



**ANALISIS KADAR KALSIMUM (Ca) DAN FOSFOR (P) TEPUNG
TULANG IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus comerson*) DAN
IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) DI KABUPATEN
JEMBER**

SKRIPSI

oleh

Luaily Rizqon Amalina

NIM 151610101082

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2019



**ANALISIS KADAR KALSIUM (Ca) DAN FOSFOR (P) TEPUNG
TULANG IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus comerson*) DAN
IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) DI KABUPATEN
JEMBER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

oleh

Luaily Rizqon Amalina

NIM 151610101082

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

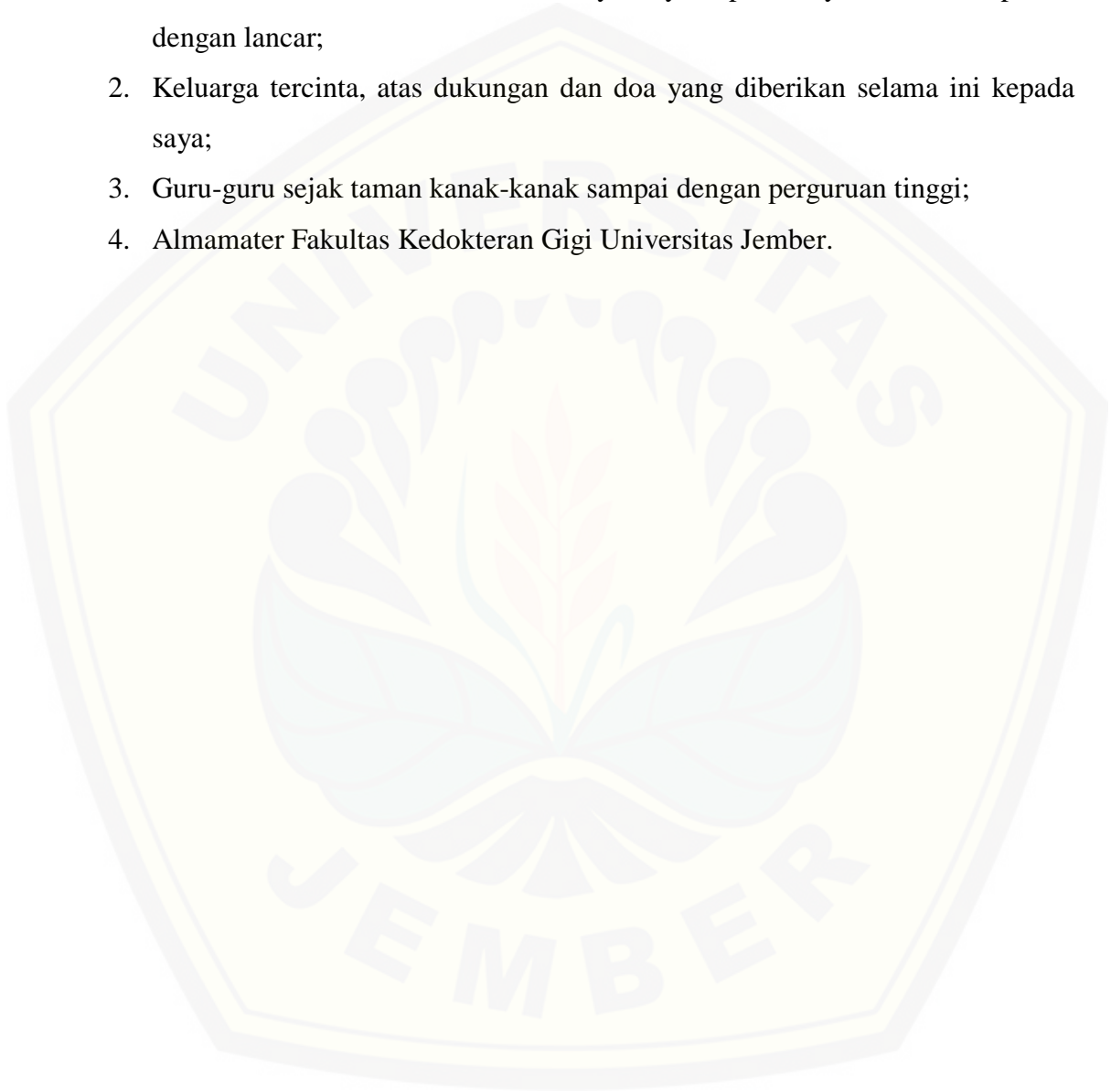
UNIVERSITAS JEMBER

2019

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, atas izin dan kehendakNya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar;
2. Keluarga tercinta, atas dukungan dan doa yang diberikan selama ini kepada saya;
3. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.



MOTTO

Berdoalah (mintalah) kepadaKu (Allah SWT), pastilah Aku kabulkan untukmu.

(terjemahan Q.S. Al-Mukmin: 60)¹

Bekerja keras, lakukan yang terbaik, simpan kata-katamu, jangan terlalu sombong, percaya Tuhan, jangan takut, dan jangan lupakan teman.²



¹ Departemen Agama Republik Indonesia. 2013. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Solo: PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri

² Harry S. Truman

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luaily Rizqon Amalina

NIM : 151610101082

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) Tepung Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus comerson*) dan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) di Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 9 Mei 2019

Yang menyatakan,

Luaily Rizqon Amalina

NIM 151610101082

SKRIPSI

**ANALISIS KADAR KALSIUM (Ca) DAN FOSFOR (P) TEPUNG
TULANG IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus comerson*) DAN
IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*) DI KABUPATEN
JEMBER**

oleh

Luaily Rizqon Amalina

NIM 151610101082

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Erawati Wulandari, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : Prof. Dr. drg. I Dewa Ayu Ratna Dewanti, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) Tepung Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus comerson*) dan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) di Kabupaten Jember” karya Luaily Rizqon Amalina telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 9 Mei 2019

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Dosen Penguji Utama,

Dosen Penguji Pendamping,

Dr. drg. Tecky Indriana, M.Kes
NIP. 196811261997022001

Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes
NIP. 196903031997022001

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Pendamping,

drg. Erawati Wulandari, M.Kes
NIP. 196708191993032001

Prof. Dr. drg. I Dewa Ayu Ratna Dewanti, M.Si
NIP. 196705021997022001

Mengesahkan
Dekan,

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros
NIP. 196901121996011001

RINGKASAN

Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) Tepung Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus comerson*) dan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) di Kabupaten Jember; Luaily Rizqon Amalina, 151610101082; 2019; 53 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Indonesia merupakan negara yang memiliki produksi perikanan yang terbilang tinggi, baik perikanan air laut maupun air tawar. Produksi ikan air laut dan air tawar yang tinggi khususnya di Kabupaten Jember adalah ikan tenggiri dan ikan gurami. Ikan tenggiri dan ikan gurami telah banyak dimanfaatkan di bidang kesehatan salah satunya di bidang kedokteran gigi. Ikan tenggiri dan ikan gurami memiliki perbedaan habitat dan kebiasaan makan yang diduga akan menyebabkan adanya perbedaan unsur yang terkandung pada tubuh ikan.

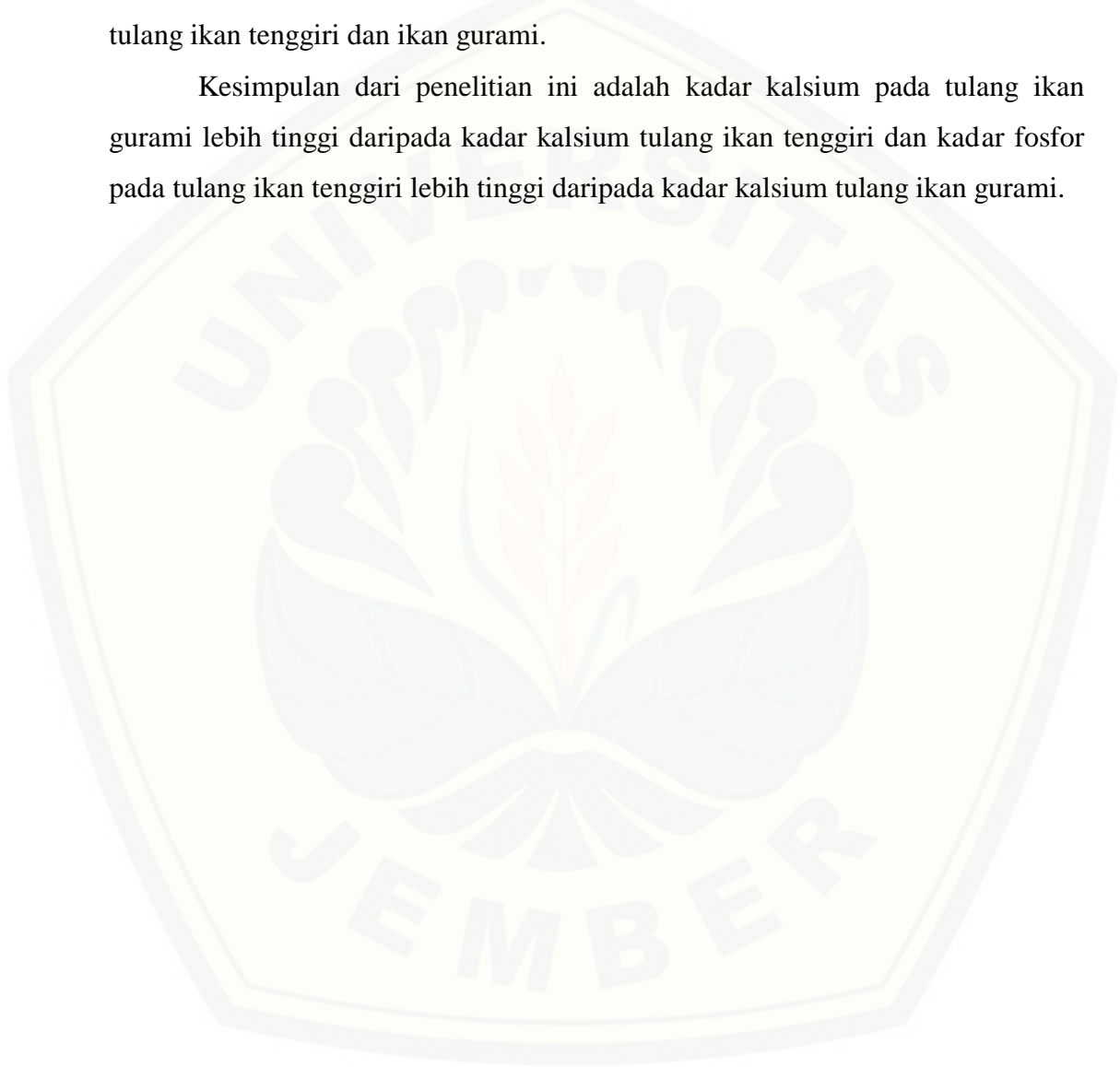
Sebagian besar produksi ikan dimanfaatkan untuk berbagai jenis kebutuhan sehingga banyak terdapat limbah dari ikan berupa tulang, sirip, kepala, isi perut, dan sisik yang dapat menimbulkan masalah lingkungan. Tulang ikan dianggap sumber potensial untuk mendapatkan kalsium dan fosfor. Kandungan kalsium dan fosfor pada tulang ikan menjadi dasar dari berbagai penelitian terkait pemanfaatan tulang ikan di kedokteran gigi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kadar kalsium dan fosfor tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami di Kabupaten Jember

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian observasional analitik. Tahapan pengukuran kadar kalsium dan fosfor diawali dengan pembuatan tepung tulang ikan dengan cara merebus, mengeringkan, dan menghaluskan tulang ikan. Tahap berikutnya adalah melarutkan tepung tulang ikan menggunakan bahan-bahan kimia berupa HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , HClO_4 , dan aquades. Tahap terakhir adalah pengukuran kadar kalsium menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) dan kadar fosfor menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Rata-rata hasil pengukuran kalsium tulang ikan tenggiri adalah 2.382 ± 2 ppm dan tulang ikan gurami adalah 5.914 ± 2 ppm. Rata-rata hasil pengukuran fosfor tulang ikan tenggiri adalah $34.537,33 \pm 1,53$ ppm dan tulang ikan gurami

adalah $17.956,33 \pm 3,51$ ppm. Data hasil pengukuran tersebut dilakukan uji statistik, berupa uji normalitas menggunakan uji *Saphiro-wilk*, uji homogenitas menggunakan uji *Levene*, dan uji beda menggunakan uji *Independent T Test*. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa data terdistribusi normal, homogen, dan terdapat beda nyata antara kalsium tulang ikan tenggiri dan ikan gurami, juga antara fosfor tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah kadar kalsium pada tulang ikan gurami lebih tinggi daripada kadar kalsium tulang ikan tenggiri dan kadar fosfor pada tulang ikan tenggiri lebih tinggi daripada kadar kalsium tulang ikan gurami.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) Tepung Tulang Ikan Tenggiri (*Scomberomorus comerson*) dan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) di Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

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

1. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
2. drg. Erawati Wulandari, M.Kes selaku Dosen Pembimbing Utama serta Dosen Pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan kepada saya selama menempuh pendidikan khususnya selama pengerjaan skripsi hingga skripsi ini dapat terselesaikan;
3. Prof. Dr. drg. IDA Ratna Dewanti, M.Si selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan kepada saya selama pengerjaan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
4. Dr. drg. Tecky Indriana M.Kes selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan kritik, saran, dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. Dr. drg. Didin Erma Indahyani, M.Kes selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan kritik, saran, dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
6. Pak Darma selaku Staf Laboratorium Kimia Organik jurusan Kimia FMIPA UNEJ atas kebaikan hati dan kesabaran dalam membantu saya selama jalannya penelitian;

7. Pak Sofwan selaku Staf Laboratorium Analisis Tanah Puslit Kopi dan Kakao Kabupaten Jember atas kebaikan hati dan kesabaran dalam membantu saya selama jalannya penelitian;
8. Keluarga tercinta yaitu Bapak Isnaini, Ibu Ida Alfiatin, Mas Alvin Rizki, dan Nenek Ulifah yang telah menyayangi dengan tulus, mendidik, dan memberi dukungan serta doa kepada saya selama ini hingga kapanpun;
9. Teman-teman yang sudah menjadi keluarga bagi saya, yaitu Alodia, Fiona, Wenny, Agis, Ibana, Ditto, Putu, dan Nurafifa yang telah memberikan semangat, bantuan, doa, dan menjadi tempat berkeluh kesah selama ini hingga kapanpun;
10. Teman-teman Tutorial 10 yang telah menemani dan berjuang bersama selama masa preklinik;
11. Teman-teman sejak masa sekolah, yaitu Rembrant, Erna, Alodia, dan Ilmi yang telah memberikan semangat dan doa, menemani, dan menjadi tempat berkeluh kesah selama ini hingga kapanpun;
12. Teman-teman KAMI angkatan 2015 yang telah menemani dan saling memberikan semangat selama ini;
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, 9 Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Ikan Tenggiri (<i>Scomberomorus comerson</i>).....	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Tenggiri.....	4
2.1.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Tenggiri	5
2.1.3 Pemanfaatan Ikan Tenggiri.....	6
2.2 Ikan Gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>).....	6
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gurami	6
2.2.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Gurami.....	7
2.2.3 Pemanfaatan Ikan Gurami	9
2.3 Tulang Ikan.....	9
2.3.1 Kandungan Tulang Ikan	9
2.3.2 Pemanfaatan Tulang Ikan	10
2.4 Kalsium	11
2.5 Fosfor.....	12

