

**LAPORAN
AKHIR TAHUN**

PENELITIAN DOSEN PEMULA



Universitas
Esa Unggul

**ANALISIS KADAR KALSIMUM, MAGNESIUM DAN CEMARAN TIMBAL DALAM
LIMBAH CANGKANG TELUR AYAM, TELUR BEBEK DAN KERANG DARAH**

Tahun Ke-1 dari rencana 1 tahun

TIM PENELITI

Tyas Putri Utami, S.Pd., M.Biomed

0329099001

Dr. Sri Teguh Rahayu, M.Farm., Apt

0327107207

**UNIVERSITAS ESA UNGGUL
NOVEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Analisis Kadar Kalsium, Magnesium dan Cemaran Timbal Dalam Limbah Cangkang Telur Ayam, Telur Bebek dan Kerang Darah

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap : TYAS PUTRI UTAMI, S.Pd, M.Biomed.
Perguruan Tinggi : Universitas Esa Unggul
NIDN : 0329099001
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Program Studi : Farmasi
Nomor HP : 085959023663
Alamat surel (e-mail) : tyas.putri@esaunggul.ac.id

Anggota (1)

Nama Lengkap : SRI TEGUH RAHAYU Apt, M.Farm, Dr
NIDN : 0327107207
Perguruan Tinggi : Universitas Esa Unggul

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 20,000,000
Biaya Keseluruhan : Rp 20,000,000

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan UEU

D.K.I. JAKARTA, 13 - 11 - 2018
Ketua,



(Dr. Aprilita Rina Yanti Ef, M.Biomed., Apt.)
NIP/NIK 215020572

(TYAS PUTRI UTAMI, S.Pd, M.Biomed.)
NIP/NIK

Menyetujui,
Ketua LPPM UEU

(Dr. Hasyim, SE., MM., M.Ed.)
NIP/NIK 0201040164

RINGKASAN

Limbah cangkang dari industri olahan pangan merupakan limbah yang dapat diolah kembali untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Cangkang merupakan tempat deposit mineral seperti kalsium dan magnesium pada unggas dan bivalvia. Kandungan mineral yang tinggi menjadikan cangkang sebagai alternatif pilihan sumber kalsium dan magnesium dalam industri farmasi. Cangkang, selain menjadi tempat deposit kalsium dan magnesium, juga dapat menjadi tempat deposit cemaran timbal. Dalam pengolahan makanan maupun obat-obatan, bahan yang digunakan diharapkan sangat rendah tingkat pencemarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mencari sumber kalsium dan magnesium dengan cemaran timbal yang sangat rendah melalui pemanfaatan limbah cangkang telur ayam, telur bebek dan kerang darah dari industri kuliner di Jakarta. Penelitian dilakukan dari bulan Mei-Oktober 2018. Sampel cangkang diambil secara acak dari 12 usaha kuliner yang ada di Jakarta. Preparasi sampel dan pengukuran kadar kalsium, magnesium dan timbal dilakukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS) di Laboratorium Terpadu Universitas Esa Unggul. Hasil analisis menunjukkan cangkang telur bebek memiliki kadar kalsium tertinggi, namun tidak berbeda signifikan dengan kerang darah. Cangkang yang mengandung kadar magnesium tertinggi dengan perbedaan yang signifikan berturut-turut adalah telur ayam, telur bebek dan kerang darah dengan rasio Mg/Ca tertinggi terdapat pada cangkang telur ayam. Kadar timbal dalam ketiga jenis cangkang $<0,2$ ppm dan tidak berbeda signifikan satu sama lain. Cangkang sumber kalsium yang baik digunakan untuk suplemen kalsium bagi penderita osteoporosis adalah cangkang telur ayam karena memiliki rasio Mg/Ca yang tinggi. Untuk sediaan farmasi yang memerlukan kadar kalsium yang tinggi tanpa kandungan magnesium yang banyak, dapat menggunakan cangkang telur bebek ataupun cangkang kerang darah.

Kata kunci: cangkang, telur ayam, telur bebek, kerang darah, kalsium, magnesium, timbal

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga Laporan Akhir Penelitian Hibah Penelitian Dosen Pemula tahun 2018 telah dapat diselesaikan. Laporan akhir ini berisi hasil penelitian yang telah dilakukan hingga selesai. Pada tahap ini, semua data yang diinginkan telah didapatkan dari hasil pengukuran yang memerlukan waktu optimasi hingga memperoleh data yang baik dan dapat dianalisis.

Terima kasih kami kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Peneliti menyadari masih terdapat kekurangan dalam pembuatan laporan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran terhadap penyempurnaan baik dari segi penelitian maupun penulisan laporan ini sangat diharapkan.

Jakarta, November 2018

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Halaman Pengesahan	ii
Ringkasan	3
Prakata	4
Daftar Isi	5
Daftar Tabel	6
Daftar Lampiran	7
Bab 1. Pendahuluan	8
Bab 2. Tinjauan Pustaka	10
2.1. Deposit Kalsium Dalam Cangkang	10
2.2. Deposit Magnesium Dalam Cangkang	10
2.3. Deposit Cemar Timbal Dalam Cangkang	11
2.4. Peran Kalsium dan Magnesium Dalam Terapi	11
Bab 3. Manfaat dan Tujuan Penelitian	13
Bab 4. Metode Penelitian	14
4.1. Desain Penelitian	14
4.2. Tempat dan Waktu Penelitian	14
4.3. Alat dan Bahan Penelitian	14
4.4. Prosedur Penelitian	15
4.5. Variabel Pengukuran	16
4.6. Analisis dan Penyajian Data	16
Bab 5. Hasil dan Luaran yang Dicapai	17
Bab 6. Rencana Tahapan Berikutnya	22
Bab 7. Kesimpulan dan Saran	23
Daftar Pustaka	24
Lampiran-lampiran	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Variabel Penelitian	15
Tabel 2. Kadar Kalsium, Magnesium dan Timbal Serta Rasio Mg/Ca	17

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kurva Standar Ca, Mg dan Pb	26
Lampiran 2. Hasil Analisis Data Kadar Kalsium, Magnesium dan Timbal.....	28

BAB 1

PENDAHULUAN

Limbah selalu menjadi masalah bagi kehidupan manusia. Usaha kuliner yang semakin menjamur banyak menghasilkan limbah olahan pangan. Cangkang telur ayam, telur bebek dan cangkang kerang darah merupakan salah satu limbah olahan pangan yang jarang dimanfaatkan kembali.

