



**PERBANDINGAN PEMBERIAN IKAN TERI (*Stolephorus sp.*) DAN  
SUSU KEDELAI LOKAL TERHADAP DENSITAS MANDIBULA  
TIKUS WISTAR JANTAN**

**SKRIPSI**

Oleh  
**FADHILAH RIZAL NUGROHO**  
**081610101087**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**  
**UNIVERSITAS JEMBER**  
**2012**



**PERBANDINGAN PEMBERIAN IKAN TERI (*Stolephorus sp.*) DAN  
SUSU KEDELAI LOKAL TERHADAP DENSITAS MANDIBULA  
TIKUS WISTAR JANTAN**

**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

**FADHILAH RIZAL NUGROHO**

**081610101087**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2012**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT, atas rasa syukur yang tak terhingga kupanjatkan pada-Nya.
2. Keluarga yang saya cintai, papa (Imam, SH.), mama (Sri Kumiarsih, SE.), bapak Sugijono, ibu Suyati, Kakak (Achmad Ishak Setyawan dan Nurul Aisyah Rachmawati), adik (Hikmatul Imamiyah dan M. Rizky Adrianto Wijaya) dan keluarga saya lainnya.
3. Seluruh dosen saya di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, teristimewa untuk drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes, Sp. Prost (Dosen Pembimbing Utama), drg. Suhartini, M. Biotech (Dosen Pembimbing Anggota), drg. Tecky Indriana, M. Kes (Dosen Penguji) dan drg. Yani Corvianindya Rahayu, M. KG (Dosen Pembimbing Akademik). Terima kasih yang tak terhingga atas bimbingan serta pengertian beliau selama ini.
4. Saudara, guru-guru, sahabat dan teman-teman angkatan 2008 yang selalu memberikan motivasi, inspirasi dan pengalaman selama ini.
5. Almamater tercinta Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

## MOTTO

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya  
(Al-Baqarah:286)<sup>\*)</sup>

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan  
(An-Nasyr:6)<sup>\*)</sup>

Tugas kita bukanlah untuk berhasil. Tugas kita adalah untuk mencoba, karena didalam mencoba itulah kita menemukan dan belajar membangun kesempatan untuk berhasil.<sup>\*\*)</sup>

Janganlah tunggu anda termotivasi lalu bergerak, tapi bergeraklah sehingga anda menjadi termotivasi.<sup>\*\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2010. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: PT Mizan Pustaka

<sup>\*\*)</sup> Mario Teguh.

<sup>\*\*\*)</sup> Anonim.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadhilah Rizal Nugroho

NIM : 081610101087

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Perbandingan Pemberian Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) dan Susu Kedelai Lokal terhadap Densitas Mandibula Tikus Wistar Jantan” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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, 31 Januari 2012

Yang menyatakan,

Fadhilah Rizal Nugroho

NIM 081610101087

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN PEMBERIAN IKAN TERI (*Stolephorus sp.*) DAN  
SUSU KEDELAI LOKAL TERHADAP DENSITAS MANDIBULA  
TIKUS WISTAR JANTAN**

Oleh  
**Fadhilah Rizal Nugroho**  
**081610101087**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Prost

Dosen Pembimbing Anggota : drg. Suhartini, M. Biotech

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Perbandingan Pemberian Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) dan Susu Kedelai Lokal terhadap Densitas Mandibula Tikus Wistar Jantan” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Selasa , 31 Januari 2012

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

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

Anggota I,

Anggota II,

drg. Suhartini, M. Biotech  
NIP 197909262006042002

drg. Tecky Indriana, M. Kes  
NIP 196811261997022001

Mengesahkan

Dekan,

drg. Hj. Herniyati, M.Kes.  
NIP 195909061985032001

## RINGKASAN

**Perbandingan Pemberian Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) dan Susu Kedelai Lokal terhadap Densitas Mandibula Tikus Wistar Jantan;** Fadhilah Rizal Nugroho, 081610101087; 2012; 66 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Saat ini 90% wanita dan 41,8% pria penduduk Indonesia memiliki gejala osteoporosis. Osteoporosis merupakan salah satu penyakit kronis progresif yang ditandai adanya penurunan massa tulang dan pengeroposan tulang. Osteoporosis dapat terjadi pada tulang alveolar, sehingga penurunan densitas pada tulang mandibula dapat mempengaruhi prognosis perawatan pada pasien yang menggunakan gigi tiruan. Adanya penurunan massa tulang alveolar, menyebabkan kekuatan tulang alveolar untuk menahan beban berkurang. Ikan teri (*Stolephorus sp.*) dan susu kedelai lokal merupakan salah satu sumber kalsium terbaik untuk mencegah pengeroposan tulang. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian ikan teri (*Stolephorus sp.*) dan susu kedelai lokal terhadap densitas tulang mandibula pada tikus wistar jantan.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dan menggunakan rancangan penelitian *the posttest only control group design*. Penelitian dilaksanakan di laboratorium biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Jumlah sampel yang digunakan 30 ekor tikus wistar jantan yang dikelompokkan menjadi 3 kelompok, masing-masing terdiri atas 10 ekor tikus. Kelompok I yaitu kelompok kontrol, kelompok II diberi ikan teri dan kelompok III diberi susu kedelai lokal. Perlakuan pada penelitian ini dilakukan selama 40 hari, setelah dilakukan dekaputasi sampel tulang mandibula di foto rontgen menggunakan foto thoraks (FCR) dengan arah bukolingual, dimana titik pengukuran densitas tulang mandibula terletak pada daerah 1 mm dari *foramen mentale*. Kemudian dilakukan uji densitas mandibula menggunakan *densitometry*

Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap densitas tulang mandibula tikus wistar jantan, kelompok yang mempunyai nilai rata-rata densitas paling rendah



dibandingkan dengan kelompok lain adalah kelompok kontrol, yaitu dengan rata-rata absorpsi sinar-X sebesar 1,02 dan kelompok yang mempunyai nilai rata-rata densitas tulang yang paling tinggi dibandingkan dengan kelompok lain adalah kelompok ikan teri, yaitu dengan rata-rata absorpsi sinar-X sebesar 0,59. Nilai rata-rata densitas pada kelompok susu kedelai lokal berada di antara nilai terendah dan tertinggi, dengan rata-rata absorpsi sinar-X sebesar 0,63.

Tulang mandibula pada kelompok kontrol dimungkinkan tidak terjadi peningkatan pertumbuhan tulang sebab proses *remodelling* hanya terjadi secara fisiologis saja, hal ini dikarenakan pada kelompok kontrol tidak diberikan nutrisi tambahan. Kandungan nutrisi dari ikan teri yang diperlukan untuk metabolisme tulang seperti protein dan bermacam mineral lebih banyak dibandingkan dengan kelompok kontrol dan susu kedelai lokal. Oleh karena itu, nilai rata-rata densitas tulang mandibula tikus wistar jantan untuk kelompok perlakuan ikan teri secara nyata memiliki nilai yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol dan kelompok susu kedelai lokal. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, konsumsi ikan teri terbukti efektif dapat meningkatkan densitas tulang mandibula tikus wistar jantan.

## PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, ridho dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbandingan Pemberian Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) dan Susu Kedelai Lokal terhadap Densitas Mandibula Tikus Wistar Jantan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

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

1. drg. Hj. Herniyati, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember beserta jajarannya.
2. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes., Sp. Prost. Selaku Pembantu Dekan I FKG Universitas Jember dan selaku Dosen Pembimbing Utama, terima kasih yang tak terhingga atas segala ilmu, motivasi, pengertian, nasihat, kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan penulis selama ini sehingga selesainya skripsi ini.
3. drg. Suhartini, M. Biotech. selaku Dosen Pembimbing Anggota, terima kasih yang tak terhingga atas segala ilmu, motivasi, nasihat serta kesabaran dalam meluangkan waktu dan pikiran demi membimbing penyelesaian skripsi ini.
4. drg. Tecky Indriana, M. Kes. selaku Sekretaris Penguji, terima kasih yang tak terhingga atas bimbingan, nasihat, ilmu dan waktu dalam perbaikan penyelesaian skripsi ini.
5. drg. Yani Corvianindya Rahayu, M.KG. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah sabar membimbingku selama menempuh perkuliahan.
6. Keluarga yang saya cintai, papa (Imam, SH.), mama (Sri Kumiarsih, SE.), bapak Sugijono, ibu Suyati, Kakak (Achmad Ishak Setyawan dan Nurul Aisyah Rachmawati), dan adik (Hikmatul Imamiyah dan M. Rizky Adrianto

Wijaya) atas segala do'a, kasih sayang, motivasi, perhatian dan pengorbanan yang tulus ikhlas selama ini.