2.6 Spektrofotometer Serapan Atom	13
2.7 Spektrofotometer UV-Vis	15
2.8 Kerangka Konsep	18
2.9 Hipotesis	19
BAB 3. METODE PENELITIAN	20
3.1 Jenis Penelitian	20
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2.1 Tempat Penelitian	20
3.2.2 Waktu Penelitian	20
3.3 Variabel Penelitian	20
3.3.1 Variabel Bebas	20
3.3.2 Variabel Terikat	20
3.3.3 Variabel Kendali	20
3.4 Definisi Operasional	21
3.4.1 Tulang Ikan	21
3.4.2 Tepung Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	21
3.4.3 Kadar Kalsium Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	21
3.4.4 Kadar Fosfor Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	21
3.4.5 Spektrofotometer Serapan Atom	21
3.4.6 Spektrofotometer UV-Vis	21
3.5 Sampel Penelitian	21
3.6 Alat dan Bahan	22
3.6.1 Alat	22
3.6.2 Bahan	23
3.7 Prosedur Penelitian	23
3.7.1 Pemisahan dan Pencucian Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	24
3.7.2 Perebusan Pertama Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	24
3.7.3 Pencucian dan Pembersihan Setelah Perebusan	24
3.7.4 Perebusan Ke-dua Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	25
3.7.5 Pencucian Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	25
3.7.6 Pengeringan Tulang Ikan Tenggiri dan Gurami	26
3.7.7 Penghalusan Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	26

3.7.8 Pelarutan Tepung Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami	27
3.7.9. Pengujian dengan SSA dan spektrofotometer UV-Vis.....	30
3.8 Alur Penelitian	31
3.9 Analisis Data	32
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Penelitian.....	33
4.2 Pembahasan	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan Tenggiri.....	4
Gambar 2.2 Ikan Gurami	7
Gambar 2.3 Skeleton Ikan.....	10
Gambar 2.4 Komponen-Komponen SSA	14
Gambar 2.5 Ilustrasi spektrofotometer UV-Vis.....	16
Gambar 2.6 Kerangka konsep.....	18
Gambar 3.1 Pembersihan tulang ikan dari daging, kepala, ikan, sirip, dan ekor...24	
Gambar 3.2 Perebusan pertama tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b).....24	
Gambar 3.3 Pembersihan tulang ikan yang telah direbus dari daging yang masih menempel.....25	
Gambar 3.4 Perebusan kedua tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b)25	
Gambar 3.5 Penirisan tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.....26	
Gambar 3.6 Pengeringan tulang ikan tenggiri dan ikan gurami26	
Gambar 3.7 Penghalusan tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b) menggunakan <i>blender</i>26	
Gambar 3.8 Bubuk tulang ikan tenggiri (a) dan gurami (b)27	
Gambar 3.9 Penimbangan 1 Gram tepung tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b).....27	
Gambar 3.10 Penambahan HNO ₃ sebanyak 5 mL (a) dan didiamkan 1 jam (b) ...27	
Gambar 3.11 Pemanasan sampel di atas <i>hot plate</i> (a) dan didiamkan semalaman (b)28	
Gambar 3.12 Penambahan H ₂ SO ₄ 0,4 mL (a) dan dipanaskan di atas <i>hot plate</i> selama 1 jam (b)28	
Gambar 3.13 Penambahan 2-3 tetes larutan campuran HClO ₄ : HNO ₃ (2:1)28	
Gambar 3.14 Pemanasan di atas <i>hot plate</i> selama 1 jam29	
Gambar 3.15 Penambahan tambahkan 2 mL aquades dan 0,6 mL HCl29	
Gambar 3.16 Pemanasan di atas <i>hot plate</i> selama ±15 menit.....29	
Gambar 3.17 Proses penyaringan larutan dengan kertas saring (a) dan hasil penyaringan (b)30	
Gambar 3.18 Pengukuran kadar kalsium menggunakan alat SSA (a) dan dan fosfor menggunakan spektrofotometer UV-Vis (b)30	
Gambar 3.19 Alur Penelitian	31

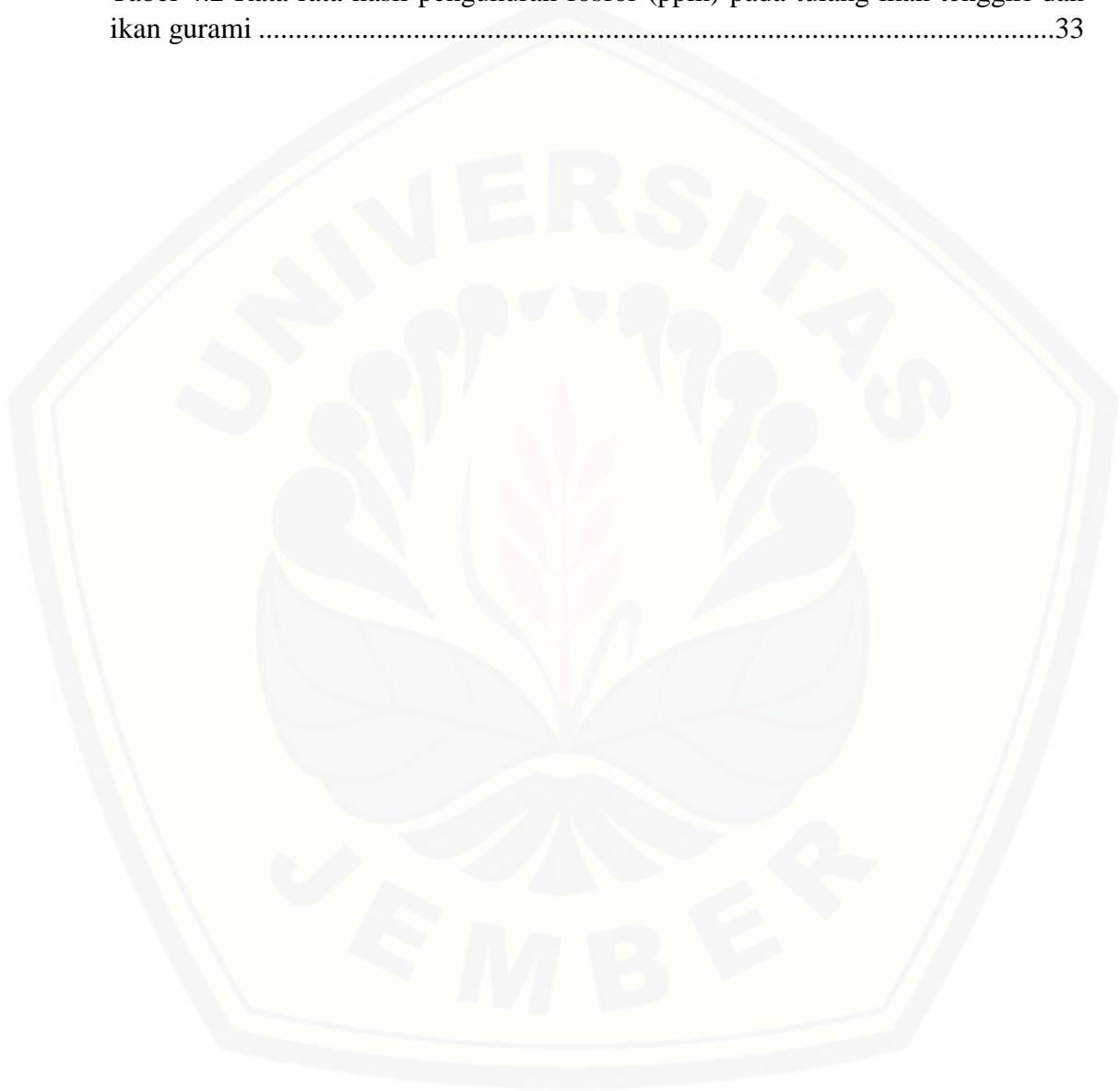
Gambar 4.1 Histogram hasil analisis kalsium dan fosfor tulang ikan tenggiri dan gurami34



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rata-rata hasil pengukuran kalsium (ppm) pada tulang ikan tenggiri dan ikan gurami33

Tabel 4.2 Rata-rata hasil pengukuran fosfor (ppm) pada tulang ikan tenggiri dan ikan gurami33



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan memiliki potensi pemanfaatan dalam *bone tissue engineering*, yaitu sebagai sumber hidroksiapatit alami. Hidroksiapatit alami dapat disintesis dari kulit telur, karang, tulang ikan, tulang ayam, dan lain-lain (Cahyanto dkk., 2017). Produksi ikan di Indonesia terbilang cukup tinggi, baik perikanan air laut maupun air tawar. Jenis ikan air laut dan air tawar dengan jumlah produksi yang tinggi di Kabupaten Jember adalah ikan tenggiri dan ikan gurami (Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur, 2013; Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2013).

Ikan tenggiri merupakan salah satu jenis ikan dengan kandungan gizi tinggi dalam setiap 100 Gram berat ikan (Depkes RI, 2015). Ikan tenggiri termasuk golongan karnivora. Makanan utamanya adalah ikan-ikan kecil seperti teri, sarden, herring, cumi-cumi, dan udang (Sartimbul dkk., 2017). Salah satu penelitian mengenai ikan tenggiri yaitu pemanfaatan limbah tulang ikan tenggiri sebagai sumber gelatin (Rodiah dkk., 2018). Gelatin dapat dimanfaatkan sebagai material penguat untuk *prototype scaffold* (Gunawan dkk., 2017).

Ikan gurami merupakan ikan tawar asli Indonesia yang telah dibudidayakan sejak lama (Budiana dan Rahardja, 2018). Ikan gurami memiliki kandungan kalsium yang paling banyak diantara ikan nila dan lele (Sardiana dkk., 2017; Ramlah dkk., 2017; Santoso, 2009). Ikan gurami, nila, dan lele merupakan tiga jenis utama ikan dengan jumlah produksi tinggi (Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2013). Ikan gurami termasuk ke dalam golongan omnivora, yaitu pemakan segala, baik dari jenis tumbuhan maupun hewan. Jenis makan ikan gurami cukup variatif, dari fitoplankton, zooplankton, hingga serangga dan daun-daunan tumbuhan lunak (Khairuman dan Amri, 2011). Salah satu pemanfaatan ikan gurami adalah ekstraksi kolagen dari tulang ikan gurami (Tridhar, 2016). Kolagen dapat dimanfaatkan sebagai bahan kaping pulpa, *bone graft*, memodulasi aktivitas sel-sel imun seperti neutrofil, monosit, makrofag, limfosit serta meregenerasi sel odontoblas, osteoblas, dan osteoklas (Budirahardjo, 2010).

Ikan memiliki kemampuan menyerap mineral tidak hanya dari makanan tapi juga dari air (Lall dan Tibbetts, 2017). Penyerapan mineral terjadi melalui insang, sirip, saluran pencernaan, dan epitel mulut (Hossain dan Yoshimatsu, 2014). Sejumlah mineral yang dapat diserap langsung dari air, diantaranya adalah kalsium (Ca), magnesium (Mg), Natrium (Na), potasium (K), besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), selenium (Se), dan lain-lain. Kemampuan ini mengurangi kebutuhan mineral dalam diet ikan dan juga meningkatkan mineral dalam tubuh ikan (Prabu dkk, 2017).

Sebagian besar produksi ikan dimanfaatkan untuk berbagai jenis kebutuhan, sehingga setiap tahunnya terdapat banyak produk sisa dari pemanfaatan ikan tersebut, mulai dari kepala, tulang, isi perut, sirip, dan juga sisiknya. Tulang ikan dianggap sebagai sumber potensial untuk mendapatkan kalsium yang merupakan unsur esensial untuk kesehatan manusia (Jung dkk., 2008). Tulang ikan mengandung 60-70 % mineral dengan komponen penyusun berupa 30% protein kolagen dan sebagian besar bioapatit, termasuk hidroksiapatit, *carbonated apatite* atau *dahlite* (Szpak, 2011). Secara umum, komposisi tulang terdiri atas 60% material anorganik yang terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), kalium (K), dan lain-lain; 30% organik yang terdiri dari kolagen tipe I dan protein non kolagen (NCPs); dan 10% air (Kalfas dkk., 2001; Boskey, 2013). Kalsium adalah mineral paling melimpah di tubuh dan fosfor adalah mineral penyusun utama dari tulang dan gigi (Beto, 2015; Valentina dkk., 2015). Banyaknya jumlah limbah tulang ikan dan tingginya kandungan kalsium dan fosfor yang tulang ikan membuat penulis ingin mengetahui bagaimana analisis kadar kalsium dan fosfor pada tulang ikan tenggiri dan gurami.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana analisis kadar kalsium dan fosfor tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami di Kabupaten Jember?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis kadar kalsium dan fosfor tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami di Kabupaten Jember.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai analisis kadar kalsium dan fosfor yang ada pada tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.
2. Memberikan informasi kepada pembaca mengenai pemanfaatan tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami sebagai bahan hidroksiapatit sintetis.
3. Sebagai informasi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan pemanfaatan tepung tulang ikan di bidang kesehatan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Tenggiri (*Scomberomorus comerson*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Tenggiri

Ikan tenggiri dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *king fish* atau *narrow barred Spanish mackarel*. Klasifikasi ikan tenggiri menurut Meyers dkk. dalam Sartimbul dkk. (2017) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*

Filum : *Chordata*

Kelas : *Actinopterygii*

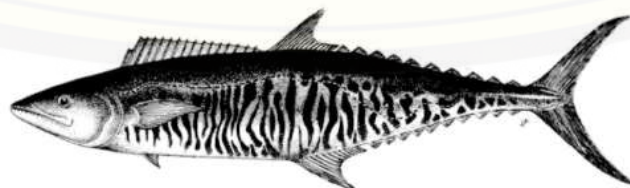
Ordo : *Perciforme*

Famili : *Scombridae*

Genus : *Scomberomorus*

Spesies : *Scomberomorus comerson*

Ikan tenggiri (gambar 2.1) memiliki garis lateral di tubuhnya, memanjang dari bagian insang sampai akhir sirip dorsal dan berwarna biru kehijauan di bagian punggungnya. Garis lateral ini ada juga terpecah-pecah menjadi bercak-bercak atau totol-totol pada ikan dewasa dan juvenil. Ikan ini memiliki jari-jari keras (*spine*) sebanyak 15-18, jari-jari tulang lunak sebanyak 15-20 pada sirip dorsal dan 16-21 jari-jari tulang lunak pada sirip anal. Ikan tenggiri tidak memiliki gelembung renang dan linea lateralisnya membengkok di bawah akhir sirip dorsal kedua. Ikan tenggiri memiliki panjang maksimum yang dapat dicapai, yaitu sebesar 240 cm dengan berat sebesar 70 kg (Sartimbul dkk., 2017).



Gambar 2.1 Ikan Tenggiri (Sartimbul, dkk., 2017)

2.1.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Tenggiri

Ikan tenggiri ditemukan di perairan dangkal, kadang dengan salinitas rendah dan kekeruhan yang tinggi. Pantai dengan batu karang (*reef*) merupakan wilayah yang disukai tenggiri. Makanan utamanya adalah ikan-ikan kecil seperti teri, sarden, herring, cumi-cumi, dan udang (Sartimbul dkk., 2017). Menurut data dari Depkes RI (2013) menunjukkan bahwa ikan tenggiri memiliki kandungan gizi tinggi per 100 Gram berat ikan. Ikan tenggiri juga merupakan salah satu ikan ekonomis yang penting dan banyak dimanfaatkan (Nugroho dkk., 2014).