Cangkang telur dan cangkang kerang banyak mengandung kalsium, terutama dalam bentuk kalsium karbonat (Jacob *et al.*, 2008). Kalsium dalam tubuh unggas maupun bivalvia banyak terdeposit dalam cangkang. Deposit kalsium pada cangkang ini membuat cangkang menjadi cukup keras untuk melindungi embrio maupun jaringan lunak yang ada di dalamnya.

Selain kalsium, cangkang telur diketahui juga mengandung mineral lain yang juga berguna untuk tubuh manusia, seperti magnesium (Siulapwa, Mwambungu and Mubbunu, 2014). Cangkang bivalvia juga diketahui memiliki kandungan magnesium yang cukup besar (Jacob *et al.*, 2008). Jumlah kandungan mineral tersebut dalam cangkang cukup besar dan berpotensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai sumber kalsium dan magnesium.

Mineral esensial seperti kalsium dan magnesium memiliki peran yang penting dalam tubuh. Defisiensi kalsium sangat terkait dengan berbagai macam penyakit, seperti neoplasma, kardiovaskular, sindrom metabolic, respon imun, neurofisiologi dan kesehatan tulang (Heaney and Weaver, 2003). Defisiensi magnesium juga dapat mengakibatkan berbagai gangguan dalam tubuh. Defisiensi magnesium sangat terkait dengan berbagai penyakit kardiovaskular (Guerrera, Volpe and Mao, 2009) (Fawcett, Haxby and Male, 1999). Untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh defisiensi kalsium dan magnesium diperlukan tambahan asupan mineral tersebut, baik itu dalam bentuk supplement maupun bahan obat lainnya. Oleh karenanya diperlukan sumber kalsium dan magnesium yang cukup melimpah dengan harga yang relatif murah dan mudah didapatkan.

Tingginya kebutuhan akan mineral tersebut perlu mendapatkan perhatian untuk mencari bahan atau sumber yang mengandung mineral tersebut dalam jumlah yang tinggi. Limbah cangkang telur ayam dan kerang darah dapat menjadi opsi pilihan untuk dimanfaatkan sebagai sumber kalsium dan magnesium. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium untuk diolah kembali menjadi bahan formulasi obat, *supplement*, produk kosmetik atau sebagai pengisi bahan polimer. Dalam cangkang telur ayam terdapat kandungan kalsium sebanyak 2534,4

mg/100 g dan kandungan magnesium sebanyak 247,7 mg/100 g cangkang telur (Siulapwa, Mwambungu and Mubbunu, 2014). Kondisi tersebut menjadikan cangkang telur berpotensi untuk dijadikan bahan utama sumber mineral seperti kalsium.

Cangkang bivalvia seperti kerang darah juga memiliki kandungan kalsium (Rao, Kumar and Reddy, 2017) dan kandungan magnesium (Jacob *et al.*, 2008) yang cukup besar. Cangkang kerang darah yang strukturnya jauh lebih keras daripada telur ayam memungkinkannya memiliki kandungan kalsium yang lebih banyak. Namun asumsi ini perlu diuji kembali melalui analisis kalsium pada cangkang kerang darah.

Pemanfaatan limbah cangkang telur dan kerang darah dapat dijadikan sebagai opsi sumber mineral kalsium dan magnesium. Hal ini juga dapat berdampak baik terhadap lingkungan dengan berkurangnya jumlah limbah kuliner dari cangkang telur ayam, telur bebek dan cangkang kerang darah.

Cangkang, selain menjadi tempat deposit kalsium dan magnesium, juga dapat menjadi tempat deposit cemaran logam berat. Cangkang telur ayam diketahui mengandung kadar kalsium yang tinggi dengan sedikit cemaran logam berat (Schaafsma *et al.*, 2000). Meskipun begitu, cemaran logam berat pada cangkang ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan habitat hewan dan kandungan cemaran logam dalam makanan hewan. Hal ini memungkinkan telur ayam, telur bebek dan cangkang kerang darah mengandung mineral dan kadar logam yang berbeda dalam cangkangnya. Jabodetabek sebagai salah satu wilayah perkembangan industri di Indonesia diketahui memiliki tingkat polusi lingkungan yang cukup buruk. Hal ini memungkinkan cangkang dari hewan yang hidup di dalamnya juga dapat mengandung cemaran logam berat seperti timbal. Dalam pengolahan makanan maupun obat-obatan, bahan yang digunakan diharapkan sangat rendah tingkat pencemarnya. Oleh karena itu, meskipun cangkang telur ayam dan kerang darah dapat menjadi opsi sumber kalsium dan magnesium, juga perlu diperhatikan kandungan cemaran logam berat di dalamnya.

Bahan yang berbeda akan memiliki kandungan mineral yang berbeda pula (Al-awwal and Ali, 2015). Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan limbah cangkang telur ayam, telur bebek dan cangkang kerang darah yang memiliki lingkungan dan makanan yang berbeda, untuk mencari sumber kalsium dan magnesium dengan kuantitas yang tinggi namun sedikit pencemar logam berat seperti timbal.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deposit Kalsium Dalam Cangkang

Deposit kalsium pada cangkang telur membuat cangkang menjadi cukup keras untuk melindungi embrio yang ada di dalamnya. Berat cangkang telur kurang lebih 11% dari berat total telur. Cangkang telur terdiri dari 94% kalsium karbonat, 1% kalsium fosfat, 1% magnesium karbonat dan 4% zat organik (Murakami *et al.*, 2007). Berdasarkan penelitian, kandungan kalsium dalam cangkang telur setiap jenis unggas besarnya bervariasi (Al-awwal and Ali, 2015). Dalam cangkang telur ayam terdapat kandungan kalsium sebanyak 2534,4 mg/100 g (Siulapwa, Mwambungu and Mubbunu, 2014). Dekomposisi produk kulit telur memerlukan energi aktivasi yang tinggi, yang berarti stabilitas suhunya tinggi. Kalsium karbonat sintetis terdekomposisi pada suhu 30°C kurang dari kalsium karbonat yang diperoleh dari cangkang telur (Murakami *et al.*, 2007).