7. Seluruh guru dan dosen yang telah membagi ilmu yang sangat bermanfaat;
8. Teman-teman satu tim skripsi fisiologi yang telah berpartisipasi langsung dalam membantu penelitianku Taufik, Shintya dan Rizka, serta teknisi biomedik laboratorium fisiologi mas Agus dan bobby atas segala bantuan selama penelitian berlangsung.
9. *My bestfriends*, Nizar, Dizta, Vrita dan teman-teman penelitian di biomedik atas semangatnya.
10. Buat Deliar Ismawaddah dan keluarga terima kasih atas segala bentuk kasih sayang dan motivasi yang sangat membangun, semoga kita bisa lulus bareng.
11. Seluruh teman seperjuangan FKG 2008 atas segala kerjasama dan kebersamaan yang takkan terlupakan, kita semua punya pencapaian yang sama semoga kelak kita meraih sukses semua.
12. Seluruh Kawan Banjarsari, Ary, Tsiqoh, Itak, Dika, Yayak, Ulfa, Kiki, Dinda dan Bidan Winda, terima kasih buat motivasi dan inspirasi selama 45 hari kemarin, saya banyak belajar dari kalian.
13. Seluruh teman PSM Gema Swara Denta, LISMA dan Insisivus tempatku berpaling saat pikiranku lagi jenuh.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala kebaikannya dalam membantu penyusunan skripsi ini hingga selesai

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih banyak kekurangan baik pengetahuan maupun kemampuan penulis. Dengan kerendahan hati, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat. Amin.

Jember, Januari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	4
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Ikan Teri (<i>Stolephorus sp.</i>)</b> .....	5
2.1.1 Taksonomi Ikan Teri ( <i>Stolephorus sp.</i> ) .....	5
2.1.2 Morfologi Ikan Teri ( <i>Stolephorus sp.</i> ) .....	6
2.1.3 Ekologi Ikan Teri ( <i>Stolephorus sp.</i> ) .....	7
2.1.4 Kandungan Ikan Teri ( <i>Stolephorus sp.</i> ) .....	7
<b>2.2 Kedelai (<i>Glycine max</i>)</b> .....	11
2.2.1 Taksonomi Kedelai ( <i>Glycine max</i> ) .....	11
2.2.2 Kedelai Lokal .....	11

2.2.3 Keunggulan Kedelai Lokal .....	12
2.2.4 Kandungan Kedelai ( <i>Glycine max</i> ).....	13
2.2.5 Susu Kedelai .....	15
<b>2.3 Tulang</b> .....	16
2.3.1 Komposisi Tulang.....	17
2.3.2 Sel-sel Tulang.....	17
2.3.3 Kolagen Tulang .....	19
2.3.4 Mineral Tulang .....	20
2.3.5 Struktur Tulang.....	21
<b>2.4 Tulang Mandibula</b> .....	21
2.4.1 Anatomi Tulang Mandibula.....	21
2.4.2 Gambaran Radiografi Tulang Mandibula.....	22
<b>2.5 Densitas Tulang Mandibula</b> .....	23
<b>2.6 Hipotesis</b> .....	24
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	25
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	25
<b>3.2 Rancangan Penelitian</b> .....	25
<b>3.3 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	25
3.3.1 Tempat Penelitian .....	25
3.3.2 Waktu Penelitian.....	25
<b>3.4 Populasi dan Sampel Penelitian</b> .....	26
3.4.1 Populasi Penelitian .....	26
3.4.2 Sampel penelitian .....	26
a. Pengelompokkan Sampel .....	26
b. Kriteria Sampel.....	26
c. Besar Sampel .....	26
<b>3.5 Identifikasi Variabel Penelitian</b> .....	27
3.5.1 Variabel Bebas.....	27
3.5.2 Variabel Terikat .....	27

3.5.3 Variabel Terkendali .....	27
<b>3.6 Definisi Operasional variabel .....</b>	<b>28</b>
3.6.1 Sediaan Ikan Teri .....	28
3.6.2 Susu Kedelai Lokal .....	28
3.6.3 Pengukuran Densitas Tulang .....	28
3.6.4 Nilai Densitas Tulang.....	28
<b>3.7 Alat dan Bahan Penelitian .....</b>	<b>28</b>
3.7.1 Alat Penelitian.....	28
3.7.2 Bahan Penelitian .....	30
<b>3.8 Prosedur Penelitian .....</b>	<b>30</b>
3.8.1 Persiapan Hewan Coba .....	30
3.8.2 Pembagian Kelompok Perlakuan.....	30
3.8.3 Persiapan Bahan Perlakuan.....	31
3.8.4 Pelaksanaan Penelitian.....	32
<b>3.9 Analisis Data.....</b>	<b>34</b>
<b>3.10 Pembuatan Sediaan Ikan Teri.....</b>	<b>35</b>
<b>3.11 Pembuatan Susu Kedelai Lokal .....</b>	<b>36</b>
<b>3.12 Alur Penelitian .....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian dan Analisis Data .....</b>	<b>38</b>
4.1.1 Hasil penelitian .....	38
4.1.2 Hasil Analisis Data.....	40
<b>4.2 Pembahasan.....</b>	<b>42</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>47</b>
<b>DAFTAR BACAAN.....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan Gizi Ikan Teri ( <i>Stolephorus sp.</i> ) .....	9
2.2 Kandungan Gizi Kedelai Lokal ( <i>Glycine max</i> ).....	14
4.1 Hasil Perhitungan Rerata Absorpsi Sinar-X Tulang Mandibula Tikus Wistar Jantan .....	39
4.2 Hasil uji <i>One Way ANOVA</i> terhadap Rerata Absorpsi Sinar-X Tulang Mandibula Tikus Wistar Jantan .....	42
4.3 Hasil uji beda <i>Tukey HSD</i> terhadap Rerata Absorpsi Sinar-X Tulang Mandibula Tikus Wistar Jantan .....	42

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Ikan Teri ( <i>Stolephorus sp.</i> ) .....	8
2.2 Biji Kedelai Lokal ( <i>Glycine max</i> ) .....	13
3.1 Diagram Pembuatan Sediaan Ikan Teri .....	36
3.2 Diagram Pembuatan Susu Kedelai Lokal .....	37
3.3 Diagram Alur Penelitian .....	38
4.1 Diagram Batang Rerata Absorpsi Sinar-X Mandibula Tikus Wistar Jantan .	40



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Pengukuran Densitas Tulang Mandibula Tikus Wistar Jantan .....	56
B. Analisis Data Penelitian.....	58
C. Gambar Alat dan Bahan Penelitian.....	62

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Penduduk lanjut usia (lansia) pada tahun 2020 di seluruh dunia diperkirakan akan melebihi 1 milyar jiwa. Usia harapan hidup penduduk dunia semakin meningkat sebagai hasil perbaikan perawatan kesehatan. Penduduk Indonesia yang berusia di atas 65 tahun diperkirakan meningkat 15,75 % dari jumlah penduduk pada tahun sebelumnya (Prawirohardjo, 1999; Rachman, 2004). Angka ini akan terus meningkat seiring dengan bertambahnya usia, dengan rasio wanita lebih banyak daripada pria. Saat ini 90% wanita dan 41,8% pria penduduk Indonesia memiliki gejala osteoporosis (Javier, 2010).

Osteoporosis merupakan salah satu penyakit kronis progresif melibatkan kelainan metabolisme tulang, yang ditandai adanya penurunan massa tulang dan kelainan mikroarsitektur jaringan tulang yang menyebabkan kerapuhan tulang sehingga mudah terjadi fraktur (Yatim, 2000). Tulang pada sepertiga bagian tengah skeleton fasial terlihat kuat, tetapi dalam kenyataannya termasuk tulang yang rapuh. Kerapuhan tulang mandibula dikaitkan dengan struktur tulang mandibula yang kurang kompak (Banks, 1992).

Mandibula merupakan tempat melekatnya gigi geligi, dimana dalam mandibula terdapat struktur yang berperan sebagai penyangga gigi geligi salah satunya adalah tulang alveolar. Osteoporosis juga dapat terjadi pada tulang alveolar, sehingga penurunan densitas pada tulang mandibula dapat mempengaruhi prognosis perawatan pada pasien yang menggunakan gigi tiruan. Adanya penurunan massa tulang alveolar, menyebabkan kekuatan tulang alveolar untuk menahan beban berkurang (Garna, 2005). Selain itu, kelainan osteoporosis juga dapat menyebabkan terjadinya kehilangan gigi. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Arina (2001) yang

menyatakan kehilangan gigi banyak dijumpai pada wanita berusia 65 tahun yang telah memasuki usia masa pasca menopause (Joelijanto, 2007).

Tulang adalah bentuk khusus jaringan ikat yang tersusun oleh kristal-kristal mikroskopik fosfat kalsium, terutama hidroksiapatit dan matriks kolagen (Ganong, 1998). Tulang atau jaringan oseosa memiliki bentuk kaku yang membentuk sebagian besar kerangka manusia, tulang terdiri atas sel, serat dan matriks (Eroschenko, 2003). Sel-sel tulang terdiri dari osteosit, osteoblas, dan osteoklas. Setiap sel ini mempunyai fungsi yang khusus, osteoblas mempunyai fungsi pembentukan tulang baru, osteosit berfungsi mempertahankan keadaan tulang, sedangkan osteoklas berfungsi dalam proses resorpsi tulang (Piliang dan Djojosoebagio, 2006).