Ikan memiliki keunikan diantara vertebrata lainnya yaitu kemampuan menyerap mineral tidak hanya dari makanan tapi juga dari air melalui insang dan kulitnya (Lall dan Tibbetts, 2017). Penyerapan mineral terjadi melalui insang, sirip, saluran pencernaan dan epitel mulut. Insang dianggap sebagai tempat yang paling penting untuk pengaturan mineral (Hossain dan Yoshimatsu, 2014). Air laut memiliki banyak kandungan mineral. Sebagian besar elemen yang ada pada tabel periodik dapat ditemukan pada air laut walaupun sebagian besar dalam jumlah yang kecil. Mineral utama penyusun 99,9% garam di air laut antara lain natrium (Na), magnesium (Mg), kalsium (Ca), kalium (K), strontium (Sr), klorida (Cl), dan lain-lain. Empat elemen yang paling banyak konsentrasinya dalam air laut adalah natrium, magnesium, kalsium, dan kalium (Loganathan dkk., 2017).

Salinitas di perairan dapat menyebabkan adanya tekanan osmotik yang bisa berbeda dari tekanan osmotik dalam tubuh organisme perairan. Ikan memiliki kemampuan osmoregulasi, yaitu merupakan kemampuan untuk mengatur tekanan osmosis yang ada pada tubuhnya agar seimbang dengan lingkungannya. Ikan harus mengambil atau mensekresikan garam dari lingkungan untuk menjaga keseimbangan garam dalam tubuhnya. Ikan air laut memiliki tekanan osmotik lebih kecil dari lingkungan sehingga garam-garam cenderung masuk ke dalam tubuh dan air akan keluar. Kehilangan air dari dalam tubuh terjadi melalui kulit dan ikan akan mendapat garam-garam dari air laut yang masuk lewat mulutnya. Organ dalam tubuh ikan akan menyerap ion-ion garam serta air yang masuk ke dalam darah dan selanjutnya disirkulasi. Selanjutnya insang akan mengeluarkan kembali ion-ion tersebut dari ke lingkungan luar (Pamungkas, 2012).

2.1.3 Pemanfaatan Ikan Tenggiri

Bagian dari ikan tenggiri yang banyak dimanfaatkan adalah bagian dagingnya, sedangkan limbahnya jarang digunakan dan cenderung dibuang. Limbah dari ikan tenggiri dapat dilakukan ekstraksi protein yang mengandung banyak asam amino dan bioaktif peptida. Protein ikan dapat ditemukan di daging, kepala, sirip, ekor, kulit dan isi perut ikan dalam jumlah yang bervariasi (Ramakrishnan, 2013). Protein yang mengandung banyak asam amino berperan sebagai unsur pembangun struktur jaringan tubuh (Aryati dan Dharmayanti, 2014). Limbah ikan tenggiri dapat dilakukan ekstraksi minyak ikan. Minyak ikan dapat ditemukan di daging, kepala, sirip, ekor, kulit dan isi perut ikan dalam jumlah yang bervariasi. Minyak ikan tenggiri nantinya dapat diproduksi menjadi produksi asam lemak omega-3. (Ramakrishnan, 2013). Omega-3 memiliki peran sebagai imunomodulator pada proses bone healing. Omega-3 mengandung senyawa *resolvingE1* dan *lopoxin* yang dapat mempengaruhi sistem imun agar penyembuhan tulang dapat berjalan dengan baik (Ramadhani dkk, 2016). Limbah tulang dan kulit ikan tenggiri juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber gelatin (Rodiah dkk., 2018; Gunawan dkk, 2017). Gelatin dapat dimanfaatkan sebagai material penguat untuk *prototype scaffold*. Gelatin memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya dari segi kekuatan, biokompatibel, dan *biodegradable* (Anwar dan Solechan, 2014).

2.2 Ikan Gurami (*Osfornemus gouramy*)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Gurami

Ikan gurami telah dikenal secara ilmiah sejak tahun 1802 dan dipelihara di akuarium sejak 1895. Ikan gurami memiliki beberapa nama daerah, yakni *gurameh* (Jawa Tengah dan Yogyakarta), *gurame* (Jakarta dan Jawa Barat), *kaluih* (Sumatera Barat), *kali* (Palembang dan Kalimantan), sedangkan nama asingnya adalah *giant gurami* (Saprinto, 2008). Ikan gurami mempunyai klasifikasi sebagai berikut (Bachtiar, 2010):

Kingdom : *Animalia*

Fillum : *Chordata*

Kelas : *Pisces*
Ordo : *Labyrinthici*
Familia : *Anabantidae*
Genus : *Osphronemus*
Species : *Osphronemus gouramy*.



Gambar 2.2 Ikan Gurami (Ma'arif, 2017)

Ikan gurami (gambar 2.2) memiliki badan tinggi, memanjang, dan pipih. Pertumbuhan gurami dapat mencapai 65 cm dengan berat 12 kg (Ma'arif, 2017). Ukuran mulut kecil, miring, dan dapat disembulkan. Ikan gurami memiliki garis lateral tunggal, lengkap, dan tidak terputus. Ikan gurami bersisik stenoid yang berukuran besar dan sirip ekor yang membulat. Di daerah pangkal ekor terdapat titik hitam bulat dan memiliki sepasang sirip perut yang berfungsi sebagai alat peraba (Khairuman dan Amri, 2011).

2.2.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup Ikan Gurami

Ikan gurami merupakan salah satu dari tiga jenis utama ikan yang memiliki nilai produksi tinggi. Tiga jenis ikan utama yang dimaksud adalah ikan gurami, ikan nila, dan ikan lele (BPS Kabupaten Jember, 2013). Diantara ikan nila dan ikan lele, ikan gurami memiliki kandungan kalsium yang paling banyak. Ikan nila memiliki kandungan kalsium 96 mg, ikan lele sebanyak 15 mg, dan ikan gurami 162,37 mg (Sardiana dkk., 2017; Ramlah dkk., 2017; Santoso 2009). Habitat asli gurami adalah di perairan tawar yang jernih, tenang, dan dalam. Gurami dapat berkembang dengan baik di dataran rendah hingga sedang, yakni 400-600 meter. Pertumbuhan gurami lambat jika dibudidaya di ketinggian lebih dari 600 meter. Gurami cocok

hidup di dalam air yang memiliki pH 6,5-7 dan kesadahan lunak sekitar 7 DH. Suhu optimum untuk pemeliharaan gurami adalah 28-32°C dengan tingkat kecerahan air 40-60 cm. Tingkat kecerahan ini mempengaruhi penetrasi cahaya matahari di dalam air kolam yang dinyatakan satuan panjang (Bachtiar, 2010).

Ikan memiliki keunikan diantara vertebrata lainnya yaitu kemampuan menyerap mineral tidak hanya dari makanan tapi juga dari air melalui insang dan kulitnya. Mineral dalam lingkungan akuatik dapat berkontribusi untuk memenuhi persyaratan makan ikan. Kalsium (Ca), klorida (Cl), Kalium (K), dan Natrium (Na) adalah mineral yang ada pada air tawar pada konsentrasi yang cukup untuk mencukupi kebutuhan metabolisme ikan. Suplementasi fosfor dalam pakan ikan adalah hal yang penting karena keberadaannya di air tawar terbatas (Lall dan Tibbetts, 2017). Kalsium dan fosfor memiliki peran penting dalam perkembangan dan pertumbuhan kerangka dan beberapa reaksi biokimia lainnya (Prabu dkk, 2017).

Salinitas di perairan dapat menyebabkan adanya tekanan osmotik yang bisa berbeda dari tekanan osmotik dalam tubuh organisme perairan. Ikan memiliki kemampuan osmoregulasi, yaitu merupakan kemampuan untuk mengatur tekanan osmosis yang ada pada tubuhnya agar seimbang dengan lingkungannya. Ikan harus mengambil atau mensekresikan garam dari lingkungan untuk menjaga keseimbangan garam dalam tubuhnya. Pada ikan air tawar, air secara terus menerus masuk ke tubuh ikan melalui insang. Hal ini terjadi akibat dari kadar garam dalam tubuh ikan lebih tinggi daripada lingkungannya. Dalam keadaan normal, proses ini berlangsung seimbang (Pamungkas, 2012).

Ikan gurami termasuk ke dalam golongan omnivora, yaitu pemakan segala, baik dari jenis tumbuhan maupun hewan. Jenis makan gurami cukup variatif, dari fitoplankton, zooplankton, serangga, dan daun-daunan tumbuhan lunak. Tumbuhan air yang biasanya menjadi makanan ikan gurami adalah azolla, lemna, hydrilla, kangkung, genjer, dan lain-lain. Tumbuhan darat yang dapat dijadikan pakan alami gurami berupa daun talas, daun pepaya, dan daun singkong (Khairuman dan Amri, 2011). Daun singkong mengandung mineral, vitamin, asam amino esensial, dan protein yang baik untuk ikan (Syahrizal dkk., 2013). Gurami juga dapat diberi

pakan berupa spirulina. Nutrisi yang terkandung pada spirulina cukup lengkap, yaitu vitamin B12, β -carotane, fosfor, besi, dan kalsium (Simanjuntak dkk., 2018; Bachtiar, 2010).

2.2.3 Pemanfaatan Ikan Gurami

Tidak banyak orang yang mengetahui manfaat dari limbah ikan gurami, beberapa penelitian tentang pemanfaatan limbah ikan gurami yaitu sisik ikan gurami dimanfaatkan sebagai media transport antibiotik tetrasiklin dalam bentuk *chip* yang digunakan sebagai antibiotik lokal dalam perawatan periodontitis. Hal ini dikarenakan sisik ikan gurami merupakan sumber kolagen alami yang bersifat biokompatibel dan *biodegradable* (Pratama dkk., 2015). Sebagai salah satu sumber kolagen alternatif, sisik ikan gurami nantinya dapat menjadi bahan pembuatan *scaffold*. *Scaffold* dari sisik ikan gurami ini terbukti dapat meningkatkan TGF- β 1 pada gigi tikus wistar. TGF- β 1 memainkan peranan penting selama proses perkembangan sel, homeostasis, penyakit, dan penyembuhan luka (Adityatama, 2017). Kolagen yang ada pada sisik ikan juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan kaping pulpa, *bone graft*, memodulasi aktivitas sel-sel imun seperti neutrofil, monosit, makrofag, limfosit serta meregenerasi sel odontoblas, osteoblas, dan osteoklas (Budirahardjo, 2010). Ekstraksi kolagen juga dapat dilakukan dari tulang ikan gurami (Tridhar, 2016).

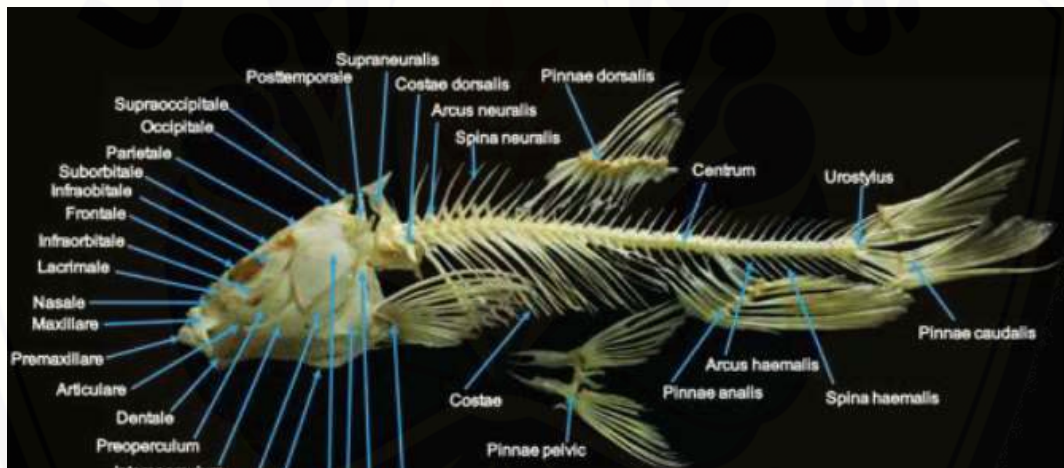
2.3 Tulang Ikan

2.3.1 Kandungan Tulang Ikan

Tulang adalah jaringan konektif termineralisasi yang terdiri atas empat jenis sel yaitu: osteoblas, sel lapisan tulang, osteosit, dan osteoklas. Tulang menyediakan fungsi penting dalam tubuh, yakni sebagai aktivator, dukungan dan perlindungan jaringan lunak, penyimpanan kalsium dan fosfor, serta menyimpan sumsum tulang (Florescio-Silva, 2015). Tulang mengandung 60-70% mineral, dengan komponen penyusun berupa 30% protein kolagen dan sebagian besar bioapatit, termasuk hidroksiapatit, *carbonated apatite* atau *dahlite* (Szpak, 2011). Tulang adalah suatu bahan komposit heterogen, terdiri atas: 1) fase mineral, yaitu hidroksiapatit

($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) dengan kandungan kalsium (Ca) dan fosfor (P) tersedia dalam jumlah banyak dan ada juga mineral dalam jumlah sedikit antara lain bikarbonat (HCO_3^-), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K), tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), dan lainnya; 2) fase organik ($\pm 90\%$ kolagen tipe I, $\pm 5\%$ protein nonkolagen (NCPs), $\pm 2\%$ lipid menurut beratnya); dan 3) air. Secara umum komposisi tulang terdiri atas 60% material anorganik, 30% organik, dan 10% air (Kalfas dkk., 2001; Boskey, 2013).

Skeleton ikan (gambar 2.3) terdiri dari skeleton *axial* dan skeleton *appendicularis*. Skeleton *axial* terbagi atas tulang tengkorak (*os. cranium*), tulang belakang (*os. vertebrae*), tulang rusuk (*os. costae*), dan sirip medial (*pinna medial*). Skeleton *appendicularis* terdiri dari sirip dada (*pinna pectoralis*), sirip perut (*pinna pelvic*) dan jari-jari sirip atau *pinnae* (Akmal dkk., 2018)



Gambar 2.3 Skeleton Ikan (Akmal dkk., 2018)

2.3.2 Pemanfaatan Tulang Ikan

Diantara berbagai macam limbah ikan, tulang ikan merupakan sumber potensial dari kalsium yang merupakan elemen penting dalam kesehatan manusia. Tulang ikan menjadi sumber penting dalam aplikasi *biomedical* karena tingginya hidroksiapatit pada konstituen anorganiknya (Cahyanto dkk., 2017). Pernyataan ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Aisyah dkk. (2012), Mutmainnah dkk. (2017), serta Venkatesan dan Kim (2010). Ketiga penelitian ini menyebutkan bahwa tulang ikan merupakan biomaterial yang menjanjikan di bidang *tissue*

engineering. Hasil dari beberapa uji karakterisasi menggunakan berbagai alat, seperti *thermogravimetric analysis* (TGA), *fourier transform infrared spectroscopy* (FT-IR), *X-ray diffraction analysis* (XRD), *scanning electron microscopy* (SEM), dan *transmission electron microscopy* (TEM) menunjukkan hasil yang baik. Tulang ikan berpotensi sebagai bahan implan dalam penggantian tulang (*bone substitution*), katup jantung, dan juga sambungan pinggul. Hal ini dikarenakan hidroksiapatit memiliki sifat biokompatibilitas yang sempurna apabila diimplankan pada tulang.