Moluska seperti kerang merupakan hewan bertubuh lunak. Deposit kalsium pada cangkang kerang membuat cangkang menjadi cukup keras untuk melindungi jaringan lunak yang ada di dalamnya. Kalsium dalam cangkang moluska dominan berada dalam bentuk senyawa kalsium karbonat (CaCO_3) (Soído, Vasconcellos and Diniz, 2009). Cangkang moluska banyak mengandung kalsium karbonat dengan sedikit protein yang bercampur di dalamnya (Rao, Kumar and Reddy, 2017). Cangkang moluska terdiri dari dua unit struktur yang berbeda, lapisan prisma dan nakreas, ditutupi oleh lapisan organik tebal periostrakum ke arah luar. Dinding kompartemen organiknya terdiri dari b-kitin, protein asam dan glikoprotein, yang hadir sebagai lapisan tipis yang menutupi dinding kompartemen kitin dan atau terdispersi dalam kalsium karbonat (Jacob *et al.*, 2008). Kondisi lingkungan air laut, seperti keasaman (Rao, Kumar and Reddy, 2017), salinitas (Poulain *et al.*, 2015) dan suhu (Butler *et al.*, 2015) akan mempengaruhi konsentrasi kalsium karbonat dalam cangkang moluska. Peningkatan keasaman air laut menyebabkan konsentrasi ion karbonat, blok penyusun kalsium karbonat, menjadi lebih rendah sehingga pengendapan kalsium karbonat juga berkurang (Rao, Kumar and Reddy, 2017).

2.2. Deposit Magnesium Dalam Cangkang

Selain kalsium, dalam cangkang juga terdapat kandungan mineral lainnya seperti magnesium. Dalam cangkang telur ayam terdapat kandungan magnesium sebanyak 247,7 mg/100 g cangkang telur (Siulapwa, Mwambungu and Mubbunu, 2014). Rasio Mg/Ca dalam cangkang bivalvia dapat dipengaruhi oleh salinitas (Poulain *et al.*, 2015) dan suhu (Butler *et al.*, 2015).

2.3. Deposit Cemaran Timbal Dalam Cangkang

Bivalvia dapat digunakan sebagai bioindikator polusi logam yang dapat terakumulasi baik pada jaringan lunak tubuhnya maupun pada cangkang kalsium karbonat yang keras. Logam seperti Mg, Mn, Zn, Pb dan Cu dapat dapat mensubstitusi ion Ca^{2+} dan menjadi terkoorporasi dalam Kristal kalsium karbonat (Tynan *et al.*, 2005).

2.4. Peran Kalsium dan Magnesium Dalam Terapi

Kalsium karbonat merupakan eksipien farmasi yang banyak digunakan sebagai pengencer dalam bentuk sediaan padat. Kalsium karbonat juga dijadikan bahan dasar untuk pembuatan obat, dapar dan bahan tambahan seperti dalam bentuk supplement (Murakami *et al.*, 2007).

Magnesium adalah kation keempat paling banyak di dalam tubuh dan merupakan kation intraseluler terbanyak kedua setelah kalium. Magnesium memiliki peran penting sebagai kofaktor pada lebih dari 300 enzim di dalam tubuh yang terlibat dalam proses metabolisme energy dan sintesis asam nukleat serta beberapa proses fisiologi penting lainnya (Guerrera, Volpe and Mao, 2009).

Defisiensi magnesium sangat terkait dengan penyakit kardiovaskular. Selain itu, magnesium juga sangat diperlukan untuk meningkatkan sensitifitas sel target hormone paratiroid (PTH) terhadap PTH. Penyerapan magnesium dan kalsium saling terkait, terutama berkaitan dengan pelepasan PTH yang diinduksi oleh hipokalsemia. Defisiensi magnesium mengakibatkan pelepasan PTH berkurang, yang dapat dikoreksi dengan infus magnesium (Fawcett, Haxby and Male, 1999).

Suplementasi magnesium juga dapat digunakan untuk mengatasi bronkospasme pada pasien asma (Fawcett, Haxby and Male, 1999)(Guerrera, Volpe and Mao, 2009), eclampsia dan pre-eclampsia, aritmia, sakit kepala, dipepsia, osteoporosis, disminorhea dan konstipasi (Guerrera,

Volpe and Mao, 2009). Namun suplementasi ini perlu memperhatikan dosis untuk setiap keluhan yang terjadi (Guerrera, Volpe and Mao, 2009).

BAB 3

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mencari sumber kalsium dan magnesium dengan cemaran timbal yang sangat rendah melalui pemanfaatan limbah cangkang telur ayam, telur bebek dan kerang darah dari industri kuliner di sekitar Jakarta.

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari terlaksananya penelitian ini:

1. Hasil yang didapat bisa menjadi dasar pemilihan sumber kalsium untuk membuat sediaan obat.
2. Mengurangi limbah cangkang dari industri kuliner dengan memanfaatkannya menjadi sesuatu yang memiliki nilai jual.
3. Mendapatkan ide penelitian lanjutan untuk menggunakan cangkang limbah kuliner tersebut untuk pembuatan nanopartikel cangkang dalam formulasi sediaan farmasi.

BAB 4

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan studi eksperimental menggunakan limbah cangkang dari industri kuliner di Jakarta. Cangkang yang digunakan adalah cangkang telur ayam, telur bebek dan kerang darah yang merupakan limbah industri kuliner yang diambil dari 12 tempat berbeda di Jakarta.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Esa Unggul pada Bulan Mei hingga Bulan Oktober 2018.