Densitas tulang adalah kandungan mineral tulang pada suatu area tulang dengan satuan bentuk gram persentimeter persegi tulang. Kepadatan tulang bergantung dari jumlah kalsium, fosfor, mineral yang terkandung dalam tulang. Adanya ketidakseimbangan antara jumlah kalsium yang diserap dan jumlah kalsium yang dilepas dalam jangka waktu lama, dapat menyebabkan persediaan kalsium di dalam tulang akan menipis yang mengakibatkan rendahnya massa dan kepadatan tulang (Mursito, 2001).

Tucker *et al.*, (2000) menyatakan salah satu zat gizi yang diperlukan untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan tulang adalah kalsium. Kekuatan dan kepadatan tulang tidak hanya ditentukan oleh asupan kalsium saja. Kemungkinan kontribusi berbagai zat gizi mikro dan makro lainnya turut berperan dalam meningkatkan kepadatan tulang, sehingga mampu mencegah osteoporosis. Kalsium tidak hanya terkandung dalam susu, tetapi makanan lain seperti ikan teri, sup tulang, sayuran hijau seperti bayam dan kacang-kacangan adalah makanan sumber kalsium. Kalsium tidak dapat dihasilkan oleh tubuh, maka penting untuk mengkonsumsi makanan yang mengandung kalsium (Javier, 2010).

Faktor gizi turut berperan penting dalam menjaga kesehatan tulang dan memperlambat laju pengeroposan tulang. Susu adalah bahan pangan yang dikenal masyarakat kaya akan zat gizi yang diperlukan oleh tubuh manusia. Konsumsi susu

dimaksudkan untuk memperkuat tulang sehingga tulang lebih padat, tidak rapuh dan tidak mudah terkena risiko osteoporosis pada saat usia lanjut (Tucker *et al.*, 2000). Hasil penelitian Indrawati (2010) membuktikan bahwa susu kedelai lokal merupakan sumber kalsium dan fosfor yang sangat penting untuk pembentukan tulang. Susu kedelai lokal dengan dosis 0,003 ml/gram berat badan terbukti dapat memelihara serta meningkatkan densitas tulang sehingga dapat mencegah terjadinya osteoporosis. Hal ini dihubungkan dengan adanya isoflavon dalam kedelai mampu meningkatkan jumlah osteoblas, yang dapat mempercepat proses deposit mineral kalsium dan fosfor di dalam matriks tulang.

Kedelai sebagai bahan makanan tidak dapat langsung dimasak, melainkan diolah terlebih dahulu sesuai kegunaannya. Tingkat konsumsi susu kedelai di Indonesia tergolong rendah dibandingkan dengan negara-negara tetangga. Salah satu penyebabnya adalah proses pengolahan dalam pembuatan susu kedelai relatif lama dan sulit. Adanya dari kesalahan pengolahan kedelai dapat menyebabkan cita rasa langu (*beany flavor*), rasa pahit (*bitternes*) dan rasa berkapur (*chalky*). Hal ini timbul dari aktifitas *lipoksigenase* akibat biji kedelai pecah pada proses pengelupasan kulit dan penggilingan karena kontak dengan oksigen (Muchtadi, 2010). Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya alternatif dari penggunaan susu kedelai lokal untuk mencegah terjadinya osteoporosis. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti susu kedelai lokal adalah ikan teri. Hal ini disebabkan ikan teri juga merupakan salah satu sumber kalsium dan fosfor, kedua mineral ini memiliki penting untuk meningkatkan densitas tulang sehingga dapat mencegah terjadinya osteoporosis.

Ikan teri (*Stolephorus sp.*) merupakan salah satu sumber kalsium terbaik untuk mencegah pengeroposan tulang. Keunggulan ikan teri dibandingkan dengan ikan lainnya adalah bentuk tubuhnya yang kecil sehingga mudah dan praktis dikonsumsi oleh semua umur. Ikan teri merupakan salah satu ikan favorit karena mulai dari kepala, daging sampai tulangnya dapat langsung dikonsumsi (Koral AUP/STP Papua, 2008).

Ikan teri memiliki keunggulan dibandingkan dengan bahan lain, dikarenakan mudah didapat dan mudah dikonsumsi oleh masyarakat. Selain itu, ikan teri juga mengandung mineral-mineral pendukung tulang, sehingga ikan teri mempunyai kelebihan dibandingkan bahan-bahan lainnya. Ikan teri sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mencegah osteoporosis. Oleh karena itu, timbul pemikiran untuk menggunakan ikan teri sebagai upaya meningkatkan densitas tulang sehingga dapat mencegah terjadinya osteoporosis.

Berdasar hal di atas, perlu dilakukan pengkajian dan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh konsumsi ikan teri terhadap densitas tulang, dibandingkan susu kedelai lokal yang pada penelitian sebelumnya terbukti dapat meningkatkan densitas tulang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimana perbandingan pemberian ikan teri (*Stolephorus sp.*) dan susu kedelai lokal terhadap densitas tulang mandibula pada tikus wistar jantan?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Membandingkan pemberian ikan teri (*Stolephorus sp.*) dan susu kedelai lokal terhadap densitas tulang mandibula pada tikus wistar jantan.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat sebagai bahan alternatif dalam pencegahan osteoporosis dan resorpsi tulang, serta meningkatkan kesehatan tulang.
- b. Diharapkan data yang diperoleh dapat juga dimanfaatkan sebagai informasi ilmiah guna penelitian-penelitian lebih lanjut.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ikan Teri (*Stolephorus sp.*)

Potensi sumber daya ikan laut adalah bobot atau jumlah maksimum yang dapat ditangkap dari suatu perairan setiap tahun secara berkesinambungan. Salah satu potensi perikanan laut yang ada di perairan Indonesia adalah ikan pelagis. Berdasarkan ukurannya ikan pelagis dibagi menjadi ikan pelagis besar dan ikan pelagis kecil. Ikan pelagis besar seperti kelompok Tuna (*Thunidae*) dan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*), kelompok Marlin (*Makaira sp.*), kelompok Tongkol (*Euthynnus sp.*) dan Tenggiri (*Scomberomorus sp.*). Kelompok pelagis kecil diantaranya ikan Selar (*Selaroides leptolepis*), Sunglir (*Elagastis bipinnulatus*), Teri (*Stolephorus sp.*), Japuh (*Dussumieria sp.*), Tembang (*Sadinella fimbriata*), Lemuru (*Sardinella longiceps*) dan Siro (*Amblygaster sirm*) dan kelompok skrombroid seperti ikan Kembung (*Rastrelingger sp.*) (Suyedi, 2001).

Ikan teri (*Stolephorus sp.*) adalah ikan yang termasuk kedalam kelompok ikan pelagis kecil, yang diduga merupakan salah satu sumberdaya perikanan paling melimpah di perairan Indonesia. Sumberdaya ini merupakan sumberdaya neritik, karena penyebarannya terutama adalah di perairan dekat pantai. Sumberdaya ini dapat membentuk biomassa yang besar di wilayah yang mengalami proses penaikan masa air (*upwelling*) (Csirke, 1988).

#### 2.1.1 Taksonomi

Klasifikasi ikan teri berdasarkan ikan yang termasuk *cartilaginous* (bertulang rawan) atau *bony* ( bertulang keras), menurut Young (1962) dan De Bruin *et al.*, (1994) adalah sebagai berikut:

Filum	: <i>Chordata</i>
Sub-Filum	: <i>Vertebrae</i>
Kelas	: <i>Actinopterygii</i>
Ordo	: <i>Clupeiformes</i>
Famili	: <i>Engraulididae</i>
Genus	: <i>Stolephorus</i>
Spesies	: <i>Stolephorus sp.</i>

Ikan teri yang termasuk dalam famili *Engraulididae* ini mempunyai banyak spesies. Spesies umum yang teridentifikasi adalah *Stolephorus heterobolus*, *S. devisii*, *S. buccaneeri*, *S. indicus* dan *S. commersonii* (Anonim, 2007).