Terdapat berbagai metode yang dapat digunakan untuk mensintesis hidroksiapatit dari tulang ikan, salah satunya adalah metode pemanasan. Secara umum, perlakuan dengan panas yang tinggi saat ekstraksi hidroksiapatit dari tulang ikan akan memberikan kekuatan pada struktur hidroksiapatit dan memberikan biokompatibel yang baik (Jung dkk., 2008). Isolasi dari hidroksiapatit tulang ikan juga dapat dilakukan metode *reflux*. Metode *reflux* meliputi kondensasi uap dan mengembalikan kondensat ke dalam sistem. Hasil dari metode ini berupa gugus karbonat fungsional (CO_3^{2-}) (Cahyanto dkk., 2017).

Dalam penelitian Pepla dkk., (2014) disebutkan bahwa penambahan *resorbable* membran yang berasal dari tulang ikan yang dikombinasikan dengan *nano-crystalline hidroksiapatit bone graft* menunjukkan hasil yang baik dalam penyembuhan penyakit periodontal. Penggunaan *resorbable* membran dari tulang ikan dan *nano-crystalline hydroxyapatite bone graft* secara klinis dan radiografi memiliki perbedaan yang nyata dibandingkan dengan hanya terapi *open flap debridement* saja dalam pengurangan *probing depth*, peningkatan *clinical attachment level*, dan persentase *bone filling*.

2.4 Kalsium

Kalsium adalah unsur penting yang diperlukan untuk banyak fungsi dalam kesehatan manusia. Kalsium adalah mineral paling melimpah di tubuh, 99% ditemukan di gigi dan tulang sedangkan hanya 1% ditemukan dalam serum (Beto, 2015). Maresz (2015) menyebutkan bahwa kalsium berfungsi dalam berbagai peran penting di tubuh manusia, diantaranya yaitu: 1) menyediakan struktur dan

kekerasan untuk tulang dan gigi, 2) memungkinkan otot berkontraksi dan saraf untuk mengirim sinyal, 3) membuat pembuluh darah dilatasi dan konstriksi, 4) membantu pembentukan *blood clot*, dan 5) mendukung fungsi protein dan regulasi hormon.

Selama beberapa dekade telah ada pernyataan bahwa kalsium dapat berperan dalam pencegahan dan pengobatan osteoporosis. Dasar pemikiran untuk memanfaatkan kalsium adalah karena kalsium merupakan salah satu unsur pokok tulang. Tulang adalah jaringan ikat sehingga kerangka dasarnya adalah matriks protein (tipe I kolagen) yang ditetapkan oleh osteoblas (sel-sel pembentuk tulang) dan dirombak oleh osteoklas (sel resorpsi tulang). Begitu osteoblas telah membentuk kolagen tipe 1 baru, kalsium dan fosfor membentuk *crystalize* di antara serabut kolagen yang membentuk tulang dengan kekuatan tekannya. Keseimbangan tulang atau perubahan kepadatan tulang dari waktu ke waktu didorong oleh keseimbangan aktivitas sel pembentuk tulang dan sel penyerapan tulang. Persediaan kalsium dan fosfor yang cukup merupakan hal yang penting untuk memastikan bahwa tulang yang dibentuk oleh osteoblas dapat termineralisasi (Reid, 2014). Proses pembentukan dan pemeliharaan tulang merupakan proses yang berlangsung seumur hidup (Beto, 2015).

Telah banyak uji klinis yang dilakukan untuk mengetahui apakah suplemen kalsium dapat meningkatkan kepadatan tulang dan mengurangi patah tulang. Ada bukti yang konsisten bahwa penggunaan suplemen kalsium dapat mengurangi *turnover* tulang sekitar 20% (Reid, 2014). Beberapa penelitian juga menyatakan bahwa suplemen kalsium dapat bermanfaat untuk kesehatan tulang, pencegahan osteoporosis, serta untuk kesehatan secara keseluruhan (Maresz, 2015).

2.5 Fosfor

Fosfor (P) adalah mineral penyusun utama dari tulang dan gigi, yang memberikan kekuatan kepada jaringan. Seluruh sel yang ada di dalam tubuh mengandung fosfor. Sekitar 66% fosfor di dalam tubuh terdapat pada tulang-tulang sebagai ikatan dengan garam kapur dan 33% terdapat di dalam jaringan lunak sebagai ikatan organik dan anorganik (Valentina dkk., 2015). Fosfor memiliki

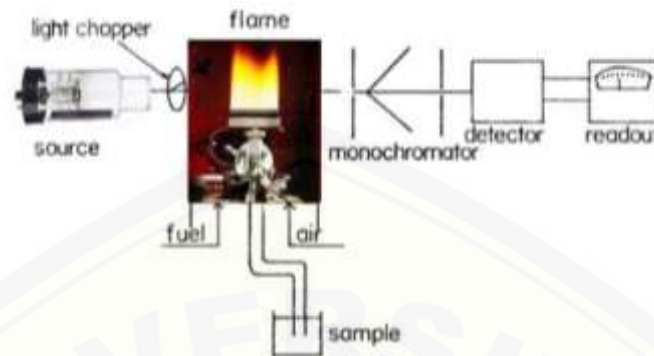
beberapa peran penting dalam tubuh kita. Fosfor diperlukan untuk mineralisasi tulang dan juga sebagai konstituen kristal hidroksiapatit. Terdapat juga beberapa protein terfosforilasi seperti osteopontin dan protein matriks dentin 1 (DMP1) berperan untuk mengatur mineralisasi tulang. Fosfor juga merupakan konstituen dari biomembran dan asam nukleat. Banyak juga metabolit terfosforilasi seperti adenosin trifosfat, 2,3-diphosphoglycerate, glukosa-6-fosfat dan protein terfosforilasi diperlukan untuk beragam aktivitas dari semua sel seperti metabolisme energi, proliferasi, dan khususnya diferensiasi sel (Fukumoto, 2014). Fosfor juga berperan dalam pemberian sinyal kepada sel dan penyimpanan energi dalam bentuk ATP. Sumber makanan utama fosfor organik adalah protein hewani dan tumbuhan, sementara fosfor anorganik lebih banyak terlihat pada pengawet makanan atau sebagai asam fosfor dalam cola (Nicoll dkk., 2014).

Hasil penelitian pada orang dewasa menunjukkan hasil yang beragam untuk hubungan antara asupan fosfor total dan osteoporosis atau fraktur. Diantara wanita sehat, diet dan serum fosfor umumnya tidak terkait dengan *bone mineral density* (BMD) ataupun penanda pembentukan dan resorpsi tulang. Penelitian lain menyebutkan bahwa suplementasi fosfor pada wanita muda menghasilkan penurunan tanda pembentukan tulang dan meningkatkan tanda resorpsi tetapi tidak memiliki efek buruk pada pria muda. Sebuah studi lebih lanjut menemukan bahwa efek buruk dari suplementasi fosfor tinggi dapat diiadakan dengan suplementasi kalsium yang tinggi (Nicoll dkk., 2014).

2.6 Spektrofotometer Serapan Atom

Spektrofotometer serapan atom (SSA) merupakan alat yang paling umum digunakan untuk mengukur konsentrasi berbagai unsur, termasuk Ca dan P (Ikhsani dkk, 2017). SSA digunakan untuk mengukur kuantitas dari unsur kimia dari suatu sampel dengan mengukur serapan radiasi oleh unsur yang dimaksud. Hal ini dilakukan dengan membaca spektrum yang dihasilkan ketika sampel terpapar oleh radiasi. Atom akan menyerap ultraviolet atau cahaya tampak dan melakukan transisi (Garcia dan Baez, 2012). Ketika melakukan pengukuran menggunakan AAS, atom harus dalam keadaan dasar (*ground state*) dan melewati radiasi

resonansi elemen. Susunan dari SSA diilustrasikan pada gambar 2.4 (Usman dkk., 2017)



Gambar 2.4 Komponen-Komponen SSA (Usman dkk., 2017)

Menurut Khopkar (2010), SSA merupakan alat canggih dalam analisis mineral. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, yakni: 1) kecepatan analisisnya, ketelitian sampai tingkat runtu, dan tidak memerlukan pemisahan pendahuluan; 2) kemungkinan untuk menentukan konsentrasi semua unsur pada konsentrasi runtu; 3) sebelum pengukuran tidak selalu perlu dilakukan pemisahan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan suatu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan asalkan katoda berongga yang diperlukan tersedia; 4) SSA dapat digunakan sampai 61 logam sedangkan non logam yang dapat dianalisis adalah fosfor dan boron, serta unsur-unsur dalam air juga dapat dianalisis. Analisis unsur menggunakan SSA terdapat beberapa interferensi. Interferensi dapat dikategorikan menjadi interferensi spectral dan interferensi kimia. Interferensi spektral disebabkan karena tumpang tindih kadar analit pengganggu dan yang diukur karena rendahnya resolusi monokromator. Interferensi kimia disebabkan adanya reaksi kimia selama atomisasi sehingga terjadi perubahan sifat absorpsi.

Khopkar (2010) menyebutkan bahwa setiap alat SSA terdiri dari tiga komponen yakni unit atomisasi, sumber radiasi, dan sistem pengukur fotometrik. Kerja dari alat SSA diawali dengan atomisasi. Atomisasi adalah perubahan bentuk unsur yang akan dianalisis dari bentuk ion menjadi ion dasar dalam keadaan dasar. Atomisasi dapat dilakukan dengan nyala (*flame*) maupun dengan tungku grafit. Saat ini penggunaan atomisasi dengan nyala (*flame*) mulai berkurang karena banyaknya

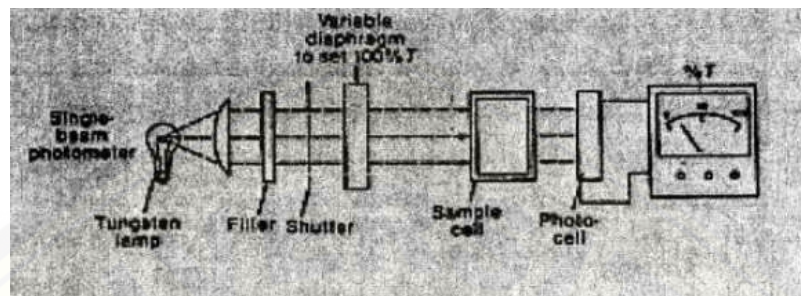
interferensi dan efek nyala yang tersedot balik. Sebagai gantinya digunakan proses atomisasi tanpa nyala. Sumber radiasi harus bersifat kontinu dan memiliki garis absorpsi yang semonokromantis mungkin. Seperangkat sumber radiasi yang dapat memberikan garis emisi yang tajam dari suatu unsur spesifik tertentu dikenal dengan lampu pijar *hollow cathode*. Lampu ini terdiri dari dua elektroda, satu diantaranya berbentuk silinder dan terbuat dari unsur yang sama dengan unsur yang dianalisis. Lampu *hollow cathode* yang terbuat dari berbagai unsur kini sudah tersedia sehingga tidak perlu menukar lampu dan memudahkan pekerjaan, misalnya saja (Ca, Mg, Al); (Fe, Cu, Mn); (Cu, Zn, Pb, Sn); dan (Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni). Lampu ini dikenal sebagai *hollow cathode* multi unsur. Suatu fraksi tertentu uap logam akan tereksitasi. Atom yang tereksitasi akan mengemisikan radiasi resonansi ke semua arah pada panjang gelombang yang sesuai. Monokromator akan melewatkan radiasi ini. Monokromator merupakan alat yang digunakan untuk memisahkan garis resonansi dari semua garis yang tidak diserap dan dipancarkan oleh sumber cahaya. *Chopping* berfungsi mengatur potensial yang diberikan terhadap lampu itu sendiri dengan mekanisme rodanya yang berputar, sehingga menghasilkan *pulse-pulse* tertentu. Detektor dapat diatur sedemikian rupa pada nilai frekuensi tertentu sehingga tidak memberikan respons terhadap emisi yang berasal dari eksitasi termal.

Secara garis besar, metode kerja dari SSA merupakan metode penyerapan atom yang mengukur jumlah energi dalam bentuk cahaya foton yang diserap oleh sampel. Detektor mengukur panjang gelombang cahaya yang ditransmisikan oleh sampel dan panjang gelombang awal saat melewati sampel. Sebuah prosesor sinyal mengintegrasikan perubahan dalam panjang gelombang yang diserap dan muncul dalam pembacaan sebagai puncak penyerapan energi pada panjang gelombang yang berbeda (Garcia dan Baez, 2012).

2.7 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis atau spektrofotometer ultraviolet-sinar tampak memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang 180-380 nm untuk daerah UV dan 380-780 nm untuk daerah *visible* atau sinar tampak. Terdapat 2 jenis

spektrofotometer UV-Vis, yaitu *single beam spectrophotometer* dan *double beam spectrophotometer*. Semua jenis spektrofotometer ini memiliki sumber radiasi, monokromator, sel, foto sel, detektor, dan *display*, seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.7 (Warono dan Syamsudin, 2013).



Gambar 2.5 Ilustrasi spektrofotometer UV-VIS (Warono dan Syamsudin, 2013)

Sumber radiasi yang biasa digunakan adalah lampu hidrogen untuk mendapatkan radiasi di daerah ultraviolet dan lampu filamen untuk daerah sinar tampak (Warono dan Syamsudin, 2013). Monokromator mendapatkan radiasi monokromator dari sumber radiasi yang memancarkan radiasi polikromatis akan dipecah menjadi cahaya monokromatis dan (Khopkar, 2010). Sampel yang akan dianalisis diletakkan dalam kuvet/ sel dibuat dari kaca tembus sinar atau plastik. Fotosel menangkap cahaya yang akan diubah menjadi energi listrik yang akan disampaikan ke detektor. Detektor adalah material yang dapat menyerap energi dari foton dan mengubahnya dalam bentuk energi listrik. *Display* mengubah sinar listrik dari detektor menjadi pembacaan berupa angka sesuai dengan hasil analisis (Warono dan Syamsudin, 2013).

