 4.5 diketahui bahwa pada umur ke 16-18 hari kadar kalsium cangkang mengalami penurunan yang tajam. Di lain pihak, kadar kalsium organ mata meningkat. Keadaan demikian diduga putih telur dan kuning telur pada umur tersebut berkurang karena terserap ke dalam tubuh embrio, sehingga embrio mengambil kalsium dari cangkang untuk penyempurnaan pembentukan organ mata.



## 5.2 Perubahan Kadar Kalsium Cangkang Selama Tahapan perkembangan Embrio Ayam

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan persentase kadar kalsium cangkang pada tahapan perkembangan embrio ayam sebagai berikut: pada hari ke-12 masa inkubasi kadar kalsium cangkang sebesar  $29,26 \pm 1,75\%$ , hari ke-14 sebesar  $28,16 \pm 1,16\%$ , hari ke-16 sebesar  $27,11 \pm 4,82\%$ , hari ke-18 sebesar  $20,81 \pm 0,67\%$  dan pada hari ke-20 kadar kalsium cangkang semakin berkurang menjadi sebesar  $16,89 \pm 4,34\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa dari tahap ke tahapan perkembangan embrio ayam kadar kalsium cangkang semakin berkurang. Ini juga diperjelas pada gambar 4.7 yang menunjukkan bahwa semakin kompleksnya tahapan perkembangan embrio ayam, kadar kalsium cangkang semakin berkurang. Hal ini disebabkan embrio tersebut memanfaatkan kalsium yang berasal dari cangkang sehingga cangkang akan semakin tipis dan mudah dipecahkan. Menurut Kamil (1992:22), embrio memperoleh 80% kalsium dari cangkang setelah hari ke sepuluh masa inkubasi.

Selama perkembangannya embrio memperoleh makanan dan perlindungan dari telur yang berupa kuning telur, putih telur dan cangkang (Nuryati, 2000:30). Pada gambar 4.7 juga terlihat bahwa pada umur 16-18 hari kadar kalsium cangkang mengalami penurunan yang tajam. Hal ini diduga pada umur tersebut putih telur dan kuning telur berkurang karena terserap ke dalam tubuh embrio, sehingga embrio mengambil kalsium dari cangkang sebagai sumber utama kalsium. Oleh karena itu semakin bertambah umur dan sempurnanya embrio, kalsium yang diserap banyak. Sehingga kalsium yang ada di cangkang berkurang dan mudah dipecah oleh anak ayam pada saat menetas.





## BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan penelitian tentang hubungan antara kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ (hati, jantung dan mata) pada tahapan perkembangan embrio ayam Kampung, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Terdapat hubungan yang sangat signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ hati dan mata. Pada organ hati didapatkan  $r$  (koefisien korelasi) sebesar  $-0,826$  dengan signifikansi  $0,000$  dan  $R^2$  ( $R$  Square) sebesar  $0,6817$  atau  $88,78\%$  dan organ mata  $r$  (koefisien korelasi) sebesar  $-0,740$  dengan signifikansi  $0,002$  dan  $R^2$  ( $R$  Square) sebesar  $0,548$  atau  $54,8\%$ . Terdapat hubungan yang signifikan antara kadar kalsium cangkang dengan kadar kalsium organ jantung, dimana  $r$  (koefisien korelasi) sebesar  $-0,634$  dengan signifikansi  $0,011$  dan  $R^2$  ( $R$  Square) sebesar  $0,4018$  atau  $40,18\%$
- 2) Semakin kompleks tahapan perkembangan embrio ayam, kadar kalsium cangkang semakin berkurang yaitu: pada hari ke-12 masa inkubasi kadar kalsium cangkang sebesar  $29,26 \pm 1,75\%$ , hari ke-14 sebesar  $28,16 \pm 1,16\%$ , hari ke-16 sebesar  $27,11 \pm 4,82\%$ , hari ke-18 sebesar  $20,81 \pm 0,67\%$  dan pada hari ke-20 kadar kalsium cangkang semakin berkurang menjadi sebesar  $16,89 \pm 4,34\%$ .

### 6.2 Saran

Saran yang dapat dikemukakan adalah:

- 1) Perlu dilakukan penelitian hubungan kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ yang lain dan darah pada tahapan perkembangan embrio ayam.



DAFTAR PUSTAKA

- Admin. 2003. *Kalsium Berperan Besar Dalam Membentuk Kulit Telur*. <http://himpas.cybermuslim.net/index.php?>. [ 25 Maret 2005].
- Anonim. 1990. *Ensiklopedi Nasional Indonesia*. Jakarta: PT. Cipta Adi Pustaka.
- Anthony & Thibodeau. 1984. *Structure and Function of The Body*. Mosby College Publishing St. Louis Toronto Santa Clara
- Carlson, B.M. 1988. *Patten's Foundations of Embryology*. New York: McGraw Hill Book Co.
- Greenberg, A.E. 1979. *Standard Methods: For The Examination of Water and Wastewater* ed 15. Washington: American Public Health Association.
- Guyton & Hall. 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.
- Hermaya. 1999. *Pengaruh Penggunaan Kerabang Telur dalam Ransum terhadap Kadar Kalsium di Mukosa Usus Halus, Plasma Darah, Tibia dan Ekskreta Ayam Petelur*. Padjajaran: Lembaga penelitian Universitas Padjajaran.
- Immunotec. 2004. *Kalsium*. <http://www.immunotec.co.id/produk.htm>. [4 Mei 2005].
- Kalbe. 2004. *Calcium*. <http://www.kalbe.co.id/index.php>. [ 4 Mei 2005].
- Kamil, A. 1992. *Hubungan Porositas Kerabang Dengan Perkembangan Embryonal Pada telur Ayam Broiler*. Padjajaran: Lembaga penelitian Universitas Padjajaran.
- Nuryati, T. 2000. *Sukses Menetaskan Telur*, Cetakan III. Yogyakarta: Penebar Swadaya.
- Prijatmoko, D. 1997. *Ilmu Gizi: Mineral Utama* Edisi 1. Jember: Fakultas Kedokteran Gigi Unej.
- Rasyaf, M. 1991. *Pengelolaan Produksi Telur*. Yogyakarta: Percetakan Kanisius.
- Rodabisnis. 2006. *Fungsi Kalsium: Fungsi 1% Kalsium Dalam Tubuh*. <http://www.rodabisnis.blogspot.com>. [ 16 April 2006].