#### 2.1.2 Morfologi Ikan Teri

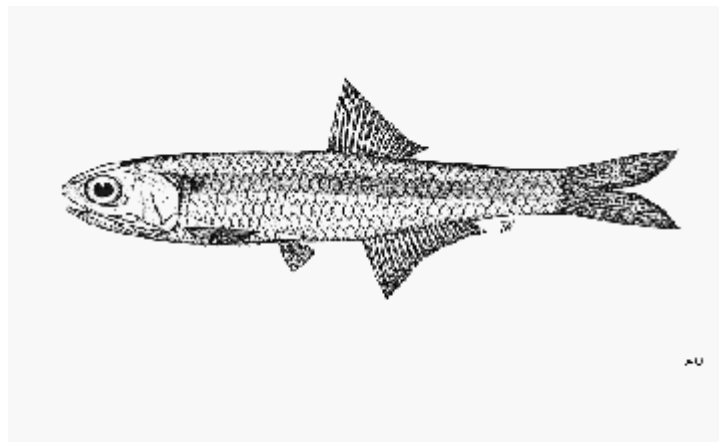
Ikan teri memiliki bentuk badan memanjang (*fusiform*), hampir silindris atau termampat pada bagian samping (*compressed*). Sisi bagian perut terdapat 3-4 sisik duri seperti jarum yang ada antara sirip dan bagian perut. Mulut ikan teri lebar dan moncong yang menonjol serta rahang yang dilengkapi dengan dua tulang tambahan (*supplemental bones*). Bagian samping tubuh ikan teri terdapat selempang putih keperak-perakan memanjang dari kepala sampai ekor. Habitat ikan ini di perairan pantai, membentuk gerombolan besar dan bersifat pemakan plankton. Umumnya tidak berwarna atau agak kemerah-merahan, ikan teri pada umumnya memiliki ukuran tubuh antara 2 – 12 cm (Anonim, 2007).

Secara umum jaringan daging ikan teri dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu *striated muscle*, *smooth muscle* dan *heart muscle*. *Striated muscle* (otot lurik) umum terdapat pada daging ikan. *Smooth muscle/ lionin*, umumnya terdapat pada jantung yang berfungsi khusus. Dier dan Dingle (1961) mengemukakan, daging ikan dibedakan menjadi daging merah (gelap) dan daging putih. Perbedaan tersebut terletak pada kandungan mioglobin yang tidak sama dari kedua dagingnya (Handajani dan Widodo, 2010).

### 2.1.3 Ekologi Ikan Teri

Ikan teri yang termasuk dalam kelompok ikan pelagik kecil merupakan sumberdaya yang *poorly behaved* karena makanan utamanya plankton (Wootton, 1992) sehingga kelimpahannya sangat tergantung kepada faktor-faktor lingkungan (Merta, 1992). Secara umum kelompok ikan pelagis kecil, mempunyai karakteristik sebagai berikut:

1. Membentuk gerombolan yang terpencar-pencar (*patchness*)
2. Variasi kelimpahan cukup tinggi yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan yang berfluktuatif.
3. Selalu melakukan penyebaran baik temporal maupun spasial
4. Aktivitas gerak yang cukup tinggi yang ditunjukkan oleh bentuk badan menyerupai cerutu atau torpedo (Keenleyside 1979 dan Balitbang Perikanan 1994).



Gambar 2.1 Ikan Teri (*Stolephorus sp.*)(Sumber: Nelson dan Wongratana,1988)

### 2.1.4 Kandungan Ikan Teri

Ikan teri menempati posisi penting diantara 55 spesies ikan yang memiliki nilai gizi setelah ikan layang, ikan kembung, ikan lemuru, ikan tembang dan ikan tongkol. Ikan teri merupakan jenis ikan pelagis kecil yang mempunyai nilai gizi



tinggi dengan kandungan mineral, vitamin, lemak tak jenuh dan protein tinggi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tubuh dan kecerdasan manusia. Ikan teri ternyata merupakan salah satu sumber kalsium terbaik untuk mencegah pengeroposan tulang. Ikan teri merupakan sumber kalsium yang tahan dan tidak mudah larut dalam air. Sumber kalsium ikan teri juga terdapat pada tulangnya, jadi bukan hanya pada dagingnya. Sebenarnya semua ikan bisa menjadi sumber kalsium, namun karena tulang pada ikan selain teri memiliki ukuran besar dan keras, maka tidak mungkin untuk dikonsumsi. Sedangkan pada ikan teri tulangnya empuk dan enak dimakan (Koral AUP/STP Papua , 2008).

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Ikan Teri (*Stolephorus sp.*)

Komponen	Jumlah per 100 gram bahan	Satuan
Kalori	170	kal
Protein	33,4	g
Lemak	3,0	g
Karbohidrat	0	g
Kalsium	1200	mg
Fosfor	1500	mg
Besi	3,6	g
Vitamin A	210	SI
Vitamin B1	0,15	mg
Vitamin C	0	mg
Air	37,8	g

Sumber : Anonim (1995).

Kandungan ikan teri bagi tulang:

### 1. Protein

Protein daging ikan dapat diklasifikasikan menjadi protein miofibril, protein sarkoplasma dan protein stroma. Protein pada daging ikan terdiri dari 67-75% miofibril, 20-30% sarkoplasma dan 1-3% stroma. Protein tersebut sangat mudah mengalami kerusakan atau denaturasi saat ikan dilakukan pengolahan (Hadiwiyoto, 1993).

Makanan yang mengandung banyak protein berfungsi sebagai zat pembangun serta memelihara sel dan jaringan tubuh. Protein terdapat di dalam otot, tulang, tulang rawan, kulit dan cairan tubuh. Bagian tubuh yang rusak akan segera diganti dengan bantuan protein yang diperoleh dari makanan. Protein di dalam tubuh terdapat dalam berbagai macam antara lain protein struktural, hormon, hemoglobin, mioglobin, antibodi, miosin, aktin dan enzim (Almatsier, 2010).

### 2. Lemak

Asam lemak merupakan lemak turunan dan merupakan golongan asam organik. Asam lemak terdiri dari butirrat, kaproat, kaprilat, kaprat, laurat, miristat, palmitat, stearat, oleat, omega-6, linoleat, arakidonat, omega-3, linoleat, eikosapentaenoat (EPA) dan dokosaheksaenoat (DHA). Asam linoleat merupakan asam lemak esensial karena asam linoleat dibutuhkan oleh tubuh tetapi tubuh tidak mensintesisnya. Asam linolenat, asam linoleat dan asam arakidonat dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan dan fungsi normal jaringan. Kelebihan asam lemak akan disimpan pada jaringan adiposa. Asam lemak pada jaringan adiposa akan disintesis menjadi trigliserida (Almatsier, 2010).

### 3. Mineral

Mineral merupakan bagian dari tubuh dan memegang peranan penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh, baik pada tingkat sel, jaringan, organ maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Mineral yang terdapat dalam ikan teri antara lain kalsium, fosfor dan besi. Kalsium merupakan bahan dasar dalam membentuk matriks tulang. Kalsium juga merupakan mineral esensial untuk kelangsungan fungsi dan proses

fisiologis normal sel. Kebutuhan kalsium pada masa pertumbuhan sangat tinggi. Dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler kalsium memegang peranan penting dalam mengatur fungsi sel, seperti untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah dan menjaga permeabilitas membran sel. Kalsium juga berfungsi mengatur pekerjaan hormon-hormon dan faktor pertumbuhan (Piliang dan Djojosoebagio, 2006).

Fosfor merupakan salah satu material yang terdapat dalam matriks tulang dan selebihnya terdapat di dalam semua sel tubuh. Fosfor merupakan bagian dari asam nukleat DNA dan RNA yang terdapat dalam inti sel dan sitoplasma tiap sel hidup. Sebagai fosfolipid, fosfor merupakan komponen struktural dinding sel. Fosfor memegang peranan penting dalam reaksi yang berkaitan dengan penyimpanan atau pelepasan energi dalam bentuk Adenosin Trifosfat (Almatsier, 2010).

Besi merupakan mineral mikro yang paling banyak terdapat di dalam tubuh. Besi mempunyai beberapa fungsi esensial di dalam tubuh yaitu sebagai alat angkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, alat angkut elektron di dalam sel dan bagian terpadu sebagai reaksi enzim di dalam jaringan tubuh (Almatsier, 2010).

#### 4. Vitamin

Vitamin yang terkandung dalam ikan teri antara lain:

##### a. Vitamin A

Vitamin A berpengaruh terhadap sintesis protein, dengan demikian terhadap pertumbuhan sel. Vitamin A dibutuhkan untuk perkembangan tulang dan sel epitel yang membentuk email dalam pertumbuhan gigi (Almatsier, 2010). Vitamin A berperan dalam menstimulasi osteoblas, peningkatan sintesis protein dan juga menurunkan serapan kalsium (Baskhara, 2008).

##### b. Vitamin B1

Vitamin B1 dan beberapa asam amino metionin, sistein dan sistin mengandung sulfur yang juga terkandung dalam bagian tubuh seperti jaringan ikat, kulit, kuku dan rambut (Winarno, 1992). Vitamin B1 dalam bentuk Koenzim Tiamin Pirofosfat (TPP) atau Trifosfat (TTP) memegang peranan esensial dalam

transformasi energi, konduksi membran saraf serta sintesis pentosa dan bentuk koenzim tereduksi dari niasin (Almatsier, 2010).