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

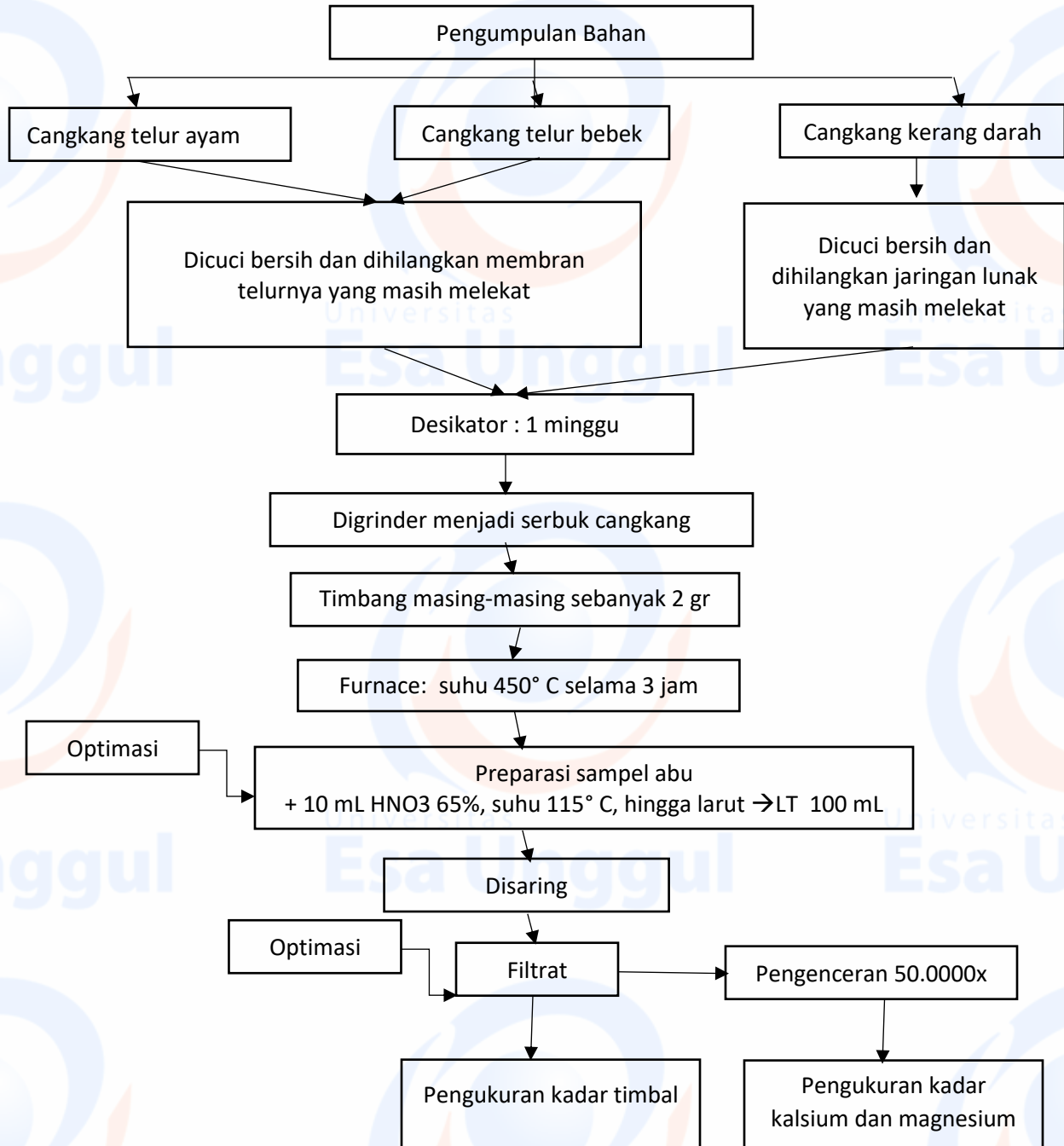
Alat:

- | | | |
|---|-------------------------------|----------------------------|
| - Pot Sampel | - Batang pengaduk | - pipet mor dan volumetric |
| - Alumunium foil | - Kertas saring Whatman No.41 | |
| - Timbangan Analitik Digital | - Pipet tetes | - mikropipet |
| - Tanur/Furnace | - Hot plate | - tips biru |
| - Krui | - Botol sampel | |
| - Spatula | - Alat Grinder | |
| - Desikator | - Corong kaca | |
| - Labu Takar, Baker glass, Erlenmeyer, Gelas Ukur | | |
| - AAS (Atomic Absorption Spectrometry) | | |

Bahan:

- | | |
|--|-----------------------------|
| - Cangkang telur ayam, telur bebek dan cangkang kerang darah | |
| - HNO ₃ 65% | - Aquades |
| - Larutan Standar Kalsium | - Larutan Standar Magnesium |
| - Larutan Standar Timbal | |

3.4. Prosedur Penelitian



3.5. Variabel Pengukuran

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang, yang terdiri dari cangkang telur ayam, cangkang telur bebek dan cangkang kerang darah. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar kalsium, magnesium dan timbal yang diukur menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*).

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Cara Pengukuran	Skala
Variabel Bebas		
Jenis Cangkang	-	Nominal
Variabel Terikat		
Kadar Kalsium	AAS	Rasio
Kadar Magnesium	AAS	Rasio
Kadar Timbal	AAS	Rasio

3.6. Analisis dan Penyajian Data

Analisis data meliputi analisis deskriptif dan analisis statistik. Uji prasyarat yakni uji normalitas dan homogenitas dilakukan masing-masing menggunakan uji Saphiro-Wilk dan Lavene dengan $\alpha=0,05$. Analisis data statistik dilakukan dengan uji Anova (untuk data yang berdistribusi normal) dan uji Kruskal-Wallis (untuk data yang tidak berdistribusi normal) pada $\alpha=0,05$ untuk setiap variabel terikat yang diukur.