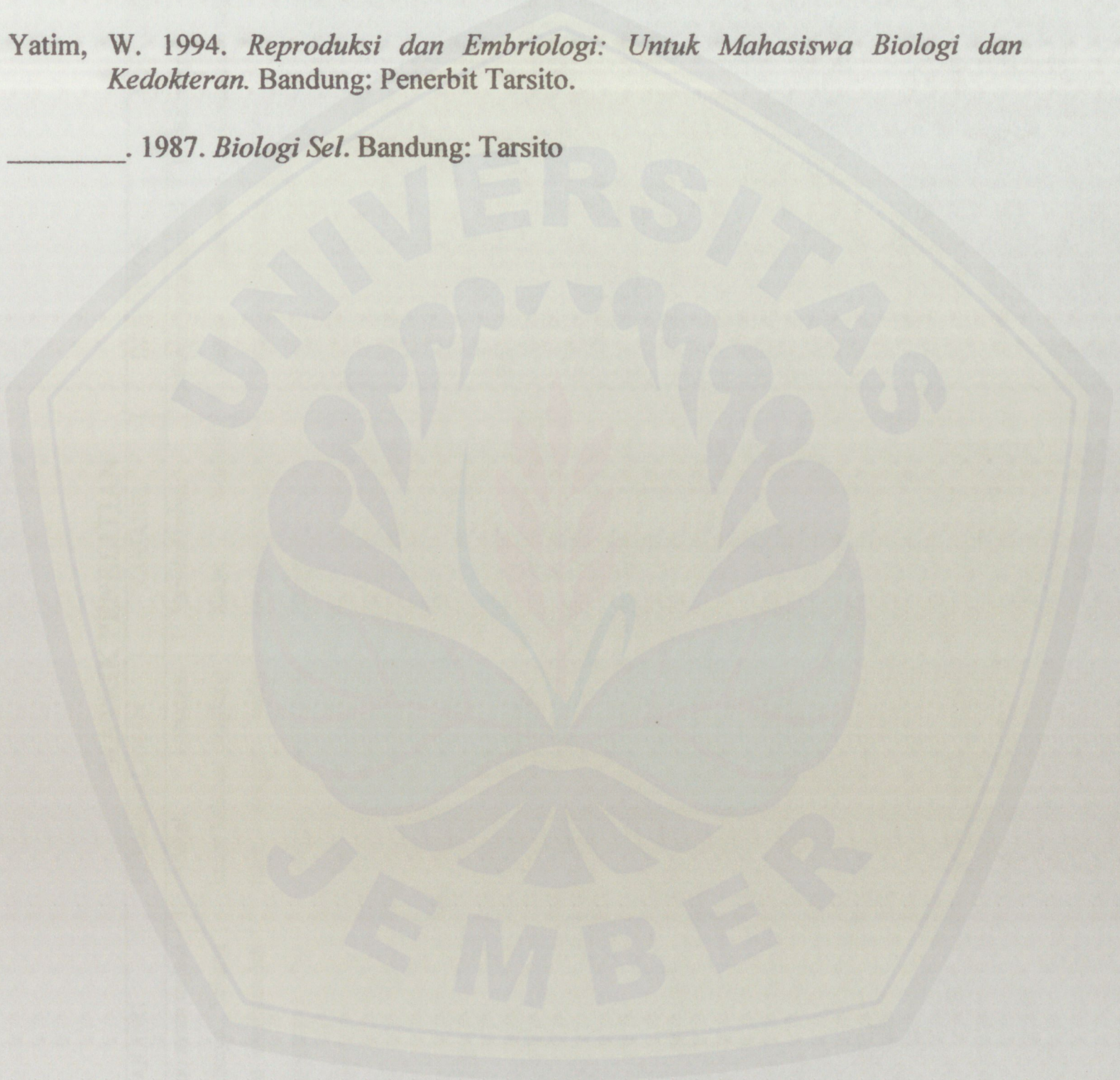
- Romanoff, AL. 1998. *From Egg To Chick: Development and Preservation of Embryos*. [serialOnLine] [http://chickscope.beckman.uiuc.edu/resources/egg\\_to\\_chick/development.html](http://chickscope.beckman.uiuc.edu/resources/egg_to_chick/development.html). [ 27 Oktober 2005].
- Sadler, T.W. 1996. *Embriologi Kedokteran Lagman* Edisi 7. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (EGC).
- Saki, R.S. 1974. *Kebutuhan Kalsium Bagi Ternak Unggas*. Poultry International.
- Sarwono, B. 1997. *Pengawetan dan Produksi Telur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sherwood, L. 1996. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. Edisi 2. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (EGC).
- Soewolo. 2000. *Pengantar Fisiologi Hewan*. Jakarta: Proyek Pengembangan Guru Sekolah Menengah Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional.
- Stadelman, J.W & Owen J.C. 1995. *Egg Science and Technology*. Fourth Edition. London: Food Products Press An Imprint Of The Haworth Press.
- Sudaryani, T. 1996. *Kualitas Telur*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sudjana. 1992. *Metode Statistika*. Bandung: Penerbit Tarsito
- Suharsimi, A. 2002. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Sukra, Y. 2000. *Wawasan Ilmu Pengetahuan Embrio: Benih Masa Depan*. Jakarta: Dirjendikti Diknas.
- Susilawati. 1999. *Absorpsi dan Bioavailabilitas Kalsium*. Jember: Universitas Jember. (Laporan penelitian).
- Syahrum, Kamaludin & Tjokronegoro A. 1994. *Reproduksi dan Embriologi: Dari Satu Sel Menjadi Organisme*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Togatorop, M.H. 1982. *Kebutuhan Kalsium dan Aspek Yang Mempengaruhinya Pada Ternak Unggas*. Bogor: Balai Penelitian Ternak.
- Winarno, FG. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Cetakan IX. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.