## 2.2 Kedelai (*Glycine max*)

### 2.2.1 Taksonomi

Kedelai memiliki beberapa nama lokal, antara lain kacang bulu, gadela, kacang jepun dan kedele. Kedudukan tanaman kedelai dalam sistemik tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut :

Kindom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub-divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledone</i>
Ordo	: <i>Polypetales</i>
Family	: <i>Legumnoseae (Papilionaceae)</i>
Sub-famili	: <i>Papilionaceae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L) merill, sinonim dengan <i>G.Soya</i> (L) <i>Sleb &amp; Zucc.</i> , atau <i>Soya Max</i> atau <i>S. hispida</i> .

(Rukmana dan Yuyun, 2000)

### 2.2.2 Kedelai Lokal

Kedelai lokal sudah lama dibudidayakan di Indonesia dan diantara berbagai jenis telah terjadi penyerbukan silang secara alami. Keunggulan kedelai lokal yang dapat ditanam di luar musim dengan sistem non-tradisional, tumpang sari dan pada lahan yang sulit untuk ditumbuhi tanaman lain, membuat indonesia berpotensi besar untuk meningkatkan dan mengembangkan kedelai lokal. Delapan puluh persen petani menanam varietas kedelai lokal dikarenakan:

- a. Kedelai lokal biasanya berbiji kecil yang disukai petani di beberapa daerah untuk diolah menjadi tempe.
  - b. Varietas lokal biasanya lebih toleran terhadap hama penyakit dan memerlukan lebih sedikit pupuk.
  - c. Sebagian besar petani di Jember menganggap bahwa varietas lokal lebih toleran terhadap kekeringan dan genangan.
- (Bottema, 2007)

### 2.2.3 Keunggulan Kedelai Lokal

Kedelai lokal Indonesia memiliki banyak varietas, antara lain Agromulyo, Burangrang, Bromo, Mahameru, Anjasmoro, Wilis, Kaba, Sinabung dan sebagainya. Jember juga memiliki varietas kedelai lokal yang memiliki banyak keunggulan, antara lain:

- a. Kandungan protein kedelai lokal sangat tinggi, yakni 70%,
  - b. Kandungan isoflavon pada kedelai lokal tidak kalah dengan kedelai impor, yakni 447,5 mg/ 100 g biji,
  - c. Tahan terhadap penyakit dan tumbuh pada tanah yang masam.
- (Mughtar, 2009)



Gambar 2.2 Biji Kedelai Lokal (*Glycine max*) (Sumber : Muchtadi, 2010)

## 2.2.4 Kandungan Kedelai

Tabel 2.2 Kandungan Unsur Gizi Kedelai Lokal (*Glycine max*)

Zat Gizi	Kadar/100 gram bahan	Satuan
Kalori	41,00	Kkal
Air	87,00	g
Protein	3,50	g
a. Isoleusin	47,3	mg
b. Leusin	77,4	mg
c. Lisin	56,9	mg
d. Metionin	11,0	mg
e. Sistin	8,6	mg
f. Fenilalanin	49,4	mg
g. Tiroksin	32,3	mg
h. Treonin	41,3	mg
i. Triptofan	11,5	mg
j. Valin	47,6	mg
Lemak	2,50	g
Karbohidrat	5,00	g
Mineral	4,7	g
a. Kalsium	5,00	g
b. Fosfor	50,60	g
c. Zat Besi	0,70	g
Vitamin	34,07	mg
a. Vitamin A	200	SI
b. Vitamin B1	0,08	mg
c. Vitamin C	2,00	mg

Sumber : Setiadi dan Esti (2000)

Diantara jenis kacang-kacangan, kedelai merupakan sumber protein, vitamin, mineral, lemak dan serat yang paling baik. Selain itu, dalam kedelai terkandung beberapa fosfolipida penting, seperti sepalin, lipositol dan lesitin (Mudjajanto, 2005).

Kandungan kedelai bagi tulang:

#### 1. Protein

Protein berguna untuk pertumbuhan, perbaikan jaringan yang rusak dan penambah imunitas tubuh. Protein pada susu kedelai tersusun oleh sejumlah asam amino, yakni lesitin, arginin, lisin, glisin, niasin, leusin, isoleusin, treonin, triptofan, fenilalanin dan isoflavon. Isoflavon merupakan salah satu jenis flavonoid yang sangat banyak terdapat pada biji kedelai dan amat bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu manfaat isoflavon dalam pertumbuhan adalah melancarkan metabolisme, melancarkan pencernaan dan memperlambat penuaan sel (Efendi, 2008).

Protein kedelai merupakan satu-satunya leguminosa yang mengandung semua asam amino esensial (yang jumlahnya 8-10 buah bila dimasukkan sistein dan tirosin). Kedelai memiliki kekurangan yaitu mengandung sedikit asam amino metionin sehingga olahan kedelai harus digabung dengan bahan lain. Kedelai mengandung asam amino yang penting untuk pembentukan kolagen prolin, glisin dan lisin (Duhe, 2003).

#### 2. Karbohidrat

Kandungan karbohidrat dalam kedelai terdiri dari golongan oligosakarida dan golongan polisakarida, sedangkan kandungan karbohidrat dalam susu kedelai hanya 12-14 persen. Karbohidrat mempunyai fungsi utama sebagai penghasil energi dalam tubuh. Tiap 1 gram karbohidrat yang dikonsumsi akan menghasilkan energi sebesar 4 kkal dan energi hasil proses oksidasi karbohidrat ini digunakan oleh tubuh untuk menjalankan fungsi-fungsinya, seperti bernafas, beraktivitas dan bermetabolisme (Efendi, 2008).

### 3. Lemak

Susu kedelai mengandung 18-32% lemak pada setiap 100 gram kedelai. Fungsi lemak yaitu sebagai cadangan energi dalam bentuk sel lemak, bahan baku hormon dan membantu transport vitamin yang larut lemak (Efendi, 2008).

### 4. Mineral

Mineral yang terkandung dalam susu kedelai antara lain kalsium dan fosfor. Kalsium dan fosfor berperan penting dalam pertumbuhan tulang. Kalsium dan fosfor bermanfaat dalam kalsifikasi tulang, serta membuat tulang menjadi keras dan kaku. Selain itu, fosfor juga berfungsi sebagai esensial untuk pembentukan otot dan membantu dalam metabolisme protein, energi dan lemak (Efendi, 2008).

### 5. Vitamin

Vitamin yang terdapat dalam kedelai antara lain, vitamin A, B1, B2, C dan K. Vitamin A bermanfaat dalam pertumbuhan tulang. Vitamin B1 bermanfaat membantu reaksi tubuh dalam menghasilkan energi. Vitamin B2 bermanfaat dalam pertumbuhan dan pemulihan jaringan. Vitamin K berfungsi sebagai antioksidan (Efendi, 2008).

#### 2.2.5 Susu Kedelai

Susu kedelai adalah sari kedelai yang berasal dari hasil penyaringan dan perasan bubur kedelai berupa cairan berwarna putih (Amrin, 2007). Kandungan protein dalam susu kedelai dipengaruhi oleh varietas kedelai, jumlah air yang ditambahkan, jangka waktu, kondisi penyimpanan serta perlakuan panas. Semakin banyak jumlah air yang digunakan untuk mengencerkan susu maka akan semakin sedikit kadar protein yang diperoleh.

Persyaratan mutu untuk susu yang terpenting adalah kadar protein minimal tiga persen, kadar lemak tiga persen, kandungan total padatan sepuluh persen dan kandungan bakteri maksimum 300 koloni/gram dan tidak mengandung bakteri koli. Beberapa manfaat kedelai adalah sebagai berikut :

- a. Kandungan vitamin B kompleks mencegah terjadinya kurang gizi pada anak.



- b. Fitoestrogen yang merupakan senyawa mirip estrogen ini juga dipercaya mampu menghambat osteoporosis.
- c. Kandungan mineral yang tinggi dalam susu kedelai dapat memenuhi kebutuhan tubuh akan mineral sehingga dapat menjaga kesehatan tubuh.
- d. Meningkatkan metabolisme tubuh.
- e. Membentuk tulang yang kuat.
- f. Mencegah percepatan menopause bagi wanita.

(Koswara, 2006)

### **2.3 Tulang**

Tulang adalah bentuk khusus jaringan ikat yang tersusun oleh kristal-kristal mikroskopik fosfat kalsium, terutama hidroksiapatit di dalam matriks kolagen (Ganong, 1998). Tulang atau jaringan oseosa memiliki bentuk kaku yang membentuk sebagian besar kerangka manusia yang lebih tinggi. Sama dengan jaringan ikat yang lain, tulang terdiri atas sel, serat dan matriks (Eroschenko, 2003). Tulang merupakan jaringan ikat yang berperan menyediakan integritas bagi sistem lokomotor, melindungi organ vital dan sebagai cadangan mineral dalam proses homeostasis. Selain itu, tulang juga berperan sebagai tempat hematopoisis dan berperan sebagai bagian dari sistem imun (Seeman dan Delmas, 2006).