BAB 5

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Berdasarkan data hasil optimasi penggunaan standar, maka diperoleh penggunaan *standar solution* dengan hasil pembacaan seperti pada lampiran. Masing-masing deret standar memiliki nilai r di atas 0,99. Berdasarkan hasil optimasi yang telah dilakukan untuk kedua kalinya, didapatkan penetapan pengenceran sampel untuk pengukuran kadar kalsium dan magnesium adalah sebesar 50000x sedangkan pengenceran sampel untuk pengukuran kadar timbal adalah sebesar 50x. Pengukuran kadar kalsium dan magnesium dilakukan dengan menggunakan metode *flame-AAS* sedangkan pengukuran timbal dilakukan dengan menggunakan metode *graphite furnace-AAS*

Data pengukuran kadar kalsium dan magnesium dari tiga kelompok sampel masing-masing tertera dalam tabel 2. berikut:

Tabel 2. Kadar Kalsium, Magnesium dan Timbal Serta Rasio Mg/Ca

	Kelompok	Mean \pm SD
Kadar Ca	Telur ayam	255147,0588 \pm 12790,43766 ppm ^a
	Telur bebek	401388,8889 \pm 15788,76022 ppm ^b
	Kerang darah	398039,2157 \pm 12541,21861 ppm ^b
Kadar Mg	Telur ayam	6580,8298 \pm 1275,16584 ppm ^a
	Telur bebek	4175,6080 \pm 1953,23225 ppm ^b
	Kerang darah	1931,3305 \pm 719,85524 ppm ^c
Kadar Pb	Telur ayam	0,11591 \pm 0,135787 ppm ^a
	Telur bebek	0,14715 \pm 0,119740 ppm ^a
	Kerang darah	0,12783 \pm 0,040409 ppm ^a
Rasio Mg/Ca	Telur ayam	0,026 \pm 0,005 ^a
	Telur bebek	0,011 \pm 0,005 ^b
	Kerang darah	0,005 \pm 0,002 ^c

Data hasil pengukuran kadar kalsium, magnesium dan timbal yang telah didapatkan kemudian dianalisis menggunakan program SPSS.

1. Hasil Uji Prasyarat

Uji prasyarat meliputi uji normalitas dengan menggunakan uji Saphiro-Wilk dan uji homogenitas menggunakan uji lavene. Untuk data perbandingan kadar kalsium, seluruh kelompok memiliki data kadar kalsium yang berdistribusi normal ($p > 0,05$) dan homogen ($p > 0,05$). Untuk data perbandingan kadar magnesium dan timbal, terdapat kelompok yang memiliki data kadar yang tidak berdistribusi normal ($p < 0,05$, data terlampir pada lampiran 2).

2. Hasil Uji Perbandingan

Berdasarkan hasil uji prasyarat, maka dilakukan uji perbandingan kadar kalsium pada cangkang telur ayam, telur bebek dan kerang darah dengan menggunakan uji Anova. Hasil uji Anova menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok. Dari uji post hoc menggunakan uji Tukey HSD, menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara kadar kalsium telur ayam dan telur bebek, sementara tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$) antara kadar kalsium telur bebek dengan kerang darah. Telur bebek memiliki kadar kalsium tertinggi yakni $401388,8889 \pm 15788,76022$ ppm.

Berdasarkan hasil uji prasyarat, maka dilakukan uji perbandingan kadar magnesium pada cangkang telur ayam, telur bebek dan kerang darah dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. Hasil uji menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok. Dari uji post hoc menggunakan uji U Mann Whitney, menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok. Telur ayam memiliki kadar magnesium tertinggi yakni $6580,8298 \pm 1275,16584$ ppm diusul dengan telur bebek dan cangkang kerang darah.

Selain itu dapat dilihat bahwa rasio Mg/Ca terbesar ($0,026 \pm 0,005$) berasal dari cangkang telur ayam yang berbeda signifikan dengan rasio Mg/Ca dari cangkang telur bebek dan kerang darah ($p < 0,05$).

Berdasarkan hasil uji prasyarat, maka dilakukan uji perbandingan kadar timbal pada cangkang telur ayam, telur bebek dan kerang darah dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. Hasil uji menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok ($p > 0,05$) sehingga tidak dilakukan uji post hoc. Telur ayam memiliki kadar timbal terendah yakni $0,11591 \pm 0,135787$ ppm.

Berdasarkan penelitian, kandungan kalsium dalam cangkang telur setiap jenis unggas besarnya bervariasi (Al-awwal and Ali, 2015). Hal ini terbukti dari hasil analisis statistik yang menunjukkan cangkang telur bebek mengandung kadar kalsium paling tinggi, namun tidak berbeda signifikan dengan kadar kalsium cangkang kerang darah. Bagi unggas, deposit kalsium pada cangkang telur membuat cangkang menjadi cukup keras untuk melindungi embrio yang ada di dalamnya dan bagi kerang, deposit kalsium pada cangkang kerang membuat cangkang menjadi cukup keras untuk melindungi jaringan lunak yang ada di dalamnya. Deposit kalsium yang tinggi pada cangkang tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium untuk suplemen ataupun eksipien dalam sediaan farmasi. Pembuatan kalsium yang berasal dari cangkang ini perlu juga memperhatikan kandungan mineral lainnya yang terdapat pada cangkang. Di beberapa negara, banyak dikembangkan suplemen kalsium yang berasal dari bahan alam seperti cangkang telur dan cangkang kerang. Penelitian menunjukkan cangkang kerang dari jenis *Pinctada margaritifera* memiliki kandungan elemen yang baik untuk dijadikan sebagai suplemen kalsium (Chang *et al.*, 2007).

Hasil analisis kadar magnesium menunjukkan perbedaan yang signifikan antara ketiga kelompok, namun kadar magnesium cangkang telur ayam menempati urutan tertinggi di antara yang lain. Terdapat perbedaan kadar magnesium dan rasio Mg/Ca yang signifikan antara telur ayam, telur bebek dan kerang darah ($p < 0,05$). Kadar magnesium dan rasio Mg/Ca tertinggi ditemukan pada cangkang telur ayam. Berdasarkan data kadar kalsium dan magnesium yang terdapat dalam ketiga jenis cangkang, maka dapat dikatakan cangkang telur ayam dapat digunakan untuk uji lebih lanjut untuk pembuatan suplemen kalium bagi penderita osteoporosis karena memiliki rasio Mg/Ca tertinggi. Defisiensi magnesium berperan dalam terjadinya osteoporosis secara langsung dengan bekerja pada pembentukan kristal dan pada sel tulang serta secara tidak langsung dengan mempengaruhi sekresi dan aktivitas hormone paratiroid dan memicu inflamasi derajat rendah (Castiglioni *et al.*, 2013). Penyerapan magnesium dan kalsium saling terkait, terutama berkaitan dengan pelepasan PTH yang diinduksi oleh hipokalsemia. Defisiensi magnesium mengakibatkan pelepasan PTH berkurang, yang dapat dikoreksi dengan infus magnesium (Fawcett, Haxby and Male, 1999).