Prinsip kerjanya berdasarkan Hukum Lambert-Beer, yaitu seberkas sinar dilewatkan suatu larutan pada panjang gelombang tertentu, sehingga sinar tersebut sebagian ada yang diteruskan dan ada yang diserap oleh larutan. besarnya sinar (A) berbanding lurus dengan konsentrasi zat penyerap (C) dan jarak yang ditempuh sinar (a) dalam larutan (tebal larutan, b) dinyatakan dalam persamaan:

$$A = a \cdot b \cdot C$$

keterangan:

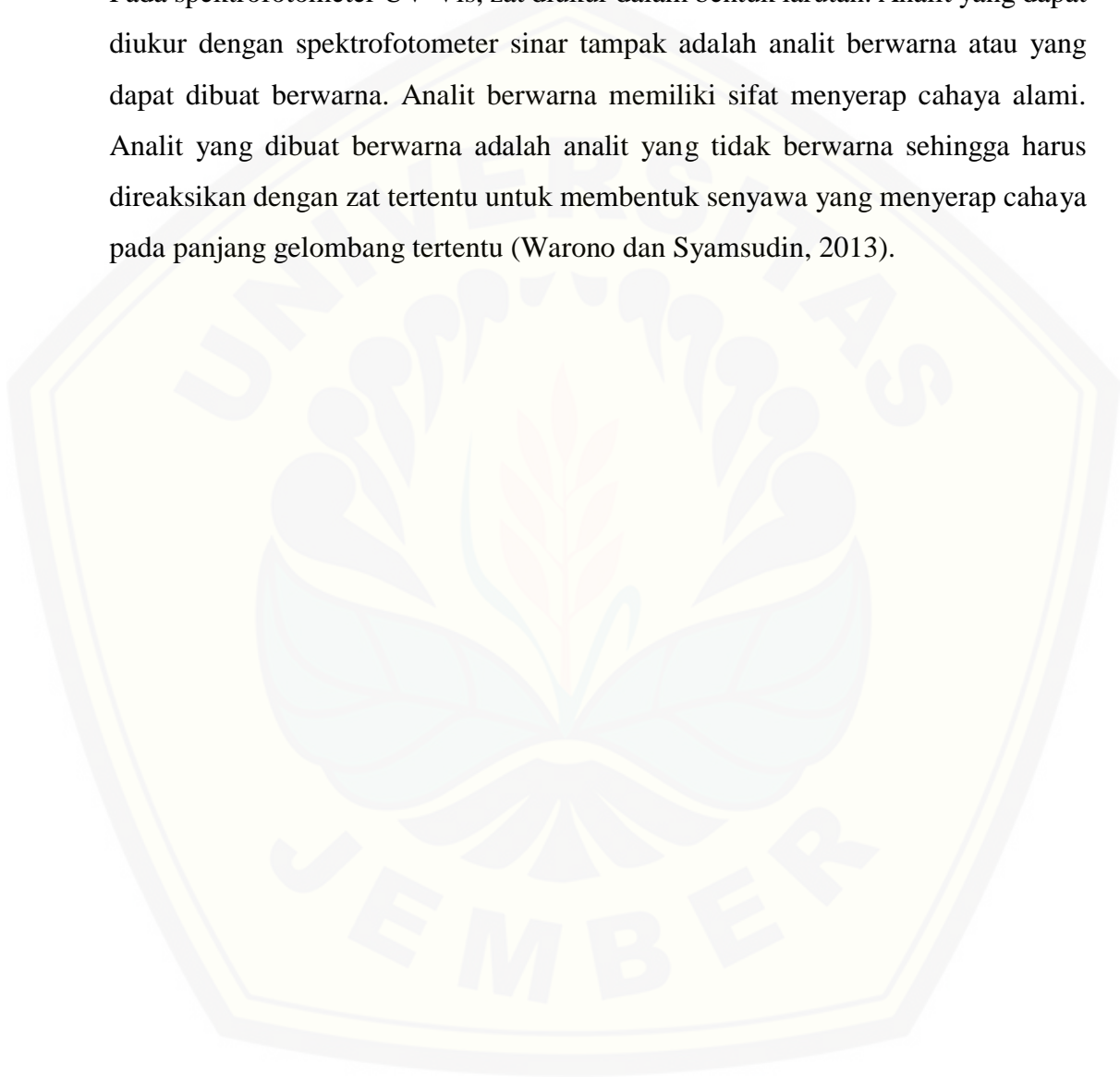
A : Absorben

a : koefisiensi serapan spesifik

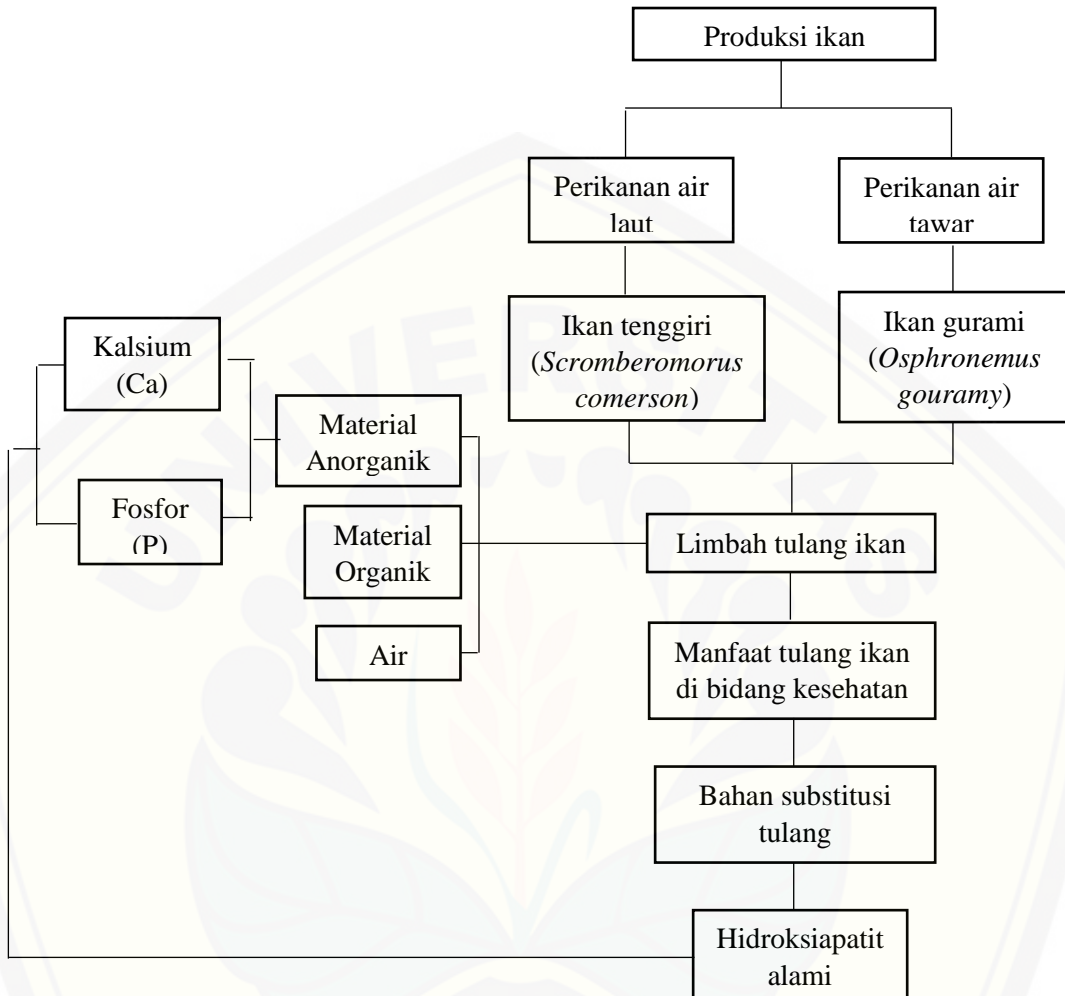
b : tebal larutan

C : konsentrasi

Pada spektrofotometer UV-Vis, zat diukur dalam bentuk larutan. Analit yang dapat diukur dengan spektrofotometer sinar tampak adalah analit berwarna atau yang dapat dibuat berwarna. Analit berwarna memiliki sifat menyerap cahaya alami. Analit yang dibuat berwarna adalah analit yang tidak berwarna sehingga harus direaksikan dengan zat tertentu untuk membentuk senyawa yang menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu (Warono dan Syamsudin, 2013).



2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.6 Kerangka konsep

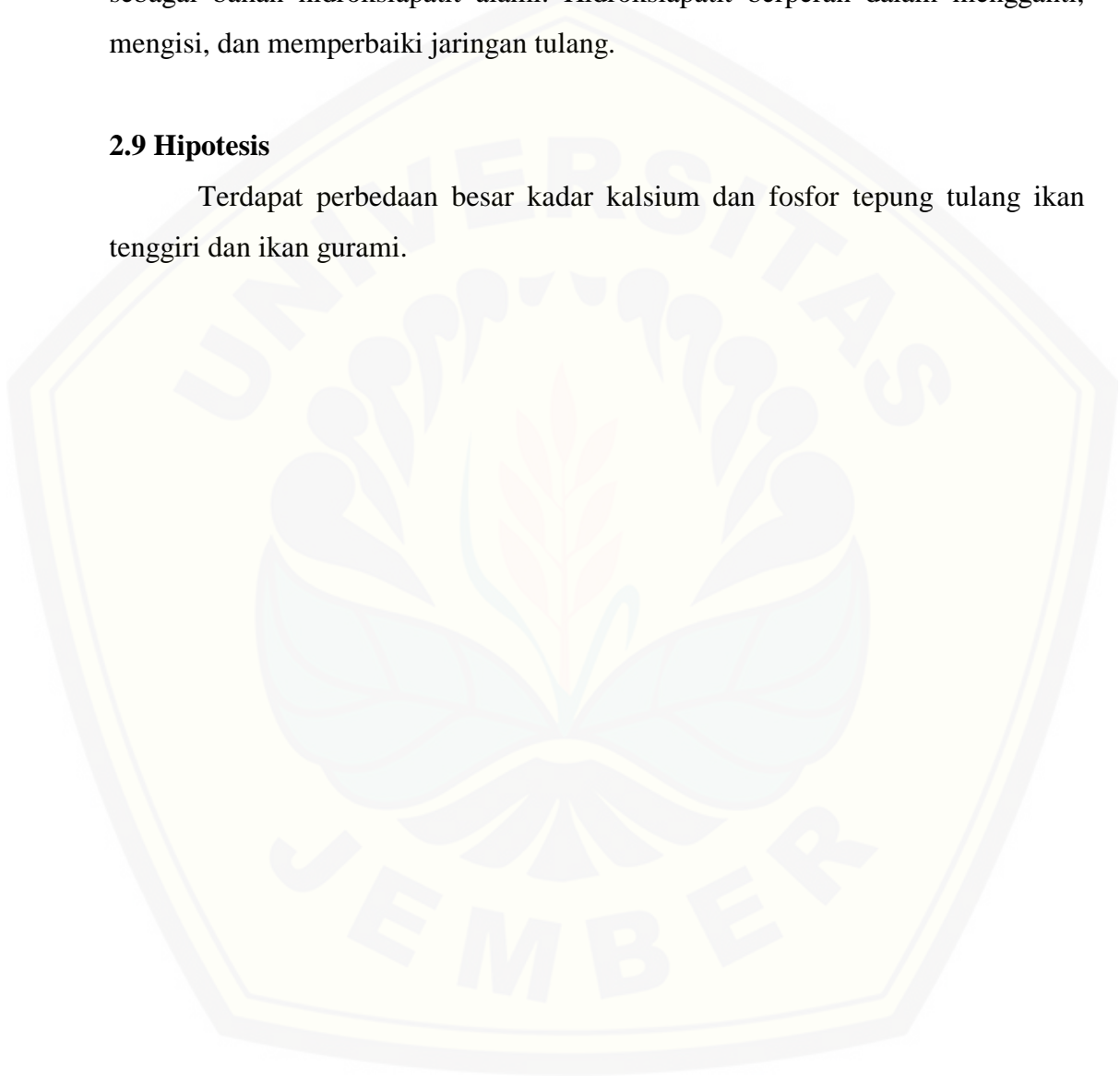
Penjelasan Kerangka Konsep

Terdapat dua jenis subsektor perikanan yang ada di Indonesia, yakni perikanan air laut dan perikanan air tawar. Ikan dengan jumlah produksi yang tinggi pada perikanan air laut adalah ikan tenggiri (*Scromberomorus comerson*) dan pada perikanan air tawar adalah ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). Peningkatan konsumsi ikan juga akan menyertai tingginya produksi ikan. Adanya peningkatan konsumsi ikan akan menyebabkan timbulnya limbah ikan, salah satunya adalah tulang ikan. Limbah tulang ikan memiliki kandungan anorganik, organik, dan air.

Kandungan anorganik yang paling banyak pada tulang ikan adalah kalsium dan fosfor. Kalsium dan fosfor yang ada pada tulang ikan bermanfaat dalam berbagai bidang, salah satunya adalah di bidang kesehatan, khususnya di bidang kedokteran gigi. Limbah tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi tulang, yaitu sebagai bahan hidroksiapatit alami. Hidroksiapatit berperan dalam mengganti, mengisi, dan memperbaiki jaringan tulang.

2.9 Hipotesis

Terdapat perbedaan besar kadar kalsium dan fosfor tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah observasional analitik, yaitu penelitian melalui pengamatan kemudian dilakukan analisis perbandingan satu kelompok dengan kelompok lainnya (Swarjana, 2012). Dalam penelitian ini dilakukan observasi kadar kalsium dan fosfor pada tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Jember dan Laboratorium Analisis Tanah Puslit Kopi dan Kakao Indonesia di Jember.

3.2.2 Waktu Penelitian

Agustus- September 2018

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas dari penelitian ini adalah tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dari penelitian ini adalah kadar kalsium dan fosfor tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.

3.3.3 Variabel Kendali

- a. Teknik pembuatan tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.
- b. Teknik pelarutan tepung tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Tulang Ikan

Tulang ikan yang digunakan merupakan tulang ikan tenggiri dan gurami yang telah dihilangkan dagingnya.

3.4.2 Tepung Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Tepung tulang ikan adalah hasil penghalusan dari tulang ikan yang telah dipisahkan dari dagingnya, lalu direbus, dan dikeringkan.

3.4.3 Kadar Kalsium Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Kadar kalsium tulang ikan merupakan banyaknya kalsium tulang ikan tenggiri dan ikan gurami yang diukur menggunakan alat spektrofotometer serapan atom dengan satuan ppm.

3.4.4 Kadar Fosfor Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Kadar fosfor tulang ikan merupakan banyaknya fosfor tulang ikan tenggiri dan ikan gurami yang diukur menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis dengan satuan ppm.

3.4.5 Spektrofotometer Serapan Atom

Spektrofotometer serapan atom (SSA) merupakan alat yang paling umum digunakan untuk mengukur konsentrasi kalsium.

3.4.6 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat spektrofotometer yang memanfaatkan sinar dengan panjang gelombang tertentu untuk mengukur konsentrasi fosfor.

3.5 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah tulang ikan tenggiri dan ikan gurami. Ikan tenggiri dan ikan gurami yang digunakan berasal dari Kabupaten Jember. Ikan tenggiri yang

digunakan adalah ikan tenggiri segar yang didapat dari tempat pelelangan ikan Puger dan ikan gurami yang digunakan adalah ikan gurami segar yang didapat dari sentra budidaya ikan air tawar Rambigundam. Sampel diambil dengan teknik random sederhana (*simple random sampling*).

Besarnya pengulangan sampel yang digunakan pada penelitian ini dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Gomez and Gomez, 1995):

$$(r n - 1) - (n - 1) \geq v^2$$

Keterangan:

r = jumlah pengulangan

n = jumlah sampel

σ = standart deviasi (SD) penelitian sejenis

v^2 = derajat bebas galat

Maka, hasil perhitungan pengulangan sampel adalah sebagai berikut:

$$(r n - 1) - (n - 1) \geq v^2$$

$$(r n - 1) - (n - 1) \geq 6$$

$$(r(4) - 1) - (4 - 1) \geq 6$$

$$4r - 1 \geq 6 + 3$$

$$4r - 1 \geq 9$$

$$4r \geq 10$$

$$r \geq \frac{10}{4}$$

$$r \geq 2,5$$

$$r \approx 3$$

Pada penelitian ini besarnya pengulangan sampel yang digunakan sebanyak 3 pada masing-masing kelompok.