Tulang sebagai suatu jaringan yang terstruktur dengan baik mempunyai fungsi utama yaitu membentuk sistem rangka badan, sebagai tempat melekatnya otot, sebagai bagian dari tubuh untuk melindungi, mempertahankan alat-alat dalam dan sebagai tempat deposit kalsium, fosfor, magnesium dan garam mineral lainnya. Tulang juga ikut serta membantu dalam regulasi komposisi mineral pada tubulus ginjal, khususnya konsentrasi ion kalsium plasma dan cairan ekstraseluler. Selain itu, tulang memiliki fungsi tambahan lainnya yaitu sebagai jaringan homopoetik untuk memproduksi sel-sel darah merah, sel-sel darah putih dan trombosit (Rasjad, 2007). Tulang merupakan kerangka penunjang tubuh terhadap gaya kompresi, gaya tarik

bumi (gravitasi) dan merupakan sistem pengungkit kaku yang menjadi dasar gerakan. Stabilitas struktur dan komposisi tulang ditunjang oleh interaksi yang kompleks antara aktivitas seluler yang diatur oleh sistem hormon (Aswin, 1998).

### 2.3.1 Komposisi Tulang

Tulang merupakan jaringan ikat khusus yang terdiri dari bahan organik (30%), mineral (70%) dan air. Bahan organik mempunyai komposisi : 1) matriks (98%), yang terdiri dari kolagen (95%) dan non-kolagen protein (5%), yaitu osteokalsin, osteonektin, proteoglikan, sikloprotein, protein morfogenik, proteolipid dan fosfoprotein; 2) sel tulang (2%) yaitu osteoblas, osteosit dan osteoklas. Mineral tulang sebagian besar terdiri dari hidroksiapatit (95%) yaitu suatu kristal kalsium fosfat dan sebagian kecil terdiri dari magnesium, sodium, hidroksil, karbonat dan fluor (Rasjad, 2007).

Sebagian besar tulang tersusun oleh matriks kolagen yang mengandung garam-garam mineral dan sel-sel tulang. Matriks tulang terdiri atas kolagen tipe I yang terdapat dalam substansi mukopolisakarida. Terdapat sebagian kecil protein non-kolagen yang berbentuk proteoglikan dan protein spesifik pada tulang yaitu osteonektin yang berfungsi dalam mineralisasi tulang. Selain itu, terdapat juga osteokalsin yaitu protein yang diproduksi oleh osteoblas dan konsentrasinya dapat digunakan untuk mengukur aktivitas osteoblastik tulang (Rasjad, 2007). Matriks yang tidak mengandung mineral disebut osteoid dan terdapat sebagai lapisan tipis yang merupakan tempat pembentukan aktif tulang baru. Sekitar 70% dari osteoid adalah kolagen tipe I yang kaku dan memberikan ketegaran tinggi pada tulang (Price, 1995).

### 2.3.2 Sel-sel tulang

Tulang memiliki beberapa macam sel yang terlibat dalam proses metabolisme, bahkan proses tulang yang dinamis terutama dikontrol oleh empat tipe sel diantaranya sel pelapis *lining cells*, osteoblas, osteoklas dan osteosit. Sel-sel ini yang

bertanggung jawab mempertahankan sifat mekanis tulang dan menjadi mediator fungsi homeostasis mineral tulang. Peran aktifitas osteoblas dan osteoklas pada tulang memberikan keseimbangan pembentukan struktur tulang yang memberikan dukungan mekanis dan perlindungan tubuh terhadap beban (Duhe, 2003).

Osteoblas adalah sel-sel pembentuk tulang yang berasal dari *precursor* sel stroma di sumsum tulang (Ganong, 1998). Sel-sel ini terlihat pada suatu tempat terjadinya pembentukan tulang yang aktif dan bertanggung jawab untuk meletakkan matriks tulang termasuk serabut-serabut kolagen, proteoglikan dan kristal-kristal mineral. Sel osteoblas banyak mengandung alkali fosfatase dan bertanggungjawab atas produksi dan mineralisasi matriks tulang (Junqueira, 2007). Osteoblas memiliki kemampuan dalam sintesis kolagen dan mensekresikan matriks ekstraseluler serta mengontrol mineralisasi dengan cara mensekresi vesikel alkalin phosphatase. Osteoblas juga berperan dalam pembentukan tulang, sintesis, deposisi dan orientasi protein fibrous matriks. Selain itu sel ini penting dalam proses *remodelling* tulang, hasil dari proses ini akan memodifikasi ukuran, kontur dan arsitektur internal tulang melalui proses aposisi dan reposisi tulang. Berdasarkan penelitian *in vitro*, dilaporkan bahwa osteoblas berperan dalam proses resorpsi tulang karena osteoblas mensekresi enzim yang dapat menghilangkan lapisan osteosit superfisial, sehingga memaparkan matriks bermineral untuk diserang osteoklas (Seeman dan Delmas, 2006).

Osteosit merupakan sel-sel bundar yang dikelilingi oleh matriks tulang dan ditemukan pada lakuna tulang (Ganong, 1998). Osteosit terhubung satu sama lain dengan osteoblas dan *lining cells* melalui jaringan sitoplasmik dalam kanal kecil (kanalikuli) diantara lakuna dalam matriks tulang termineralisasi. Hubungan antar osteosit digambarkan sebagai suatu jaringan padat menyerupai lapisan-lapisan yang menjamin hubungan tulang paling erat dalam skala mikron adalah lakuna yang mengandung osteosit. Susunan ini mendukung fungsi osteosit sebagai jaringan yang melindungi integritas tulang dan memberikan kekuatan struktural tulang. Osteosit juga merupakan sel yang peka terhadap deformasi tulang dengan cara memberikan sinyal yang dibutuhkan untuk *remodelling* tulang adaptif terhadap ukuran, bentuk dan

distribusi tulang untuk mengakomodasi beban yang mengenainya. Osteosit dapat mengalami kematian karena apoptosis yaitu pada kondisi kekurangan estrogen seperti pada kondisi terapi kortikosteroid, penambahan usia atau setelah kerusakan tulang (Seeman dan Delmas, 2006).

Sel pelapis atau *lining cells* merupakan sel yang menyisakan sel tidak aktif pada permukaan tulang yang mengalami pembentukan maupun resorpsi tetapi terlibat dalam *remodelling* tulang. Sel pelapis bersama osteosit mengeluarkan faktor lokal yang melawan sel dari darah dan sumsum tulang ke dalam daerah *remodelling*, tempat osteoklastogenesis terjadi (Seeman dan Delmas, 2006).

Osteoklas adalah sel dengan inti banyak yang berasal dari sel monosit dalam sumsum tulang. Osteoklas merupakan mediator utama dalam proses resorpsi tulang (Bajpai, 1991). Selama proses resorpsi tulang, osteoklas memproduksi dan mengeluarkan enzim lisosom, proton hidrogen, radikal bebas dalam celah antar tulang yang akan melarutkan mineral serta mendegradasi matriks tulang (Duhe, 2003). Aktifitas osteoklas dalam proses resorpsi tulang dapat efektif apabila ada kontak langsung dengan matriks tulang termineralisasi dan bergantung pada aktifitas osteoblas. Adanya *remodelling* tulang yang melibatkan osteoklas dan osteoblas ini, maka dapat berperan dalam menentukan kepadatan, ukuran, kontur dan arsitektur tulang yang akhirnya dapat menentukan kekuatan tulang (Seeman dan Delmas, 2006).

### 2.3.3 Kolagen Tulang

Bahan organik dalam matriks tulang adalah kolagen tipe I dan substansi dasar, yang mengandung agregat proteoglikan dan beberapa glikoprotein struktural spesifik. Glikoprotein tulang mungkin bertanggung jawab atas kelancaran kalsifikasi matriks tulang. Jaringan lain yang mengandung kolagen tipe I biasanya tidak mengapur dan tidak mengandung glikoprotein tersebut. Gabungan mineral dengan serat kolagen memberikan sifat keras dan ketahanan pada jaringan tulang (Junqueira, 2007).

Kolagen tipe I dalam matriks tulang terdapat di dalam lamela tulang kortikal dan trabekular. Kolagen ini tersusun konsentris yang akan menghasilkan tempat dalam serabut kolagen untuk nukleasi kristal kalsium apatit dan kemudian tersusun paralel terhadap serabut kolagen. Struktur dan organisasi serabut kolagen membatasi ukuran kristal dan mengontrol orientasinya (Carrin *et al.*, 2005).

#### 2.3.4 Mineral Tulang

Mineral pada tulang berperan dalam menentukan sifat mekanis matriks tulang. Matriks tulang membentuk motif struktural jaringan tulang pada tulang trabekular maupun osteon pada tulang kompak, yang mineralisasi di setiap bagiannya tidak dapat seragam. Mineral tulang merupakan kristal yang tunggal dan disebut hidroksiapatit. Selain mengandung kalsium dan fosfat juga mengandung sitrat, natrium, barium, stronsium, karbonat, fluor, magnesium, kalium dan air (Piliang dan Djojosoebagio, 2006).