Pada penderita osteoporosis, diperlukan tambahan asupan kalsium untuk dapat meningkatkan kadar kalsium dalam darah. Penelitian menunjukkan suplemen kalsium dari cangkang bivalvia dapat meningkatkan kepadatan tulang setelah 12 dan 24 minggu pada

perempuan osteoporosis (Bam and Ose, 1990). Selain bivalvia, cangkang telur juga diketahui mengandung banyak kalsium yang juga dapat dimanfaatkan untuk suplemen kalsium bagi penderita osteoporosis.

Selain kalsium, cangkang telur maupun cangkang kerang (bivalvia) juga cukup banyak mengandung magnesium. Magnesium merupakan salah satu elemen yang penting dalam tubuh manusia. Orang dewasa mengandung sekitar 24 g magnesium yang tersebar pada beberapa organ dan kompartemen tubuh. Sebanyak 60-65% dari magnesium yang ada di dalam tubuh tersimpan di dalam tulang (Vormann, 2003).

Magnesium diserap oleh ileum dan jejunum dalam bentuk ion oleh mekanisme aktif dan pasif yang kemungkinan tidak berada di bawah control hormonal. Terdapat beberapa nutrisi yang mungkin berinteraksi dengan absorpsi magnesium di intestinum, salah satunya adalah kalsium (Vormann, 2003).

Hilangnya magnesium dari tulang akan diikuti oleh lepasnya kalsium dari tulang dan menurunnya kepadatan tulang (Vormann, 2003). Percobaan pada tikus menunjukkan bahwa defisiensi magnesium mempengaruhi penurunan massa tulang melalui peningkatan resorpsi kalsium dan penurunan jumlah osteoblast yang berperan dalam pembentukan formasi tulang (Rude *et al.*, 2003). Selain itu, defisiensi magnesium diketahui juga meningkatkan substansi P pada tulang, yang menstimulasi produksi sitokin. Sitokin-sitokin ini dapat meningkatkan resorpsi tulang oleh osteoklas (Rude *et al.*, 2009).

Berdasarkan hal tersebut, orang yang mengalami osteoporosis tidak hanya memerlukan asupan kalsium saja melainkan juga diimbangi dengan asupan magnesium yang cukup. Oleh karenanya, suplemen kalsium dari telur ayam yang mengandung magnesium cukup tinggi dengan rasio Mg/Ca lebih tinggi dibandingkan telur bebek dan cangkang kerang darah, dapat menjadi alternatif sumber pembuatan suplemen kalsium bagi penderita osteoporosis.

Magnesium selain bermanfaat bagi tulang, suplemen magnesium oral juga diketahui dapat meningkatkan fungsi endotel (Barbagallo *et al.*, 2010) dan sensitivitas insulin (Martha Rodríguez-Morán, 2003) pada penderita diabetes. Studi meta analisis juga menunjukkan bahwa suplementasi magnesium juga diketahui dapat menurunkan tekanan darah (Kass, Weekes and Carpenter, 2012).

Cangkang, selain menjadi tempat deposit kalsium dan magnesium, juga dapat menjadi tempat deposit cemaran logam berat. Rendahnya kadar timbal dalam ketiga jenis cangkang yang

nilainya <0,5 ppm menunjukkan bahwa ketiganya dapat dijadikan sumber kalsium untuk pembuatan suplemen kalsium ataupun eksipien dalam sediaan farmasi lainnya.

Cemaran timbal dapat ditemukan dari bahan makanan, termasuk suplemen kalsium yang berasal dari olahan cangkang. Pada sebuah studi di Hongkong, ditemukan adanya kandungan timbal sebesar $1,98 \mu\text{g (kg BB)}^{-1} \text{ minggu}^{-1}$ yang berasal dari makanan seperti susu, buah-buahan, seafood dan lain-lain, sedangkan Provisional Tolerable Weekly Intakes (PTWI) untuk timbal yang direkomendasikan oleh JECFA adalah $25 \mu\text{g (kg BB)}^{-1} \text{ minggu}^{-1}$ (Chung Stephen Wai Cheung, Kwong Ka Ping, YauJoan C.W., 2008).

Berdasarkan hasil penelitian ini, cangkang sumber kalsium yang baik digunakan untuk suplemen kalsium bagi penderita osteoporosis adalah cangkang telur ayam karena memiliki rasio Mg/Ca yang tinggi. Untuk sediaan farmasi yang memerlukan kadar kalsium yang tinggi tanpa kandungan magnesium yang banyak, dapat menggunakan cangkang telur bebek ataupun cangkang kerang darah sebagai sumber kalsium.

Luaran yang hendak dicapai yakni publikasi pada jurnal yang sedang dalam proses submit.

BAB 6

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

1. Membuat penelitian nanopartikel kalsium dari jenis cangkang terpilih dengan menggunakan konjugat untuk digunakan dalam sediaan farmasi

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Telur bebek memiliki kadar kalsium tertinggi namun tidak berbeda signifikan dengan kadar kalsium kerang darah
2. Telur ayam memiliki kadar magnesium tertinggi yang berbeda signifikan dengan kadar magnesium pada telur bebek dan kerang darah.
3. Kadar timbal pada ketiga jenis cangkang tidak berbeda signifikan dan nilainya masih di bawah 0,5 ppm.
4. Cangkang sumber kalsium yang baik digunakan untuk suplemen kalsium bagi penderita osteoporosis adalah cangkang telur ayam karena memiliki rasio Mg/Ca yang tinggi.
5. Untuk sediaan farmasi yang memerlukan kadar kalsium yang tinggi tanpa kandungan magnesium yang banyak, dapat menggunakan cangkang telur bebek ataupun cangkang kerang darah.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat cangkang yang paling efektif untuk digunakan sebagai suplemen ataupun eksipien farmasi lainnya dengan menggunakan uji in vivo menggunakan hewan coba.