Yahya, H. 1998. *Rancangan Pada Telur Burung*. <http://www.harunyahya.com/indo/buku/rancangan02.htm>. [30 Maret 2005].

Yatim, W. 1994. *Reproduksi dan Embriologi: Untuk Mahasiswa Biologi dan Kedokteran*. Bandung: Penerbit Tarsito.

\_\_\_\_\_. 1987. *Biologi Sel*. Bandung: Tarsito





Lampiran A

MATRIK PENELITIAN

JUDUL	LATAR BELAKANG	PERMASALAHAN	VARIABEL	INDIKATOR	METODOLOGI PENELITIAN
<p>Hubungan kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ pada tahapan perkembangan embrio ayam (<i>Gallus gallus domesticus</i>)</p>	<p>Perkembangan embrio ayam terjadi di luar tubuh induknya. Selama berkembang, embrio memperoleh makanan dan perlindungan dari telur yang berupa kuning telur, putih telur, dan cangkang. Cangkang tersusun dari kalsium. Sejalan dengan pembentukan embrio pada ayam terjadi proses organogenesis. Pada proses organogenesis diperlukan kalsium. Kalsium merupakan zat penting untuk hidup. Semua sel dalam tubuh seperti jantung, otot, saraf, dan sebagainya bergantung pada kalsium untuk berfungsi sebagaimana mestinya. Didalam tubuh, kalsium terdapat di 3 tempat, yaitu tulang dan gigi, di dalam sel dan di dalam darah. Dengan demikian, kalsium ini sangat penting perannya.</p>	<p>1. Adakah hubungan kadar kalsium cangkang telur dengan kadar kalsium organ pada tahapan perkembangan embrio ayam (<i>Gallus gallus domesticus</i>). 2. Apakah dari tahap ke tahapan perkembangan embrio ayam, kadar kalsium dalam cangkang semakin berkurang.</p>	<p>1. Variabel bebas: Kadar kalsium cangkang telur pada tahapan perkembangan embrio ayam umur 12 sampai dengan 20 hari. 2. Variabel terikat: Kadar kalsium organ (jantung, hati, dan mata) pada tahapan perkembangan embrio ayam umur 12 sampai dengan 20 hari.</p>	<p>Indikator yang diamati: 1. Kadar kalsium cangkang telur dan kadar kalsium dalam organ (jantung, hati, dan mata).</p>	<p>1. Rancangan penelitian: penelitian eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL). 2. Penentuan sampel penelitian: random sampling melalui pengundian pada telur ayam kampung dan telur diambil dengan kriteria: 1. berat telur <math>\bar{X} \pm SD</math>. 2. telur berasal dari peternakan yang sama dengan asumsi makanan sama. 3. besar telur sama. 4. telur berasal dari 1 induk 5. telur fertil 3. Metode analisis. a. analisis kadar kalsium : analisis kadar kalsium cangkang telur dan organ (jantung, hati, dan mata) dengan menggunakan <i>flamefotometer</i>. b. analisis data: analisis regresi dengan model <math>y = a + bx</math>, dimana <math>y</math> adalah kadar kalsium organ (jantung, hati, dan mata) embrio dan <math>x</math> adalah kadar kalsium cangkang telur.</p>



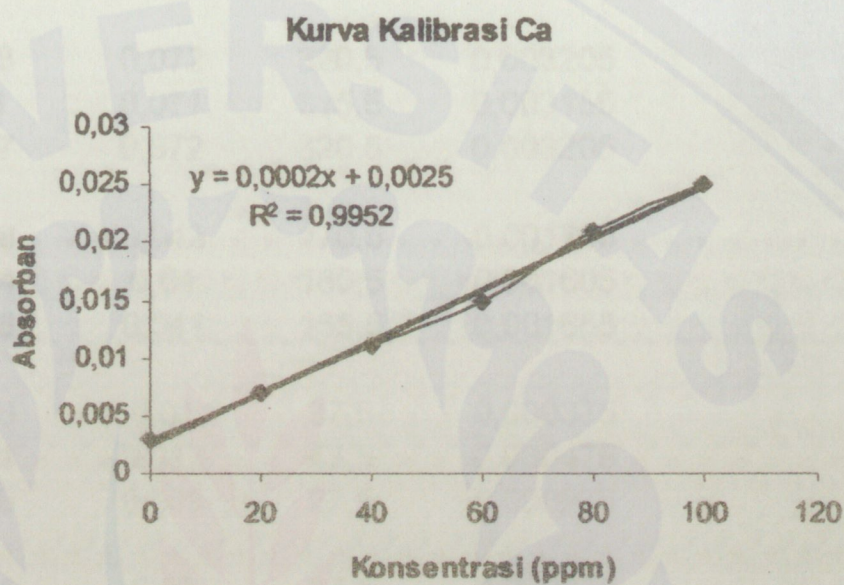
**Lampiran B. Hasil Pengukuran Kadar Kalsium Cangkang dan Kadar Kalsium Organ Pada Tahapan Perkembangan Embrio Ayam**

Umur embrio (Hari)	ulangan	Kadar Kalsium (%)			
		Cangkang	Hati	Jantung	Mata
12	1	30,27	4,06	6,47	3,05
	2	30,27	3,30	7,79	3,88
	3	27,24	4,30	7,24	3,19
	Rerata	29,26	3,89	7,16	3,37
	SD	1,75	0,52	0,66	0,44
14	1	27,08	4,28	7,88	4,32
	2	29,39	4,21	6,04	3,87
	3	27,99	4,24	7,71	4,45
	Rerata	28,16	4,24	7,21	4,21
	SD	1,16	0,04	1,02	0,31
16	1	26,63	4,41	8,46	4,40
	2	32,16	4,63	7,81	4,22
	3	22,55	4,41	7,16	4,40
	Rerata	27,11	4,48	7,81	4,34
	SD	4,82	0,12	0,65	0,11
18	1	20,04	4,59	8,03	4,59
	2	21,23	4,82	8,70	4,64
	3	21,17	4,62	8,19	4,67
	Rerata	20,81	4,68	8,30	4,63
	SD	0,67	0,12	0,35	0,04
20	1	15,75	5,35	8,90	5,04
	2	21,69	5,05	7,33	5,11
	3	13,23	5,98	8,90	5,05
	Rerata	16,89	5,45	8,38	5,07
	SD	4,34	0,47	0,91	0,04