3.6 Alat dan Bahan

3.6.2 Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain:

- Spektrofotometer serapan atom (*Perkin-Elmer*)
- Spektrofotometer UV-Vis (*Perkin-Elmer Lambda 25*)

- c. Panci
- d. Kompor (*Quantum*)
- e. *Blender (Miyako)*
- f. Oven (*Venticell MMM*)
- g. Lemari asam/ *fume hood (Esco)*
- h. Kertas saring
- i. Alumunium foil (*Bagus*)
- j. Nampan
- k. Erlenmeyer (*Pyrex*)
- l. *Hot plate (Lab. Companion)*
- m. Timbangan (*Pioneer*)
- n. Corong gelas (*Pyrex*)
- o. Pipet (*Pyrex*)
- p. *Separatory funnel rack.*

3.6.2 Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan antara lain:

- a. Tulang ikan tenggiri
- b. Tulang ikan gurami
- c. HNO_3
- d. H_2SO_4
- e. HCl
- f. HClO_4
- g. Aquades.

3.7 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan dibuat berdasarkan penelitian Murniyati dkk. (2014), Putranto dkk. (2015), dan Hanura dkk. (2017).

3.7.1 Pemisahan dan Pencucian Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

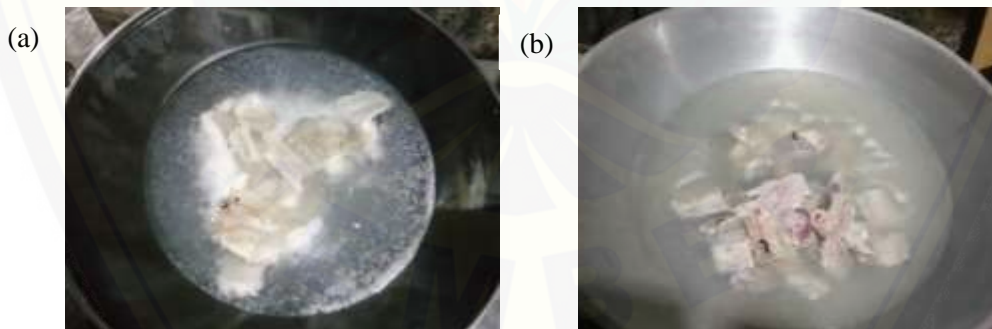
Daging ikan tenggiri dan ikan gurami dipisahkan dari tulangnya menggunakan pisau, menyisakan bagian kepala, sirip, dan ekor. Bagian kepala, sirip, dan ekor yang masih melekat pada tulang juga dihilangkan. Kemudian tulang ikan dicuci dengan air mengalir dan ditiriskan (gambar 3.1).



Gambar 3.1 Pembersihan tulang ikan dari daging, kepala, ikan, sirip, dan ekor

3.7.2 Perebusan Pertama Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Panaskan air pada 2 panci yang berbeda hingga suhu air mencapai 80°C . Masing-masing tulang ikan dimasukkan ke dalam panci yang berbeda. Tulang direbus selama 60 menit. Perebusan dilakukan untuk mempermudah pembersihan tulang dari daging, darah, dan lemak yang masih menempel pada tulang (gambar 3.2).



Gambar 3.2 Perebusan pertama tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b)

3.7.3 Pencucian dan Pembersihan Setelah Perebusan

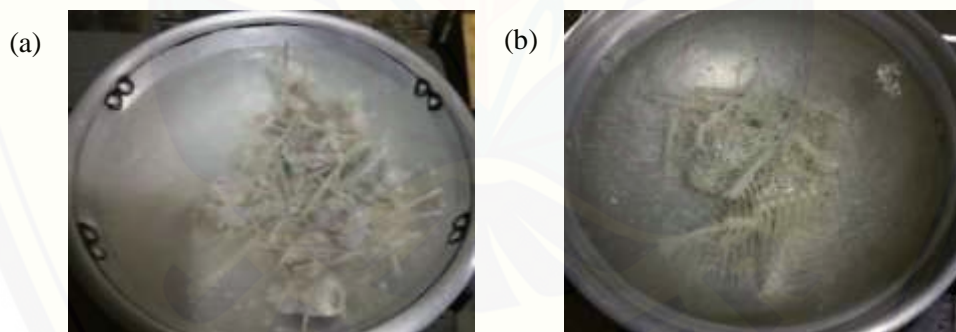
Masing-masing tulang ikan yang telah direbus, dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan daging-daging ikan yang masih menempel pada tulang sampai cukup bersih, lalu ditiriskan (gambar 3.3).



Gambar 3.3 Pembersihan tulang ikan yang telah direbus dari daging yang masih menempel

3.7.4 Perebusan Ke-dua Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

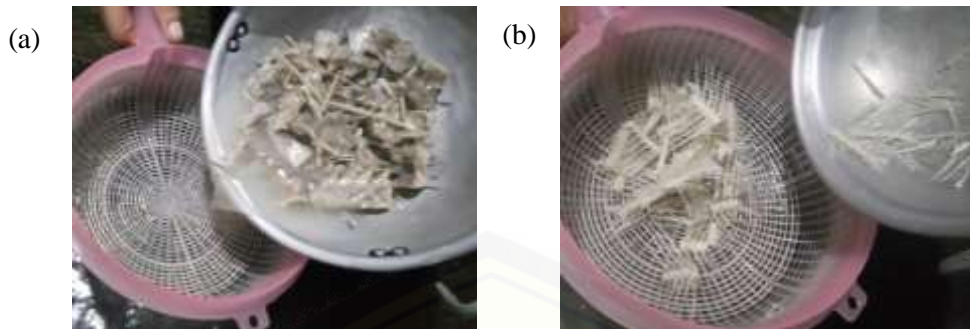
Tahapan perebusan ini dilakukan menggunakan air perebusan yang berbeda dengan air perebusan pertama dengan menyiapkan air dalam panci yang dipanaskan hingga suhu $\pm 80-85^{\circ}\text{C}$. Masing-masing tulang ikan direbus pada suhu $\pm 80-85^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit. Tahapan perebusan kedua diulang sebanyak 3 kali. Setiap ulangan perebusan, dilakukan pergantian air dan perhitungan waktu dimulai saat suhu air $\pm 80-85^{\circ}\text{C}$. Perebusan pada tahap ini dilakukan untuk menghilangkan lemak yang terdapat pada tulang ikan, selanjutnya tulang ikan dicuci dan ditiriskan (gambar 3.4).



Gambar 3.4 Perebusan kedua tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b)

3.7.5 Pencucian Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Tulang ikan ditiriskan, dibilas dengan air mengalir hingga bersih (gambar 3.5).



Gambar 3.5 Penirisan tulang ikan tenggiri dan ikan gurami

3.7.6 Pengeringan Tulang Ikan Tenggiri dan Gurami

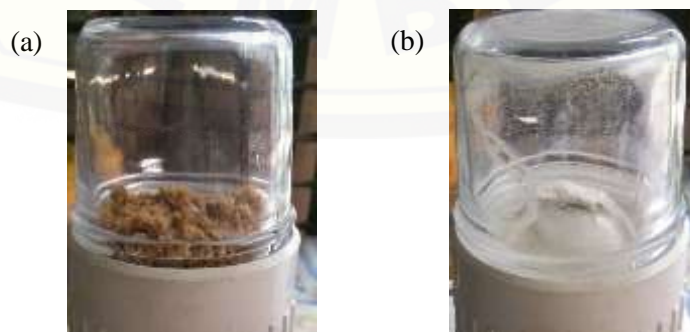
Tulang ikan selanjutnya diletakkan di atas nampan yang terlebih dahulu dilapisi dengan lembaran aluminium foil. Tulang ikan dikeringkan menggunakan oven pengering selama 48 jam pada suhu 65°C (gambar 3.6).



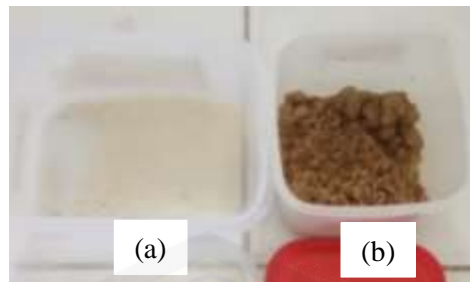
Gambar 3.6 Pengeringan tulang ikan tenggiri dan ikan gurami

3.7.7 Penghalusan Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Tulang ikan yang telah kering dihaluskan menggunakan *blender* (gambar 3.7 dan 3.8).



Gambar 3.7 Penghalusan tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b) menggunakan *blender*



Gambar 3.8 Bubuk tulang ikan tenggiri (a) dan gurami (b)

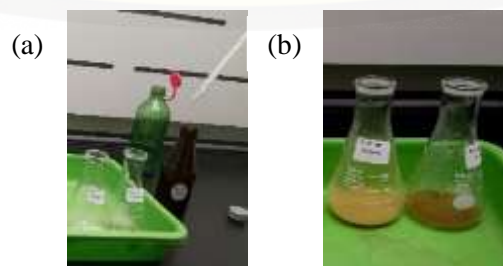
3.7.8 Pelarutan Tepung Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

- a. Sampel kering ditimbang sebanyak ± 1 g dan dimasukkan dalam Erlenmeyer (gambar 3.9).



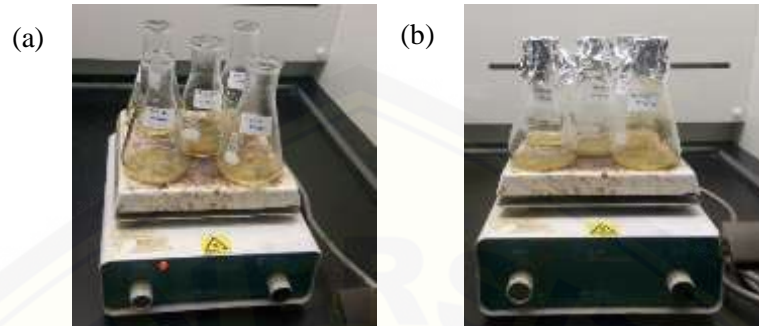
Gambar 3.9 Penimbangan 1 Gram tepung tulang ikan tenggiri (a) dan ikan gurami (b)

- b. Tambahkan HNO_3 sebanyak 5 mL dan didiamkan 1 jam pada suhu ruang di lemari asam/ *fume hood* (gambar 3.10).



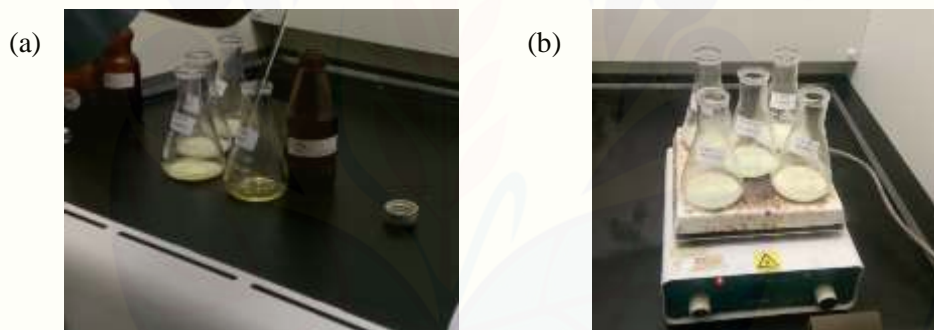
Gambar 3.10 Penambahan HNO_3 sebanyak 5 mL (a) dan didiamkan 1 jam (b)

- c. Sampel dipanaskan di atas *hot plate* dengan temperatur rendah selama 4-6 jam dalam lemari asam (*fume hood*) lalu dibiarkan semalaman dalam kondisi tertutup (gambar 3.11).



Gambar 3.11 Pemanasan sampel di atas *hot plate* (a) dan didiamkan semalaman (b)

- d. Tambahkan H_2SO_4 0,4 mL lalu dipanaskan di atas *hot plate* sampai larutan berkurang (lebih pekat) selama 1 jam (gambar 3.12).



Gambar 3.12 Penambahan H_2SO_4 0,4 mL (a) dan dipanaskan di atas *hot plate* selama 1 jam (b)

- e. Ditambahkan 2-3 tetes larutan campuran HClO_4 : HNO_3 dalam perbandingan 2:1 (gambar 3.13).



Gambar 3.13 Penambahan 2-3 tetes larutan campuran HClO_4 : HNO_3 (2:1)

- f. Sampel dibiarkan tetap di atas *hot plate* karena pemanasan terus dilanjutkan sampai ada perubahan warna dari coklat → kuning tua → kuning muda (biasanya ± 1 jam). Setelah ada perubahan warna, pemanasan masih dilanjutkan selama 10-15 menit (gambar 3.14). Kemudian sampel dipindahkan dari *hot plate*, dinginkan, dan tambahkan 2 mL aquades dan 0,6 mL HCl (gambar 3.15). Sampel dipanaskan kembali di atas *hot plate* selama ± 15 menit.



Gambar 3.14 Pemanasan di atas *hot plate* selama 1 jam



Gambar 3.15 Penambahan tambahkan 2 mL aquades dan 0,6 mL HCl



Gambar 3.16 Pemanasan di atas *hot plate* selama ± 15 menit

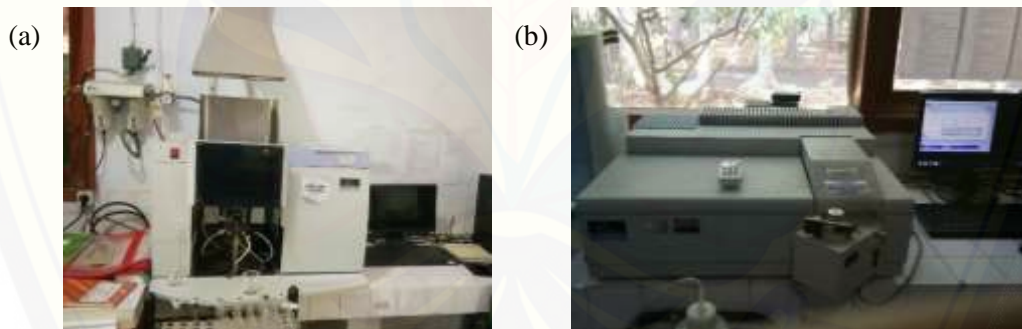
- g. Apabila ada endapan disaring dengan *glass wool* atau kertas saring (gambar 3.18).