Jumlah mineral yang berada dalam cairan plasma, tipe dan aktifitas substitusi berbanding lurus terhadap perubahan waktu, yang menghasilkan maturasi mineral (Fratzl *et al.*, 2004). Kalsium merupakan nutrisi esensial bagi penyusunan struktur tulang dan gigi, sebagai regulator intraseluler, sebagai kofaktor protein dan enzim. Kalsium juga mineral utama yang menyusun mineral tulang pada pembentukan kristal hidroksiapatit. Kalsium memegang peranan penting bagi tulang, yaitu sebagai pensuplai kation bagi pembentukan mineral penyusun tulang. Tulang dalam menjalankan fungsi ini maka kalsium diperoleh melalui *intake* makanan untuk membangun susunan skelet selama pertumbuhan dan mengatur maturitas masa tulang. Magnesium merupakan mineral penting bagi proses metabolisme jaringan diantaranya mensintesis protein dan asam nukleat dan mengaktifkan enzim bagi metabolisme karbohidrat dan asam amino. Selain itu, magnesium membantu absorpsi kalsium, pospor, sodium dan potasium (Piliang dan Djojosoebagio, 2006).

### 2.3.5 Struktur Tulang

Berdasarkan struktur dan morfologi, tulang diklasifikasikan menjadi dua tipe tulang yaitu tulang kortikal dan tulang trabekular. Tulang kortikal adalah tulang kompak dan padat yang menyusun hingga 80% rangka tubuh. Tulang kortikal tersusun atas unit-unit silinder, dimana masing-masing memiliki kanal harvesian ditengah yang mengandung pembuluh darah, pembuluh limfe, saraf yang menyediakan nutrisi bagi tulang kortikal. Sekeliling kanal harvesian terdapat lapisan kolagen yang tersusun konsentris (Laurney *et al.*, 2010).

Tulang trabekular atau tulang spongiosa adalah tipe tulang yang porus dan terletak pada interior tulang kuboid dan tulang pipih yang saling terhubung membentuk material solid (Fratzl *et al.*, 2004). Tulang trabekular berfungsi dalam pengaturan sistem metabolisme tulang karena tulang ini memiliki perbandingan permukaan dan volume yang tinggi. Tulang trabekular juga berperan dalam meningkatkan kekuatan tulang secara umum (Laurney *et al.*, 2010).

## 2.4 Tulang Mandibula

### 2.4.1 Anatomi Tulang Mandibula

Mandibula adalah tulang rahang bawah pada manusia dan berfungsi sebagai tempat menempelnya gigi geligi. Mandibula berhubungan dengan basis kranii dengan adanya *temporo-mandibular joint* dan disangga oleh otot-otot mengunyah. Mandibula terdiri dari korpus berbentuk tapal kuda dan sepasang ramus. Korpus mandibula bertemu dengan ramus masing-masing sisi pada angulus mandibula. Mandibula dipersarafi oleh saraf mandibular, alveolar inferior, pleksus dental inferior dan nervus mentalis. Sistem vaskularisasi pada mandibula dilakukan oleh arteri maksilari interna, arteri alveolar inferior dan arteri mentalis (Bajpai, 1991).

Korpus mandibula pada orang dewasa mempunyai *processus alveolaris* yang ditandai adanya penonjolan di permukaan luar, sedangkan pada orang tua yang giginya telah tanggal *processus alveolaris* mengalami regresi. Bagian depan dari

*corpus mandibulae* terdapat *protuberantia mentale* yang meninggi pada tiap-tiap sisi membentuk *tuberculum mentale*. Bagian permukaan luar di garis vertikal premolar kedua terdapat *foramen mentale*. Bagian posterior korpus mandibula bergabung dengan ramus mandibula membentuk angulus mandibula. Ramus mandibula mempunyai dua processus yaitu *processus coronoideus anterior* yang merupakan insersio otot pengunyahan dan *processus condylaris* bagian posterior yang berhubungan langsung dengan sendi temporo mandibular. Permukaan dalam ramus mandibula terdapat *foramen mandibulae* yang masuk ke dalam *kanalis mandibulae*, sedangkan permukaan korpus mandibula terbagi oleh peninggian yang miring disebut *linea mylohyoidea* (Platzer, 1997).

#### 2.4.2 Gambaran Radiografi Tulang Mandibula

Gambaran radiografi dari *antomical landmark* merupakan struktur normal dan area yang tampak merupakan rangkaian yang rutin. Beberapa struktur selalu tampak pada radiograf tanpa memperhatikan area spesifik mana yang diekspose, seperti gigi geligi sendiri merupakan salah satunya. Terlihat pada lapangan pandang radiograf gigi yang normal mempunyai bagian luar, lapisan opak di sekeliling mahkota. Enamel adalah salah satu jaringan yang paling padat pada tubuh manusia, tepat di bawah enamel adalah dentin yang merupakan lapisan tengah dari gigi yang memanjang dari mahkota sampai akar. Dentin tidak sekeras dan sepadat enamel, walaupun pada gambaran radiografi terlihat radiopak. Bagian akar dari gigi ditutup untuk lapisan yang tipis disebut sementum yang kurang padat, biasanya tidak tampak jelas. Bagian yang paling dalam adalah kanal pulpa yang pada gambaran radiografi tampak radiolusen (Obrien, 1992).

Struktur yang mendukung gigi juga jelas terlihat pada semua gambaran radiografi. Maksila pada *upper arch* dan mandibula pada *lower arch* adalah tulang yang mendukung gigi. *Kortikal bone*, yang tampak dengan lamina dura terlihat radiopak karena strukturnya yang padat. Kemudian tulang yang lainnya kurang padat

komposisinya, mempunyai rongga tulang yang disebut *cancellous bone*. Tulang ini mempunyai struktur *spongy* atau *cancellous*, yang pada gambar radiografi tampak kurang radiopak dibanding tulang kortikal (Obrien, 1992).

Tulang alveolar dari maksila dan mandibula adalah bagian tulang dimana erupsi gigi berasal dan dipertahankan dalam posisinya. Tulang alveolar ini terdiri dari tulang kortikal maupun tulang *cancellous*. Antara bagian akar gigi dan lamina dura ada garis radiolusen yang disebut *space* membran periodontal (Obrien, 1992).

## 2.5 Densitas Tulang Mandibula

Densitas tulang atau kepadatan tulang adalah kandungan mineral tulang pada suatu area tulang dengan satuan bentuk gram persentimeter persegi tulang. Kepadatan tulang bergantung dari jumlah kalsium, fosfor dan mineral yang terkandung dalam tulang. Keadaan apabila asupan kalsium yang tidak memadai maka tulang akan melepaskan kalsium ke dalam darah. Adanya ketidakseimbangan antara jumlah kalsium yang diserap dan jumlah kalsium yang dilepas terus berlanjut dalam jangka waktu lama, maka persediaan kalsium di dalam tulang akan menipis yang mengakibatkan rendahnya massa dan kepadatan tulang (Mursito, 2001).

Suatu radiogram dari tulang akan memperlihatkan bayangan dari elemen-elemen yang mengandung kalsium, sehingga hanya lesi tulang yang menunjukkan perubahan pada densitas tulang yang akan terlihat. Misalnya perubahan pada kontinuitas struktur (seperti pada fraktur), perubahan dalam posisi (seperti pada dislokasi), perubahan dalam bentuk (seperti pada defek pertumbuhan kongenital), berkurangnya densitas (*radiopacity*), yang menunjukkan bahwa kadar kalsium berkurang yang dapat bersifat umum dalam seluruh skelet atau terbatas pada satu tulang (Simon, 1986).

Penurunan densitas mineral tulang (BMD) pada interdental tulang alveolar tidak mengacu pada kehilangan tinggi tulang alveolar tetapi lebih utama pada kehilangan volume tulang *cancellous*. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa



kehilangan tulang tampak jelas pada *cancellous* tulang alveolar yang diberi diet rendah kalsium, dimana kontur kortikal tulang tidak berubah. Penurunan volume tulang yang terjadi pada tulang *cancellous* dapat dilihat dari perbedaan tingkat perubahan tulang. Tulang cancellous terdapat hanya 20% dari massa skeletal tubuh yang bertanggungjawab terhadap 80% perubahan pada tulang, sedangkan tulang kortikal yang besarnya sekitar 80% massa skeletal tubuh hanya bertanggungjawab terhadap 20% perubahan tulang. Hal ini dapat menerangkan mengapa terjadi penurunan massa tulang yang diakibatkan ketidakcukupan atau kekurangan kalsium tampak terutama pada tulang *cancellous* (Shoji, 2000).

## **2.6 Hipotesis**

Pemberian ikan teri (*Stolephorus sp.*) lebih efektif meningkatkan densitas tulang mandibula tikus wistar jantan dibandingkan susu kedelai lokal.