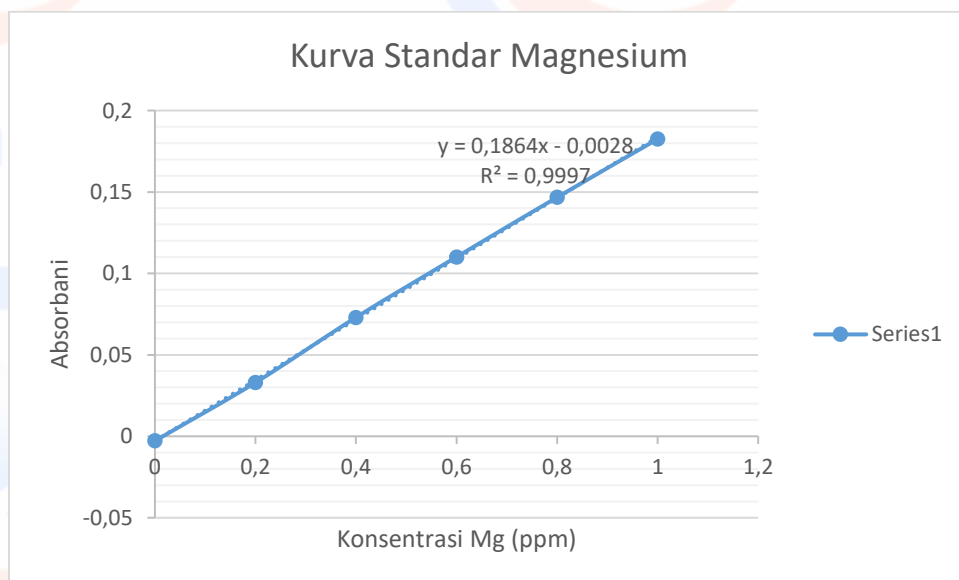
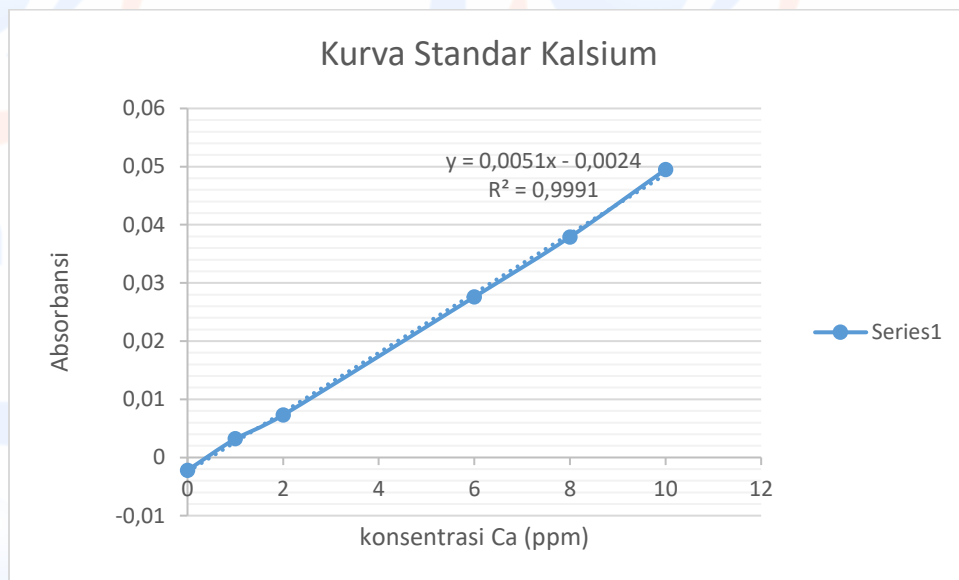
DAFTAR PUSTAKA

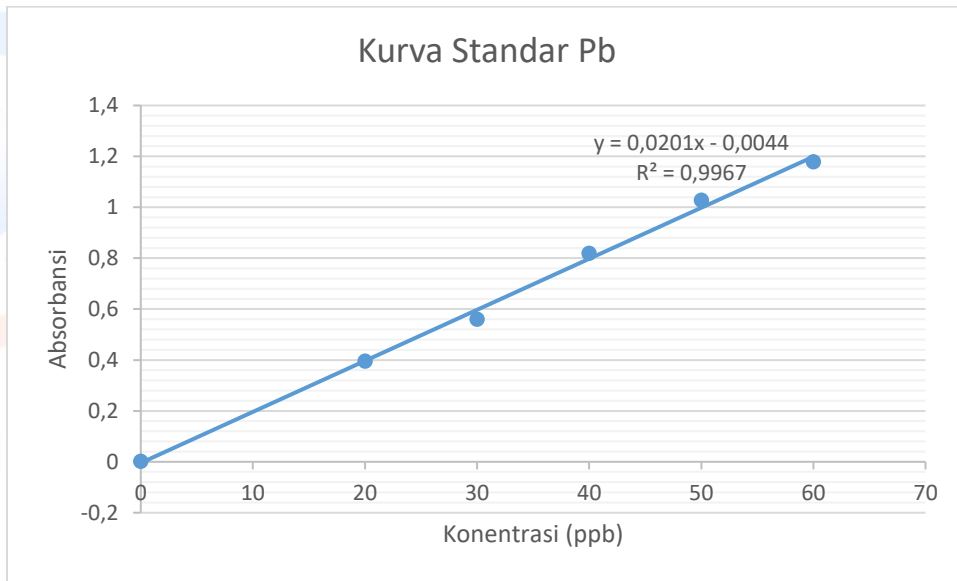
- Al-awwal, N. Y. and Ali, U. L. (2015) 'Proximate Analyses of Different Samples of Egg Shells Obtained from Sokoto Market in Nigeria', *IJSR*, 4(3), pp. 2013–2015.
- Bam, E. and Ose, T. (1990) 'Haruko Miyamoto*, tsumoto' and Toru', *Bone and Mineral*, 11, pp. 85–91.
- Barbagallo, M. *et al.* (2010) 'Oral magnesium supplementation improves vascular function in elderly diabetic patients', *magnesium research*, 23(3), pp. 131–137.
- Butler, S. *et al.* (2015) 'The Mg/Ca-temperature relationship in brachiopod shells: Calibrating a potential palaeoseasonality proxy', *Chemical Geology*. Elsevier B.V., 397, pp. 106–117. doi: 10.1016/j.chemgeo.2015.01.009.
- Castiglioni, S. *et al.* (2013) 'Magnesium and Osteoporosis: Current State of Knowledge and Future Research Directions', *Nutrients*, 5, pp. 3022–3033. doi: 10.3390/nu5083022.
- Chang, F. *et al.* (2007) 'Food Chemistry Element concentrations in shell of *Pinctada margaritifera* from French Polynesia and evaluation for using as a food supplement', *Food Chemistry*, 104, pp. 1171–1176. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.01.032.
- Chung Stephen Wai Cheung, Kwong Ka Ping, YauJoan C.W., W. W. W. K. (2008) 'Food Additives & Contaminants : Part A Dietary exposure to antimony , lead and mercury of secondary school students in Hong Kong', *Food Additives and Contaminants*, 25(7), pp. 831–840. doi: 10.1080/02652030701697751.
- Fawcett, W. J., Haxby, E. J. and Male, D. A. (1999) 'Magnesium: physiology and pharmacology', *British Journal of Anaesthesia Br J Anaesth*, 83(83), pp. 302–20. doi: 10.1097/00132586-200004000-00034.
- Guerrera, M. P., Volpe, S. L. and Mao, J. U. N. J. (2009) 'Therapeutic Uses of Magnesium', *Am Fam Physician*, 80(2), pp. 157–162.
- Heaney, R. P. and Weaver, C. M. (2003) 'Calcium and vitamin D', in *Endocrinology and Metabolism Clinics of North America*, pp. 181–194. doi: 10.17226/13050.
- Jacob, D. E. *et al.* (2008) 'Nanostructure, composition and mechanisms of bivalve shell growth', *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Elsevier Ltd, 72(22), pp. 5401–5415. doi: 10.1016/j.gca.2008.08.019.
- Kass, L., Weekes, J. and Carpenter, L. (2012) 'Effect of magnesium supplementation on blood