Gambar 3.17 Proses penyaringan larutan dengan kertas saring (a) dan hasil penyaringan (b)

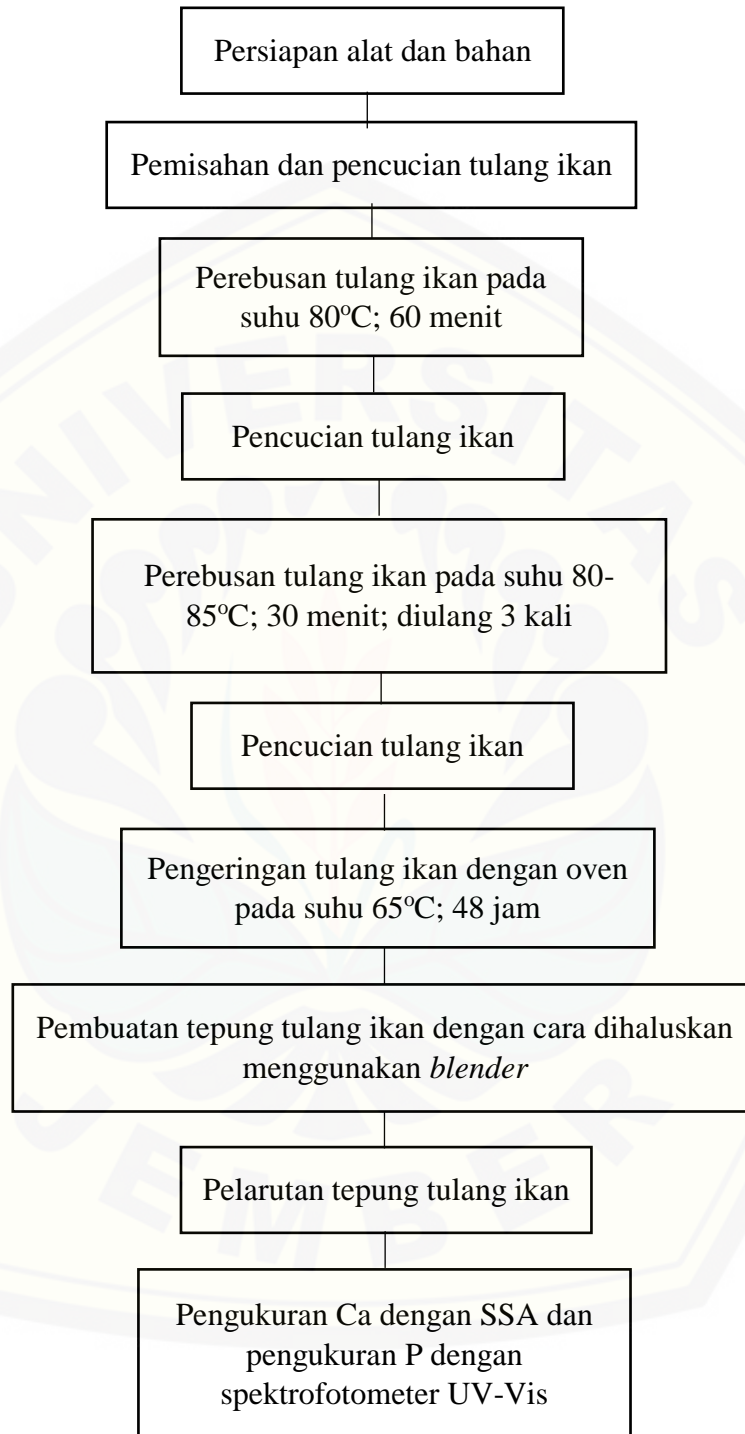
3.7.9. Pengujian dengan SSA dan spektrofotometer UV-Vis

Setelah larutan tepung tulang ikan selesai dibuat, dilakukan pengujian menggunakan SSA untuk mengetahui kadar kalsium dan menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui kadar fosfor (gambar 3.18).



Gambar 3.18 Pengukuran kadar kalsium menggunakan alat SSA (a) dan dan fosfor menggunakan sprektrofotometer UV-Vis (b)

3.8 Alur Penelitian



Gambar 3.19 Alur Penelitian

3.9 Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari hasil pengujian spektrofotometer serapan atom dilakukan uji normalitas dan homogenitas menggunakan uji *Saphiro Wilk* dan uji *Levene*. Data yang diperoleh dikatakan normal jika $p > 0,05$ dan dikatakan homogen jika $p > 0,05$. Data yang terdistribusi normal dan homogen dapat dianalisis menggunakan uji *Independent T Test* untuk menguji perbedaan besar kadar kalsium tulang ikan tenggiri dan ikan gurami dan kadar fosfor tulang ikan tenggiri dan ikan gurami.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Tulang ikan gurami memiliki kadar kalsium yang lebih tinggi dibandingkan dengan tulang ikan tenggiri. Tulang ikan tenggiri memiliki kadar fosfor yang lebih tinggi dibandingkan dengan tulang ikan gurami.

5.2 Saran

1. Pemanfaatan dari tulang ikan menyesuaikan dengan kebutuhan, jika membutuhkan kalsium yang lebih banyak dapat menggunakan tulang ikan gurami dan jika membutuhkan fosfor yang lebih banyak dapat menggunakan tulang ikan tenggiri.
2. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya mengenai analisis kandungan lainnya yang dapat berperan dalam *bone tissue engineering*.
3. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya mengenai uji alergenitas dan imunogenik dan imunitas tulang ikan.
4. Perlu dilakukan analisis kadar kalsium dan fosfor dengan metode lain yang tahapannya lebih sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yun Q. dan A. N. Laily. 2015. Analisis Fitokimia Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) di Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Kendalpayak Malang. *Jurnal Pendidikan Biologi, Pendidikan Geografi, Pendidikan Sains, PKLH- FKIP UNS*. 134-137.
- Adityatama, A. P. 2017. Ekspresi TGR-B1 pada Aplikasi Scaffold Sisik Ikan Gurami (*Opshornemus Gouramy*) pada Soket Gigi Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). *Karya Tulis Akhir*. Surabaya: Program Pendidikan Dokter Gigi Spesialis Periodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
- Aisyah, D., I. Mamat, M. Sontang, Z. Rosufila, dan N. M. Ahmad. 2012. Program Pemanfaatan Sisa Tulang Ikan untu Produk Hidroksiapatit: Kajian di Pabrik Pengolahan Kerupuk Lekor Kuala Trengganu-Malaysia. *Jurnal Sosioteknologi Edisi 26 Tahun 11*: 129-141.
- Akmal, Y., I. Zulfahmi, dan F. Saifuddin. 2018. Karatkeristik Morfometrik dan Skeleton Ikan Kereling (*Tor tambroides Bleeker 1854*). *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*. 2(1): 35-44.
- Anwar, S. A., dan Solechan. 2014. Analisa Karakteristik dan Sifat Mekanik Scaffold Rekonstruksi Mandibula dari Material Bhipasis Calsium Phosphate dengan Penguat Cangkang Kerang Srimping dan Gelatin Menggunakan Metode Functionally Graded Material. *Prosiding SNATIF*. 1: 137-144.
- Aryati, E. dan A. W. S. Dharmayanti. 2014. Manfaat Ikan Teri Segar (*Stolephorus sp.*) Terhadap Pertumbuhan Tulang dan Gigi. *ODONTO Dental Journal*. 1(2): 52-56.
- Bachtiar, Y. 2010. *Buku Pintar Budi Daya dan Bisnis Gurami*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember. 2013. Produksi dan Nilai Produksi Budidaya Perikanan Air Tawar Menurut Jenis Produksi dan Jenis Perairan. <https://jemberkab.bps.go.id/statictable/2015/03/17/76/produksi-dan-nilai-produksi-budidaya-perikanan-air-tawar-menurut-jenis-produksi-dan-jenis-perairan-2013.html>. [Diakses pada 19 Mei 2018].
- Beto, J. A. 2015. The Role of Calcium in Human Aging. *Clinical Nutrition Research*. 4(1): 1-8.
- Boskey, A. L. 2013. Bone Composition: Relationship to Bone Fragility and Antiosteoporotic Drug Effects. *BoneKey Reports*: 2.

- Budiana dan B. S. Rahardja. 2018. Teknik Pembenuhan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*) di Balai Benih Ikan Ngoro, Jombang. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 7(3): 90-97
- Budirahardjo, R., 2010. Sisik Ikan Sebagai Bahan yang Berpotensi Mempercepat Proses Penyembuhan Jaringan Lunak Rongga Mulut, Regenerasi Dentin Tulang Alveolar. *Stoamtognatic (J.K.G Unej)*. 7(2): 136-140.
- Cahyanto. A., E. Kosasih, D. Aripin, Z. Hasratiningsih. 2017. Fabricated of Hidroxyapatite from Fish Bones Waste Using Reflux Method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*: 1-5.
- Damayanti, A. D., A. R. Djamaludiin., dan A. Arsyad. 2015. Studi Salinitas Air Tanah Dangkal di Daerah Pesisir Bagian Utara Kota Makassar. *Tugas Akhir*. Makassar: Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Dinas Perikanan dan Kelautan Provinsi Jawa Timur. 2013. Statistik Perikanan 2013. <http://diskanlut.jatimprov.go.id/files/uploads/2015/04/Statistik-Perikanan-2013-Tangkap.pdf>. [Diakses pada 19 Mei 2018].
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2015. Ikan Untuk Ketahanan Pangan dan Gizi Nasional. <http://gizi.depkes.go.id/wp-content/uploads/2015/02/IKAN-UNTUK-KETAHANAN-PANGAN-DAN-GIZI-NASIONAL-Bag-II.pdf>. [Diakses pada 11 Agustus 2018].
- Florencio-Silva, R., G. R. da Silva, E. Sasso-Cerri, M. J. Simoes, dan P. S. Cerri. 2015. Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *Biomed Research International*: 1-17.
- Fukumoto, S. 2014. Phosphate Metabolism and Vitamin D. *BoneKey Reports*: 1-5.
- Garcia, R. dan A. P. Baez. 2012. *Atomic Absorption Spectrometry (AAS)*. <http://www.intechopen.com/books/atomic-absorption-spectroscopy/atomic-absorption-spectrometry-aas->. [Diakses pada tanggal 20 April 2018].
- Gomez, K. A. dan A. A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. (Terjemahan). Jakarta: UI Press
- Gunawan, F., P. Suptijah., dan Uju. 2017. Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin Kulit Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *JPHPI*. 20(3): 568-581.

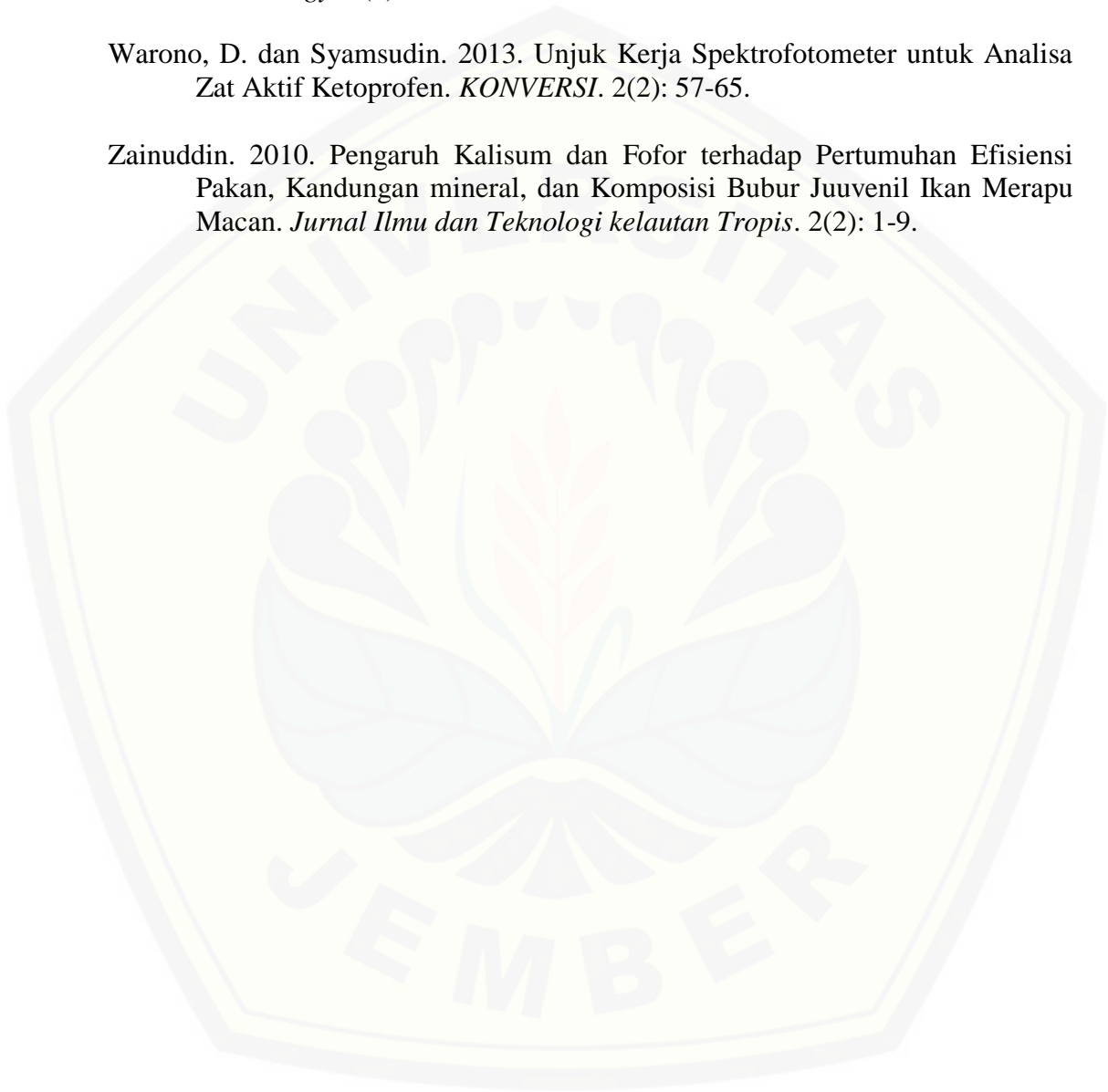
- Hanura, A. B., W. Trilaksani, dan P. Suptijah. 2017. Karakterisasi Nanohidroksiapatit Tulang Tuna *Thunnus sp* Sebagai Sediaan Biomaterial. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(2): 619-629.
- Herliani, D. D., T. Gozali, dan N. Suliasih. 2016. Pengaruh Penambahan Ikan Teri (*Stolephorus commersonii*) dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Dendeng Batang Talas (*Colocasia esculenta (L) Schott*). Bandung: Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- Hossain, M. A., dan T. Yoshimatsu. 2014. Dietary Calcium Requirement in Fishes. *Aquaculture Nutrition*. 20: 1-11.
- Ikhsani, I.Y., E. N. Dida, dan S. Y. Cahyarini. 2017. Evaluasi Penggunaan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Nyala (FAAS) untuk Analisis Konsentrasi SR/CA dalam Karang *Porites* dari Teluk Ambon dan Pulau Jukung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(1): 247-253.
- Jung, W. K., F. Shahidi, dan S. K. Kim. 2008. Calcium from Fish Bone and Other Marine Resources. *Marine Nutraceuticals and Functional Foods*. New York: Taylor and Francis Group, LLC.
- Kalfas, I. H. 2001. Principle of Bone Healing. *Neurosurg Focus*. 10(4): 7-10.
- Khairuman, S. P. dan K. Amri. 2011. *Pembesaran Gurami Secara Intensif*. Jakarta: PT Agro Media Pustaka.
- Khopkar, S. M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Kurniasih, S. dan Munarti. 2015. Perbandingan Kandungan Mineral dan Vitamin B1 Beberapa Jenis Ubi Jalar (*Ipomea batats L.*). *Prosiding Semirata Bidang MIPA BKS-PTN Barat Universitas Tanjungpura Pontianak*. Hal 200-206
- Lall, S. P., dan S. M. Tibbetts. 2017. Nutrition, Feeding, and Behavior of Fish. *Veterinary Clinics of North America Exotic Animal Practice*. 12(2): 361-372.
- Loganathan, P., G. Naidu, dan S. Vignesvaran. 2017. Mining Valuable Minerals from Seawater: A Critical Review. *Environmental Science Water Research & Technology*. 3: 37-53.
- Ma'arif, A. S. 2017. *Cara sukses budidaya ikan gurami*. Yogyakarta: Bio Genesis.
- Maresz, K. 2015. Proper Calcium Use: Vitamin K as a Promoter of Bone and Cardiovascular Health. *Integrative Medicine: A Clinician's Journal*. 14(1): 34-39.