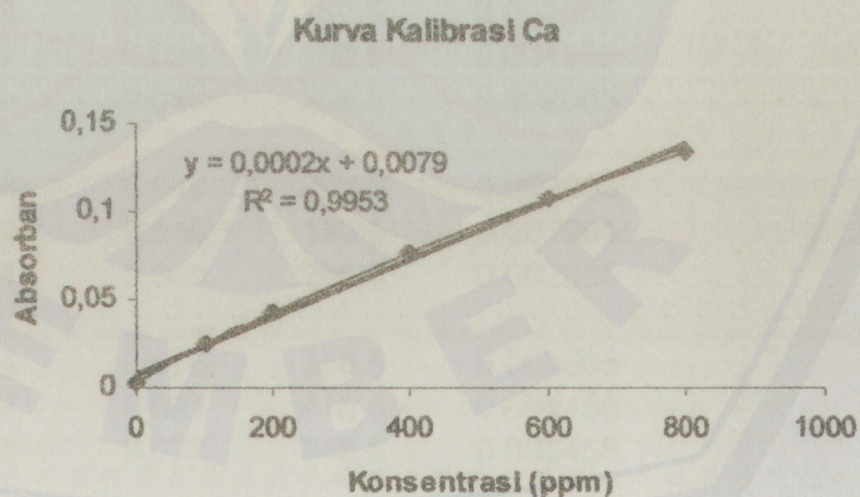


**LAMPIRAN C. Hasil Pengukuran Kadar Kalsium Menggunakan Flamephotometer**

konsentrasi	absorban
0	0,003
20	0,007
40	0,011
60	0,015
80	0,021
100	0,025



konsentrasi	absorban
0	0,003
100	0,025
200	0,043
400	0,076
600	0,107
800	0,134



umur	sampel	Brt. sampel	Flame	x ppm	Brt. Ca	% Ca
12	mata 1	0,028	0,025	85,5	0,000855	3,05357
12	mata 2	0,0156	0,02	60,5	0,000605	3,87821
12	mata 3	0,0221	0,022	70,5	0,000705	3,19005



14	mata 1	0,0453	0,047	195,5	0,001955	4,31567
14	mata 2	0,0428	0,041	165,5	0,001655	3,86682
14	mata 3	0,0462	0,049	205,5	0,002055	4,44805
16	mata 1	0,0558	0,057	245,5	0,002455	4,39964
16	mata 2	0,0499	0,05	210,5	0,002105	4,21844
16	mata 3	0,0626	0,063	275,5	0,002755	4,40096
18	mata 1	0,0698	0,072	320,5	0,003205	4,59169
18	mata 2	0,068	0,071	315,5	0,003155	4,63971
18	mata 3	0,0687	0,072	320,5	0,003205	4,66521
20	mata 1	0,0338	0,042	170,5	0,001705	5,04438
20	mata 2	0,0314	0,04	160,5	0,001605	5,11146
20	mata 3	0,0328	0,041	165,5	0,001655	5,04573
12	jantung 1	0,0058	0,01	37,5	0,000375	6,46552
12	jantung 2	0,0061	0,012	47,5	0,000475	7,78689
12	jantung 3	0,0038	0,008	27,5	0,000275	7,23684
14	jantung 1	0,0111	0,02	87,5	0,000875	7,88288
14	jantung 2	0,0183	0,03	110,5	0,001105	6,03825
14	jantung 3	0,0107	0,019	82,5	0,000825	7,71028
16	jantung 1	0,0178	0,038	150,5	0,001505	8,45506
16	jantung 2	0,0167	0,034	130,5	0,001305	7,81437
16	jantung 3	0,028	0,048	200,5	0,002005	7,16071
18	jantung 1	0,0256	0,049	205,5	0,002055	8,02734
18	jantung 2	0,0219	0,046	190,5	0,001905	8,69863
18	jantung 3	0,0251	0,049	205,5	0,002055	8,18725
20	jantung 1	0,0394	0,078	350,5	0,003505	8,89594
20	jantung 2	0,0567	0,091	415,5	0,004155	7,32804
20	jantung 3	0,0388	0,077	345,5	0,003455	8,90464
12	hati 1	0,0482	0,047	195,5	0,001955	4,05602
12	hati 2	0,0259	0,025	85,5	0,000855	3,30116
12	hati 3	0,0373	0,04	160,5	0,001605	4,30295
14	hati 1	0,0398	0,042	170,5	0,001705	4,28392
14	hati 2	0,031	0,034	130,5	0,001305	4,20968
14	hati 3	0,0426	0,044	180,5	0,001805	4,23709



16	hati 1	0,0896	0,087	395,5	0,003955	4,41406
16	hati 2	0,0671	0,07	310,5	0,003105	4,62742
16	hati 3	0,0874	0,085	385,5	0,003855	4,41076
18	hati 1	0,0959	0,096	440,5	0,004405	4,59333
18	hati 2	0,1059	0,11	510,5	0,005105	4,82059
18	hati 3	0,0986	0,099	455,5	0,004555	4,61968
20	hati 1	0,0173	0,021	92,5	0,000925	5,34682
20	hati 2	0,0203	0,023	102,5	0,001025	5,04926
20	hati 3	0,0138	0,019	82,5	0,000825	5,97826
12	cangkang 1	0,0365	0,03	110,5	0,01105	30,274
12	cangkang 2	0,0365	0,03	110,5	0,01105	30,274
12	cangkang 3	0,0424	0,031	115,5	0,01155	27,2406
14	cangkang 1	0,0408	0,03	110,5	0,01105	27,0833
14	cangkang 2	0,0376	0,03	110,5	0,01105	29,3883
14	cangkang 3	0,0359	0,028	100,5	0,01005	27,9944
16	cangkang 1	0,0415	0,03	110,5	0,01105	26,6265
16	cangkang 2	0,0241	0,018	77,5	0,00775	32,1577
16	cangkang 3	0,0388	0,02	87,5	0,00875	22,5515
18	cangkang 1	0,0237	0,012	47,5	0,00475	20,0422
18	cangkang 2	0,0318	0,016	67,5	0,00675	21,2264
18	cangkang 3	0,0248	0,013	52,5	0,00525	21,1694
20	cangkang 1	0,1114	0,043	175,5	0,01755	15,754
20	cangkang 2	0,0694	0,038	150,5	0,01505	21,6859
20	cangkang 3	0,0873	0,031	115,5	0,01155	13,2302