- pressure : a meta-analysis', *European Journal of Clinical Nutrition*. Nature Publishing Group, 66(4), pp. 411–418. doi: 10.1038/ejcn.2012.4.
- Martha Rodríguez-Morán, F. G.-R. (2003) 'Improves Insulin Sensitivity and Metabolic Control in Type 2 Diabetic', *Diabetes Care*, 26(4), p. 1147–1152.,
- Murakami, F. S. *et al.* (2007) 'Physicochemical study of CaCO₃ from egg shells', *Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas*, 27(3), pp. 658–662.
- Poulain, C. *et al.* (2015) 'An evaluation of Mg / Ca , Sr / Ca , and Ba / Ca ratios as environmental proxies in aragonite bivalve shells', *Chemical Geology*. Elsevier B.V., 396, pp. 42–50. doi: 10.1016/j.chemgeo.2014.12.019.
- Rao, V. K., Kumar, J. S. K. and Reddy, M. V. B. (2017) 'Determination of Calcium Content in Shells of Bivalves of Chippaleru Creek Andhra Pradesh', *Indian J.L.Sci.*, 6(1), pp. 47–50.
- Rude, R. K. *et al.* (2003) 'Calcified Tissue International Magnesium Deficiency : Effect on Bone and Mineral Metabolism in the Mouse', *Calcif Tissue Int*, 72, pp. 32–41. doi: 10.1007/s00223-001-1091-1.
- Rude, R. K. *et al.* (2009) 'Journal of the American College of Nutrition Skeletal and Hormonal Effects of Magnesium Deficiency', *Journal of the American College of Nutrition*, 28(2), pp. 131–141. doi: 10.1080/07315724.2009.10719764.
- Schaafsma, A. *et al.* (2000) 'Mineral , Amino Acid , and Hormonal Composition of Chicken Eggshell Powder and the Evaluation of its Use in Human Nutrition', *Poultry Science*, 79, pp. 1833–1838.
- Siulapwa, N., Mwambungu, A. and Mubbunu, L. (2014) 'Comparison of Mineral Composition of Commercial Hen Egg Shells To Fresh Water Crocodile Egg Shells .', *IJRAFS*, 2(7), pp. 2013–2015.
- Soído, C., Vasconcellos, M. C. and Diniz, A. G. (2009) 'An Improvement of Calcium Determination Technique in the Shell of Molluscs', *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 52(February), pp. 93–98.
- Tynan, S. *et al.* (2005) 'Mussels shells as environmental tracers: an example from the Loveday basin', *Regolith 2005 – Ten Years of CRC LEME*, (Walker 1992), pp. 314–317. Available at: http://www.crcleme.org.au/Pubs/Monographs/regolith2005/Tynan_et_al.pdf.
- Vormann, J. (2003) 'Magnesium : nutrition and metabolism', *Molecular Aspects of Medicine*, 24, pp. 27–37.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kurva Standar Ca, Mg dan Pb





Lampiran 2. Hasil Analisis Data Kadar Kalsium dan Magnesium

Kelompok		Mean ± SD	Sig. normalitas	Sig. homogenitas	Sig. perbandingan
Kadar Ca	Telur ayam	255147,0588 ± 12790,43766 ^a	0,269	.484	.000
	Telur bebek	401388,8889 ± 15788,76022 ^b	0,328		
	Kerang Darah	398039,2157 ± 12541,21861 ^b	0,780		
Kadar Mg	Telur ayam	6580,8298 ± 1275,16584 ^a	0,393	.001	.000 [#]
	Telur bebek	4175,6080 ± 1953,23225 ^b	0,004*		
	Kerang Darah	1931,3305 ± 719,85524 ^c	0,000*		
Kadar Pb	Telur ayam	0,11591 ± 0,135787	0,000*	0.073	0.158 [#]
	Telur bebek	0,14715 ± 0,119740	0,012*		
	Kerang darah	0,12783 ± 0,040409	0,229		

*data tidak berdistribusi normal

#uji kruskal-Wallis, Post-hoc U Mann Whitney