- Meirinawati, H. 2015. Siklus Fosfor di Lautan. *Oseana*. XL (4): 31-40
- Murniyati, F. R. Dewi, dan R. Peranginangin. 2014. *Teknik Pengolahan Tepung Kalsium dari Tulang Ikan Nila*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mutmainnah, S. Chadijah, dan W. O. Rustiah. 2017. Hidroksiapatit dari Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (*Tunnus albacores*) dengan Metode Presipitasi. *Jurnal Al-Kimia*. 5(2): 119-126.
- Nicoll, R., J. M. Howard, dan M. Y. Henein. 2014. Cardiovascular Calcification and Bone: A Comparison of The Effects of Dietary and Serum Calcium, Phosporus, Magnesium, and Vitamin D. *International Cardiovascular Forum Journal*. 1(5): 209-218.
- Nugroho, A., F. Swastawati, dan A. D. Anggo. 2014. Pengaruh Bahan Pengikat dan Waktu Penggorengan Terhadap Mutu Produksi Kaki Naga Ikan Tenggir (*Scromberomorus sp.*) *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 3(4): 140-149.
- Pamungkas, W. 2012. Aktivitas Osmoregulasi, Respons Pertumbuhan, dan *Energetic Cost* pada Ikan yang Dipelihara dalam Lingkungan Bersalinitas. *Media Akuakultur*. 7(1): 44-51.
- Pepla, E., L. K. Besharat., G. Palaia., G. Tenore., dan G. Migliau. 2014. Nano-Hydroxyapatite and Its Applications in Preventive, Restorative and Regenerative Dentistry: A Review of Literature. *Annali Di Stomatologia*. 5(3): 108-114.
- Prabu, E., S. Felix, N. Felix, B. Ahilan, dan P. Ruby. 2017. An Overview on Significance of Fish Nutrition in Aquaculture Industry. *International Journal Fisheries and Aquatic Studies*. 5(6): 349-355.
- Pratama, S. M., G. J. K. Baqrly, R. Widyastuti, R. N. Wardani, D. F. Saelma dan Al Munawir. 2015. Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Absorpsi Tetrasiklin pada Adsorben Limbah Sisik Ikan Gurami (*Osphronemus Gourmay*). *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*. 1(2): 161-166.
- Purwaningsih, S., E. Salamah, dan N. Mirlina. 2011. Pengaruh Pengolahan Terhadap Kandungan Mineral Keong Matah Merah (*Cerithidea obtusa*). *Prosiding Pertemuan Ilmiah dan Seminar Nasional MPHPI*. 89-102.
- Putranto, H. F., A. N. Asikin, dan I. Kusumaningrum. 2015. Karakterisasi Tepung Tulang Ikan Belida (*Chitala sp.*) Sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein. *Jurnal Ziraah*. 4(1): 11-20.

- Ramadhani, T., R. P. Sari., dan Widyastuti. 2016. Efektivitas Kombinasi Pemberian Minyak Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) dan Aplikasi Hidroksiapatit terhadap Ekspresi FGF-2 pada Proses Bone Healing. *Denta Jurnal Kedokteran Gigi*. 10(1): 20-30.
- Ramakhrisnan, V.V., A. E. Ghalyy, M. S. Brooks, dan S. M. Budge. 2013. Extraction of Oil from Mackerel Fish Processing Waste Using Alcalase Enzyme. *Enzyme Engineering*. 2(2): 1-10.
- Ramakhrisnan, V.V., A. E. Ghalyy, M. S. Brooks, dan S. M. Budge. 2013. Extraction of Proteins from Mackerel Fish Processing Waste Using Alcalase Enzyme. *Journal of Bioprocessing & Biotechniques*. 3(2): 1-9.
- Ramlah, E. Soekendarsi, Z. Hasyim, dan M. F. Hassan. 2017. Perbandingan Kandungan Gizi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Asal Danau Maung Kabupaten Gowa dan Danau Universitas Hasanuddin Kota Makassar. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*. 1(1): 1-7.
- Reid, I. R. 2014. Should We Prescribe Calcium Supplements for Osteoporosis Prevention?. *Journal of Bone Metabolism*. 21(1): 21-28.
- Rodiah. S., Mariayamah, R. Ahsanunnisa, D. Ervina, F. Rahman, dan A. W. Budaya. 2018. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tenggiri Sebagai Sumber Gelatin Halal Melalui Hidrolisis Larutan Asam Dengan Variasi Rasio Asam. *ALKIMIA: Jurnal Ilmu kimia dan Terapan*. 2(1): 34-42.
- Santoso, J., Nurjannah, dan A. Irawan. 2008. Kandungan dan Kelarutan Mineral pada Cumi Cumi *Loligo sp.* dan Udang Vannamei *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 15(1): 7-12
- Santoso, W. 2009. Komposisi Mineral Makro dan Mikro Daging Ikan Gurami (*Osporonemus gouramy*) pada Berbagai Waktu Pemeliharaan. *Skripsi*. Bogor: Program Studi Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor.
- Sardiana, D. A., Z. Lubis, dan F. Ardiani. 2017. Uji Daya Terima dan Kandungan Gizi Biskuit Dengan Penambahan Tepung Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dan Daun Bangun Bangun (*Coleus ambonicus* Lour). <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/gkre/article/view/20027>. [Diakses pada 21 April 2019].
- Sartimbul, A., F. Iranawati, A. B. Sambah, D. Yana, N. Hidayati, L. I. Harlyan, M. A. Z. Fuad, dan S. H. J. Sari. 2017. *Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Pelagis di Indonesia*. Malang: UB Media.
- Saprinto, C. 2008. *Panduan Lengkap Gurami*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Simanjuntak, S. B. I., I. Indarmawan, dan E. S. Wibowo. 2018. Impact of Fed Containing Different Levels of Diets Supplementation *Spirulina platensis* on Growth, Hematological, Body Composition, and Biochemical Parameters of Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 18: 681-690.
- Susanti, N. N., Y. Sukmawardani., dan I. Musfiroh. 2016. Analisis Kalium dan Kalsium pada Ikan Kembung dan Ikan Gabus. *IJPST*. 3(1): 26-30.
- Swarjana, I. K. 2012. *Metode Penelitian Kesehatan*. Edisi Satu. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Syahrizal, M. Ghofur, dan Fakhurrozi. 2013. Pemanfaatan Daun Singkong (*Manihot utilissima*) Tua Sebagai Pakan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy Lac.*). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 13(4): 107-112
- Szpak P. 2011. Fish Bone Chemistry and Ultrastructure: Implications for Taphonomy and Stable Isotope Analysis. *Journal of Archaeological Science*. (38): 3358-3372.
- Terech-majewska, E., J. Pajdak., dan A. K. Siwicki. 2016. Water as A source of Macronutrients and Micronutrients for Fish, with Special Emphasis on the Nutritional Requirements of Two Fish Species: The Common Carp (*Cyprinus carpio*) and The Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Elementology*. 21(3): 947-961.
- Tridhar, N. A.sarti 2016. Kajian Produksi Koalgen dari Sisik dan Tulang Ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) Secara Kimia dan Enzimatis. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
- Tiwow, V. M. A., I. W. Haif, dan Supriadi. 2016. Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosforus (P) pada Limbah Sisik dan Sirip Ikan Mujair (*Oreochromis mosaambicus*) dari Danau Lindu Sulawesi Tengah. *Jurnal Akademika Kimia*. 5(4): 159-165.
- Usman, A. I., H. Seydou, A. Abubakar, dan M. S. Bala. 2017. Validation of Atomic Absorption (AAS) for Trace Elements Anlysis of Environmental Samples. *Research and Review: Journal of Physics*. 6(2): 8-13.
- Valentina, K., Y. A. Assa, dan M. E. Paruntu. 2015. Gambaran Kadar Fosfor Darah pada Lanjut Usia 60-74 Tahun. *Jurnal e-Biomedik*. 3(2): 631-633.
- Venkatesan, J. dan S. K. Kim. 2010. Effect of Temperature on Isolation and Characterization of Hidroksyapatite from Tuna (*Thunnus obesus*) Bone. *J. Materials*. 3: 4761-4772.

- Virnanto, L. A., D. Rachmawati, dan I. Samidjan. 2016. Pemanfaatan Tepung Hasil Fermentasi Azolla (*Azolla microphylla*) Sebagai Campuran Pakan Buatan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Keluluhidupan Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 5(1): 1-7.
- Warono, D. dan Syamsudin. 2013. Unjuk Kerja Spektrofotometer untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *KONVERSI*. 2(2): 57-65.
- Zainuddin. 2010. Pengaruh Kalium dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Efisiensi Pakan, Kandungan mineral, dan Komposisi Bubur Juvenil Ikan Merapu Macan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi kelautan Tropis*. 2(2): 1-9.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Izin Penelitian

 KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
Jl. Kalimantan No. 37 Jember ☎(0331) 333536, Fak. 331991

Nomor : 3027/UN25.8.TL/2018
Perihal : Izin Penelitian

16 AUG 2018

Kepada Yth
Kepala Laboratorium Kimia
Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember
Di
Jember

Dalam rangka pengumpulan data penelitian maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya memberkan izin penelitian bagi mahasiswa kami dibawah ini

- | | | |
|----|--------------------------|--|
| 1 | Nama | : Luaily Rizqon Amalina |
| 2 | NIM | : 151610101082 |
| 3 | Semester/Tahun | : 2018/2019 |
| 4 | Fakultas | : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember |
| 5 | Alamat | : Jl. Udang Windu 10 A, Jember |
| 6 | Judul Penelitian | : Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Fosfor (P) Tulang Ikan Tenggiri (<i>Scomberomorus comerson</i>) dan Ikan Gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>) di Kabupaten Jember Menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom |
| 7 | Lokasi Penelitian | : Laboratorium Kimia Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember |
| 8 | Data/ Alat yang dipinjam | : Panci, grinder mill, ayakan, erlenmeyer, labu takar, hot plate, dll |
| 9 | Waktu | : Agustus 2018 s/d Selesai |
| 10 | Tujuan Penelitian | : Membuat tepung tulang ikan dan pembuatan larutan tepung tulang ikan |
| 11 | Dosen Pembimbing | : 1. drg. Erawati Wulandari, M.Kes
2. Prof. Dr. drg. IDA Ratna Dewanti, M.Si |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih

an. Dekan
Pembantu Dekan I,



Dr. drg. IDA Susilawati, M.Kes
NIP. 196109031986022001

Lampiran 2. Identifikasi Hewan**PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
DINAS PERIKANAN**

Jl. Letjend Suprpto Nomor 139 Telp. (0331) 5101314
JEMBER - 68122

HASIL ANALISA

Berdasarkan hasil pengamatan pada spesimen hewan yang dikirim ke Dinas Perikanan Kabupaten Jember oleh ;

Nama : LUAILY RIZQON AMALIA
NIM : 151610101082
Fakultas : Kedokteran Gigi Universitas Jember

Maka dapat disimpulkan hasilnya bahwa specimen tersebut adalah :

Kingdom : *Animalia*
Filum : *Chordata*
Kelas : *Pisces*
Subkelas : *Teleostei*
Ordo : *Labyrinthici*
Subordo : *Anabantoidae*
Famili : *Anabantidae*
Genus : *Osphronemus*
Spesies : *Osphronemus gouramy*
Nama Inggris : *Gourami*
Nama Indonesia : *Gurami*

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 13 Agustus 2018

An. KEPALA DINAS PERIKANAN
KABUPATEN JEMBER
Kepala Bidang Perikanan Budidaya



Ir. TIGO DEWANTO
Pembina

NIP. 19670829 199303 1 002



PEMERINTAH KABUPATEN JEMBER
DINAS PERIKANAN

Jl. Letjend Suprpto Nomor 139 Telp. (0331) 5101314
JEMBER - 68122

HASIL ANALISA

Berdasarkan hasil pengamatan pada spesimen hewan yang dikirim ke Dinas Perikanan Kabupaten Jember oleh ;

Nama : LUAILY RIZQON AMALIA
NIM : 151610101082
Fakultas : Kedokteran Gigi Universitas Jember

Maka dapat disimpulkan hasilnya bahwa spesimen tersebut adalah :

Filum : *Chordata*
Sub filum : *Vertebrata*
Kelas : *Pisces*
Sub kelas : *Teleostei*
Ordo : *Percomorphi*
Sub ordo : *Scombridea*
Famili : *Scombridae*
Sub famili : *Scombrinae*
Genus : *Scomberomorus*
Spesies : *Scomberomorus commersonii*
Nama Inggris : *Spanish mackarel*
Nama Indonesia : *Tengiri*

Demikian surat keterangan ini dibuat, untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jember, 13 Agustus 2018

An. KEPALA DINAS PERIKANAN
KABUPATEN JEMBER
Kepala Bidang Perikanan Budidaya



Ir. LIGO DEWANTO
Pembina

NIP. 19670829 199303 1 002

Lampiran 3. Data Hasil Analisis Kadar Kalsium dan Fosfor Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

3.1 Kadar Kalsium Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Kelompok	Pengukuran	Pengulangan	Kadar Kalsium (ppm)	Kadar Kalsium (%)
Tulang Ikan Tenggiri	Ca 422,67	1	2.380	0,24
	Ca 422,67	2	2.384	0,24
	Ca 422,67	3	2.382	0,24
Tulang Ikan Gurami	Ca 422,67	1	5.914	0,59
	Ca 422,67	2	5.912	0,59
	Ca 422,67	3	5.916	0,59

3.2 Kadar Fosfor Tulang Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

Kelompok	Pengukuran	Pengulangan	Kadar Fosfor (ppm)	Kadar Fosfor (%)
Tulang Ikan Tenggiri	883,0	1	34.539	3,45
	883,0	2	34.537	3,45
	883,0	3	34.536	3,45
Tulang Ikan Gurami	883,0	1	17.960	1,80
	883,0	2	17.957	1,80
	883,0	3	17.953	1,80

Lampiran 4. Analisis Data

4.1 Analisis Data Kadar Kalsium Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami

4.1.1 Uji Normalitas *Saphiro-Wilk*

Kelompok		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar	Ca Tulang Tenggiri	.175	3	.	1.000	3	1.000
	Ca Tulang Gurami	.175	3	.	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

4.1.2 Uji Homogenitas *Lavene Test*

		Test of Homogeneity of Variances			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kadar	Based on Mean	.000	1	4	1.000
	Based on Median	.000	1	4	1.000
	Based on Median and with adjusted df	.000	1	4.000	1.000
	Based on trimmed mean	.000	1	4	1.000

4.1.3 Uji Statistik Parametrik Independent T Test

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Kadar	Equal variances assumed	.000	1.000	-2162.899	4	.000	-3532.000	1.63299	-3536.539	-3527.466
	Equal variances not assumed			-2162.899	4.000	.000	-3532.000	1.63299	-3536.539	-3527.466

4.2 Analisis Data Kadar Fosfor Ikan Tenggiri dan Ikan Gurami4.2.1 Uji Normalitas *Saphiro-Wilk***Tests of Normality**

	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar	P Tulang Tenggiri	.253	3	.	.964	3	.637
	P Tulang Gurami	.204	3	.	.993	3	.843

a. Lilliefors Significance Correction

4.2.2 Uji Homogenitas *Levene Test*

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kadar	Based on Mean	1.385	1	4	.305
	Based on Median	1.000	1	4	.374
	Based on Median and with adjusted df	1.000	1	2.876	.394
	Based on trimmed mean	1.361	1	4	.308

4.2.3 Uji Statistik Parametrik *Independent T Test*

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Kadar	Equal variances assumed	1.385	.305	7498.889	4	.000	16580.66667	2.21108	16574.52772	16586.80562
	Equal variances not assumed			7498.889	2.731	.000	16580.66667	2.21108	16573.22050	16588.11283