**Lampiran D. Hasil Analisis SPSS Menggunakan Analisis Korelasi****D.1 Hasil Analisis Korelasi antara Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Hati**

## Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TAHAPAN	16,0000	2,92770	15
CANGKANG	24,4460	5,58671	15
HATI	4,5500	,61001	15

## Correlations

		TAHAPAN	CANGKANG	HATI
TAHAPAN	Pearson Correlation	1	-,841	,859
	Sig. (2-tailed)	,	,000	,000
	N	15	15	15
CANGKANG	Pearson Correlation	-,841	1	-,826
	Sig. (2-tailed)	,000	,	,000
	N	15	15	15
HATI	Pearson Correlation	,859	-,826	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,
	N	15	15	15

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



## D.2 Hasil Analisis Korelasi antara Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Jantung

### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TAHAPAN	16,0000	2,92770	15
CANGKANG	24,4460	5,58671	15
JANTUNG	7,7740	,83177	15

### Correlations

		TAHAPAN	CANGKANG	JANTUNG
TAHAPAN	Pearson Correlation	1	-,841	,619
	Sig. (2-tailed)	,	,000	,014
	N	15	15	15
CANGKANG	Pearson Correlation	-,841	1	-,634
	Sig. (2-tailed)	,000	,	,011
	N	15	15	15
JANTUNG	Pearson Correlation	,619	-,634	1
	Sig. (2-tailed)	,014	,011	,
	N	15	15	15

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



### D.3 Hasil Analisis Korelasi antara Kadar Kalsium Cangkang dengan Kadar Kalsium Organ Mata

#### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
TAHAPAN	16,0000	2,92770	15
CANGKANG	24,4460	5,58671	15
MATA	4,3253	,61519	15

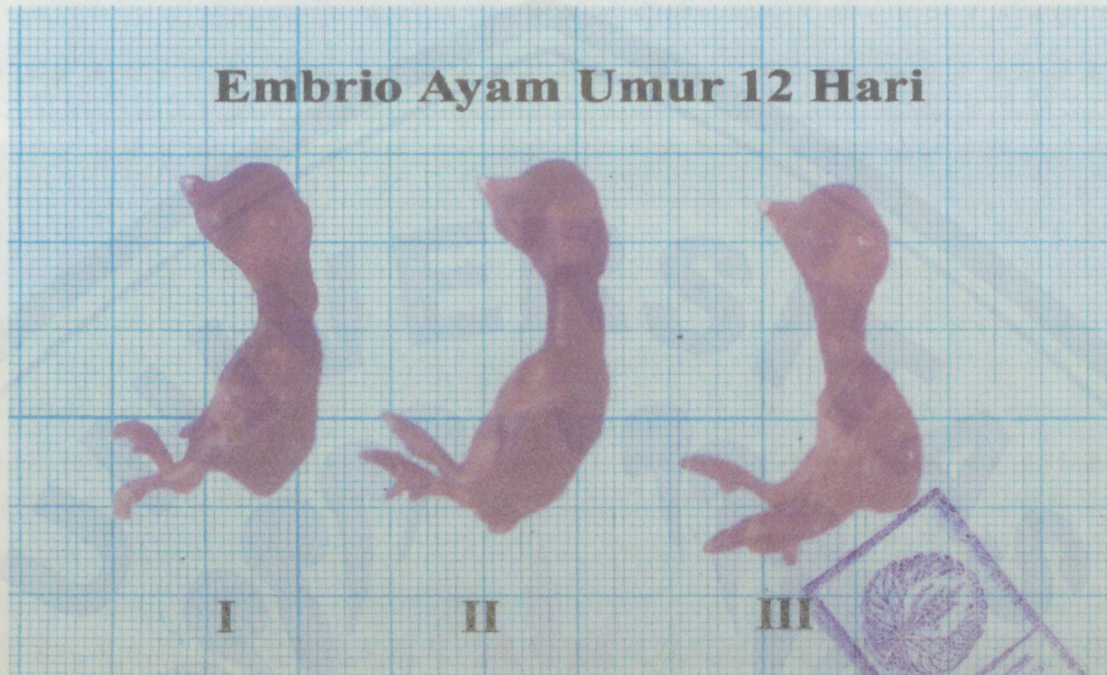
#### Correlations

		TAHAPAN	CANGKANG	MATA
TAHAPAN	Pearson Correlation	1	-,841	,906
	Sig. (2-tailed)	,	,000	,000
	N	15	15	15
CANGKANG	Pearson Correlation	-,841	1	-,740
	Sig. (2-tailed)	,000	,	,002
	N	15	15	15
MATA	Pearson Correlation	,906	-,740	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,002	,
	N	15	15	15

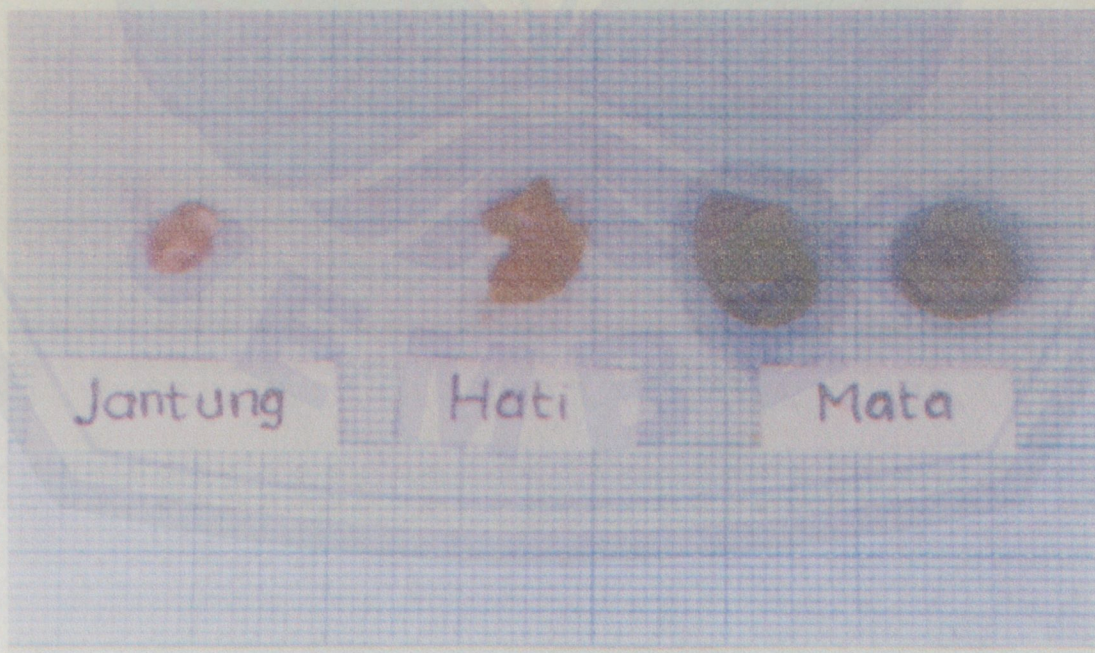
\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



Lampiran E. Dokumentasi Penelitian

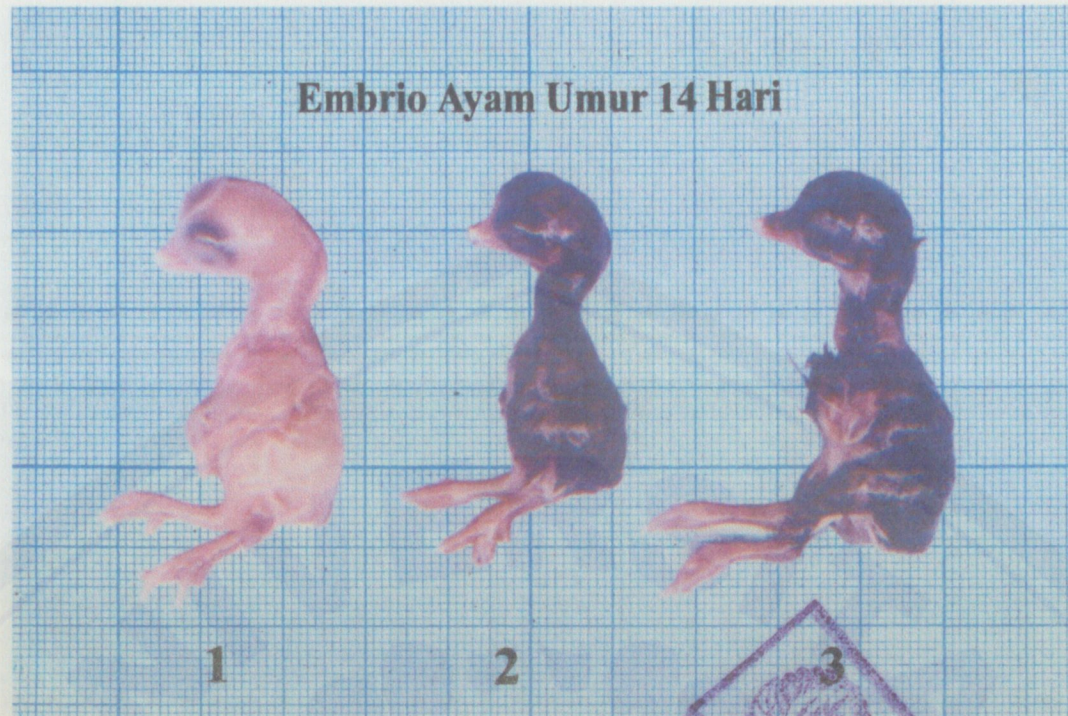


Gambar 1. Perkembangan Embrio Ayam Umur 12 Hari

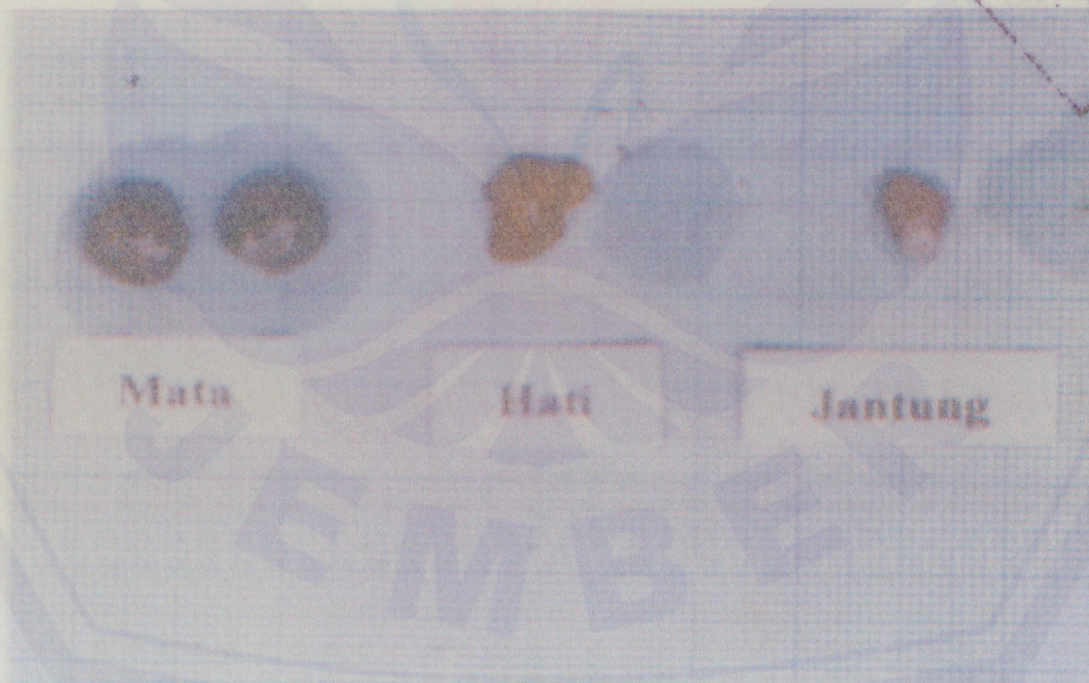


Gambar 2. Organ Hati, Jantung dan Mata pada Embrio Ayam Umur 12 Hari





Gambar 3. Perkembangan Embrio Ayam Umur 14 Hari



Gambar 4. Organ Hati, Jantung dan Mata pada Embrio Ayam Umur 14 Hari

Gambar 5. Organ Hati, Jantung dan Mata pada Embrio Ayam Umur 14 Hari





Gambar 5. Perkembangan Embrio Ayam Umur 16 Hari

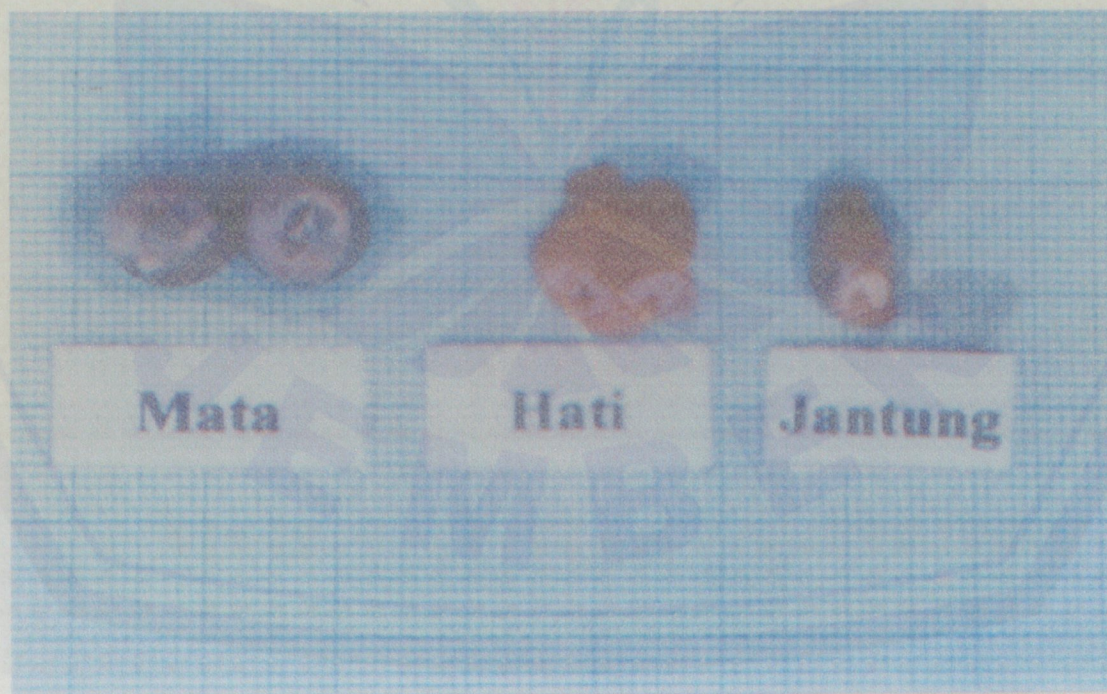


Gambar 6. Organ Hati, Jantung dan Mata pada Embrio Ayam Umur 16 Hari



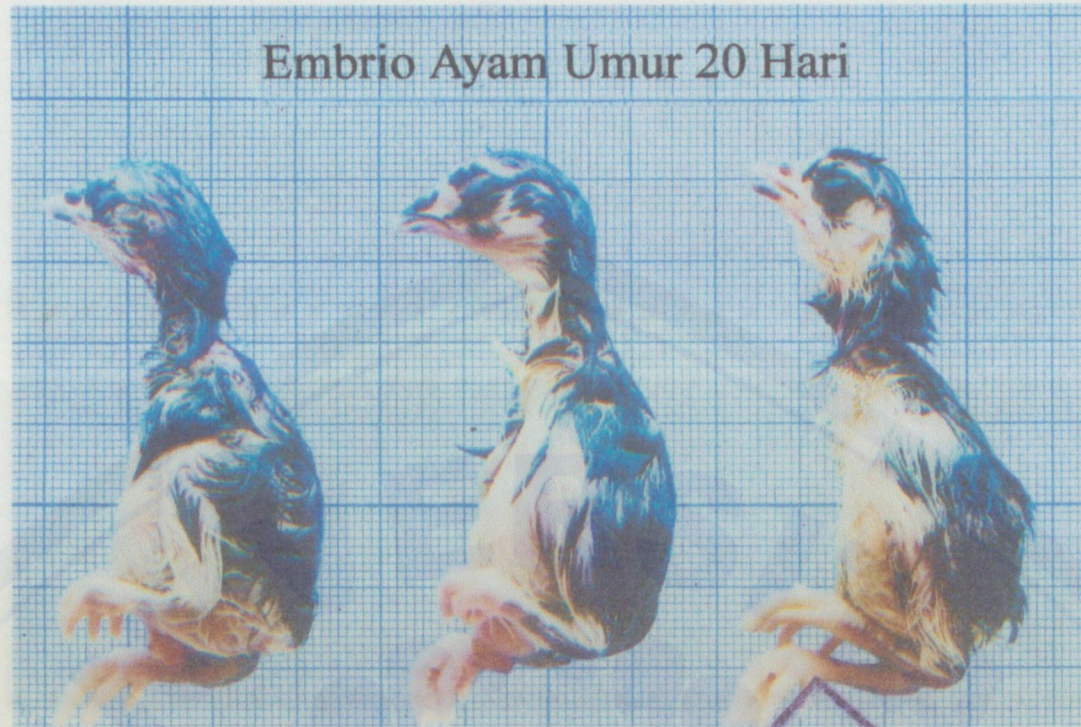


Gambar 7. Perkembangan Embrio Ayam Umur 18 Hari



Gambar 8. Organ Hati, Jantung dan Mata pada Embrio Ayam Umur 18 Hari





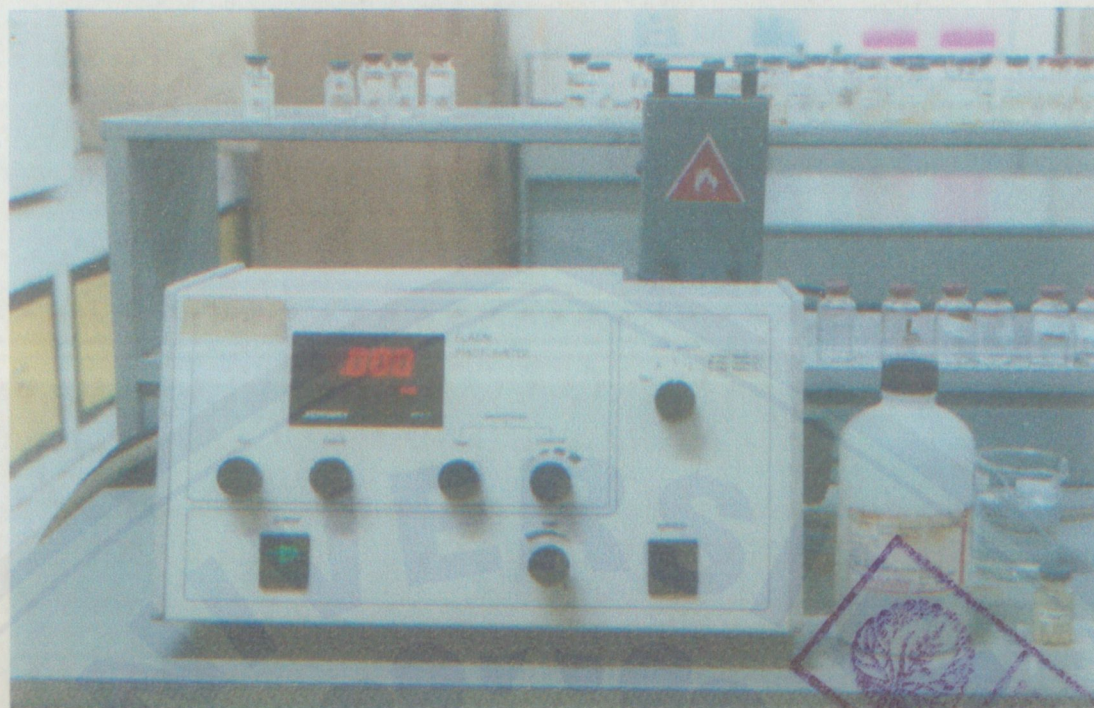
Gambar 9. Perkembangan Embrio Ayam Umur 20 Hari



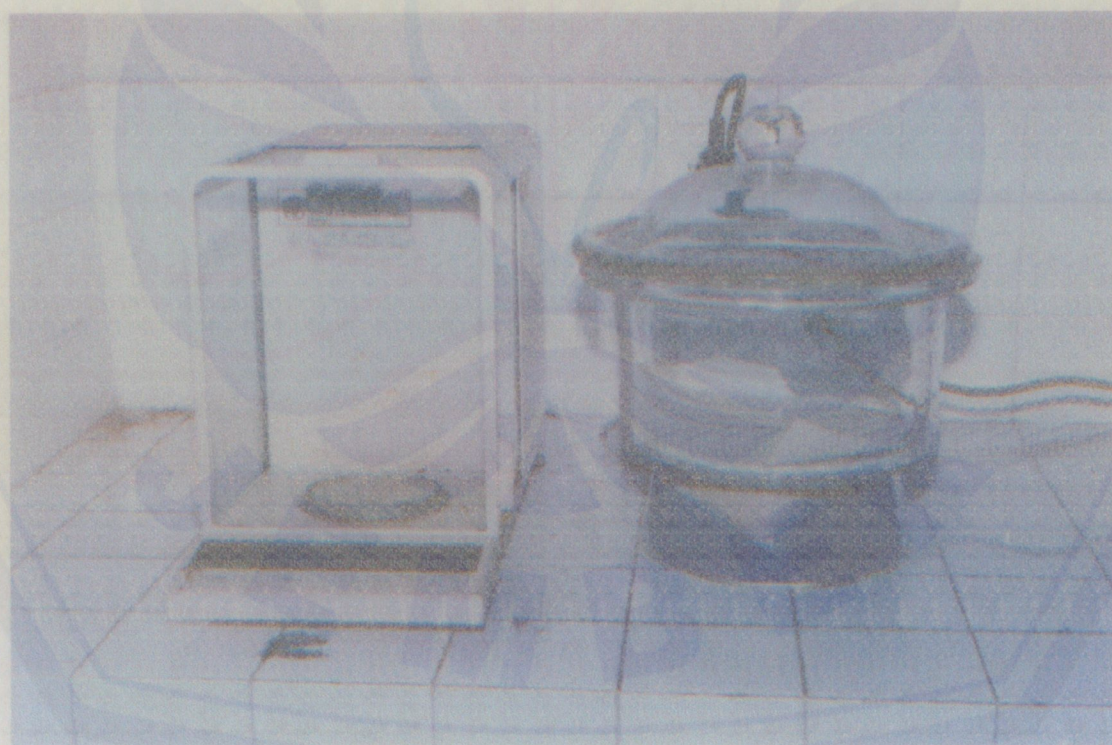
Gambar 10. Organ Hati, Jantung dan Mata pada Embrio Ayam Umur 20 Hari

STAMP: PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS JEMBER





Gambar 11. Alat untuk Menganalisis Kadar Kalsium



Gambar 12. Alat untuk Menghitung Berat Sampel Kering dan untuk Pengeringan Total Sampel

STAMP: PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS JEMBER





Gambar 13. Sampel Kering Cangkang, Hati, Mata dan Jantung



Gambar 14. Peneliti sedang Analisis Kadar Kalsium dengan *Flamephotometer*