## **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris yaitu penelitian yang memberikan perlakuan pada subyek penelitian, efek perlakuan tersebut dipelajari dan penelitian dilaksanakan di laboratorium. Tujuan utama penelitian ekperimental laboratoris adalah untuk menyelidiki kemungkinan saling berhubungan dengan mengadakan intervensi kepada satu atau lebih kelompok eksperimen, kemudian akibat dari intervensi dibandingkan dengan kelompok yang tidak dikenakan perlakuan (Notoatmodjo, 2005).

### **3.2 Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian *the posttest only control group design* yaitu dengan melakukan observasi setelah perlakuan diberikan (Pratiknya, 2003).

### **3.3. Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **3.3.1 Tempat Penelitian**

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, dan pengukuran densitas tulang mandibula dilakukan di BPFK (Badan Pengamanan Fasilitas Kesehatan) Surabaya.

#### **3.3.2 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2011.

### 3.4 Populasi dan Sampel

#### 3.4.1 Populasi

Populasi penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus L.*) galur Wistar (Prameswari, 2010; Indrawati, 2010; Siregar, 2010).

#### 3.4.2 Sampel

##### a. Pengelompokan Sampel

Pengelompokan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *non random sampling* yaitu menggunakan teknik *purposive sampling* (Tjokronegoro dan Sudarso, 1999).

##### b. Kriteria Sampel

Sampel penelitian ini adalah tikus putih wistar jantan (*Rattus norvegicus L.*) dengan kriteria sebagai berikut:

1. Jenis kelamin jantan (untuk mengurangi variasi fisiologis terutama siklus hormon betina selama siklus estrogen (Mindell, 2008)).
2. Berat badan 100-250 gr.
3. Berusia 2-3 bulan.
4. Keadaan sehat dan tidak ada kelainan (cacat).

(Prameswari, 2010; Hamzah, 2009; Indrawati, 2010).

##### c. Besar Sampel

Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$(n-1)(k-1) \geq 15$$

Keterangan:

n : Jumlah sampel

k : Jumlah kelompok

(Stell dan Torie dalam Hanafiah, 2005)

Dari rumus di atas maka perhitungan sampel dalam penelitian ini adalah:

$$(n-1)(3-1) \geq 15$$

$$(n-1)(2) \geq 15$$

$$2n-2 \geq 15$$

$$n \geq 8$$

Berdasarkan rumus tersebut jumlah sampel minimal setiap kelompok perlakuan dalam penelitian ini adalah 8 ekor tikus. Tetapi untuk mengurangi bias dalam hasil penelitian, maka jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 ekor tiap kelompok perlakuan.

### **3.5 Identifikasi Variabel Penelitian**

#### 3.5.1 Variabel bebas

Sediaan ikan teri dan susu kedelai lokal

#### 3.5.2 Variabel terikat

Densitas tulang mandibula tikus wistar jantan

#### 3.5.3 Variabel Terkendali

- a. Kriteria sampel
- b. Makanan dan minuman tikus
- c. Tempat dan cara pemeliharaan tikus
- d. Pemberian dosis ikan teri dan susu kedelai lokal
- e. Perhitungan berat badan tikus
- f. Prosedur pembuatan sediaan ikan teri dan susu kedelai lokal
- g. Prosedur pengambilan preparat
- h. Prosedur foto rontgen
- i. Prosedur pengukuran densitas tulang

### **3.6 Definisi Operasional Variabel**

#### 3.6.1 Sediaan ikan teri

Sediaan yang berbahan dasar ikan teri dari pelelangan ikan Puger Kabupaten Jember yang ditiriskan, kemudian dihaluskan dan dilarutkan dalam aquades.

#### 3.6.2 Susu Kedelai Lokal

Susu yang dibuat dari kedelai lokal unggul varietas Agromulyo yang dibeli di pasar tradisional Blitar dan diolah dalam mesin penggiling selama  $\pm$  15 menit, yang sebelumnya telah direndam selama 8 jam serta dikelupas kulit arinya.

#### 3.6.3 Pengukuran Densitas Tulang

Menentukan kandungan mineral tulang mandibula pada tikus wistar jantan yang diberi perlakuan dengan pemberian ikan teri dan susu kedelai lokal selama 40 hari, dimana pengukuran densitas tulang menggunakan *densitometry*.

#### 3.6.4 Nilai Densitas Tulang

Nilai yang ditunjukkan dari pengukuran densitas tulang mandibula tikus wistar jantan dengan menggunakan *densitometry*.

### **3.7 Alat dan Bahan Penelitian**

#### 3.7.1 Alat penelitian

##### A. Alat untuk perlakuan hewan uji

1. Kandang yang disekat-sekat, terbuat dari plastik (Lion Star, *Indonesia*)
2. Tempat makan dan minum tikus
3. Timbangan untuk menimbang tikus (neraca Ohaus, *Germany*)
4. Sarung tangan (Sentouch, *Indonesia*) dan masker (One Med, *Indonesia*)
5. Sonde lambung untuk pemberian sediaan ikan teri dan susu kedelai lokal secara per oral.

6. Jarum insulin 30G (Terumo, *Jepang*)
7. Jarum suntik 12cc (One Med, *Indonesia*)
8. Gelas ukur (One Lab, *Indonesia*)
9. Tissue (Multi, *Indonesia*)

B. Alat untuk membuat sediaan ikan teri

1. Mesin penggiling/ blender (Sharp, *Indonesia*)
2. Wadah untuk mencuci ikan teri
3. Oven
4. Penyaring
5. Botol penyimpanan
6. Lap kain

C. Alat untuk membuat susu kedelai lokal

1. Mesin penggiling/ blender (Sharp, *Indonesia*)
2. Wadah untuk merendam kedelai
3. Pengaduk
4. Penyaring
5. Botol untuk menyimpan susu kedelai lokal
6. Lap kain

D. Alat untuk dekaputasi dan pengambilan sampel

1. Toples plastik kedap udara (Lion Star, *Indonesia*)
2. Gunting
3. Gunting bedah (Dentica)
4. Pinset bedah (Medica Stainlees)
5. Skalpel (Meiden Stainless, *Japan*)
6. Mata pisau skalpel (Meiden Stainless, *Japan*)
7. Masker (One Med, *Indonesia*)
8. Sarung tangan (Senstouch, *Indonesia*)

E. Alat untuk mengukur densitas tulang menggunakan *densitometry*

### 3.7.2 Bahan Penelitian

1. Ikan teri yang diperoleh dari pelelangan ikan Puger Kabupaten Jember
2. Kedelai lokal varietas Agromulyo yang diperoleh dari pasar tradisional Blitar
3. Akuades steril (Aditama Raya Farmino, *Indonesia*)
4. Asam pikrat
5. Alkohol
6. Pakan standar tikus (Turbo, *Indonesia*)
7. PBS (*Phosphate Buffer Saline*) dan NaCl 0,9%
8. Eter
9. Sekam padi

## 3.8 Prosedur Penelitian

### 3.8.1 Persiapan Hewan Coba

1. Memilih tikus putih wistar jantan sebanyak 30 ekor.
2. Melakukan penimbangan berat badan tikus dengan neraca Ohaus (berat badan tikus 100-250 gram).
3. Menyiapkan kandang tikus wistar dan mengadaptasi tikus tersebut di dalam kandang dengan ukuran 30 cm x 30 cm dengan jumlah tikus sebanyak 5 ekor dalam satu kandang. Proses adaptasi dilakukan selama 7 hari dan diletakkan di ruang perawatan hewan yang penerangannya diatur 12 jam gelap dan 12 jam terang (Smith & Mangkoewidjojo, 2000).

### 3.8.2 Pembagian Kelompok Perlakuan

Hewan coba yang telah diadaptasikan kemudian dikelompokkan menjadi tiga kelompok perlakuan, yaitu:

1. Kelompok I (10 ekor) merupakan kelompok kontrol yaitu tikus yang tidak diberikan perlakuan.

2. Kelompok II (10 ekor) merupakan kelompok tikus yang diberi perlakuan dengan menggunakan sediaan ikan teri.
3. Kelompok III (10 ekor) merupakan kelompok tikus yang diberi perlakuan dengan menggunakan susu kedelai lokal.

Setelah dilakukan pengelompokan, hewan coba diberi tanda menggunakan asam pikrat untuk membedakan tikus pada masing-masing kelompok.

### 3.8.3 Persiapan Bahan Perlakuan

#### a. Pembuatan Sediaan Ikan Teri

Pembuatan sediaan ikan teri dilakukan dengan cara melarutkan ikan teri yang telah dihaluskan kedalam aquades. Berikut ini langkah-langkah pembuatannya:

1. Menimbang 100 gr ikan teri segar
2. Mencuci ikan teri sampai bersih
3. Ikan teri ditiriskan
4. Menghaluskan ikan teri dengan menggunakan blender
5. Sediaan ikan teri yang telah jadi dimasukkan dalam tempat penyimpanan.

#### b. Pembuatan Susu Kedelai Lokal

Pembuatan susu kedelai dilakukan dengan metode tradisional yang sederhana, tetapi dalam proses pembuatan tetap menjaga mutunya. Berikut ini langkah-langkah pembuatannya:

1. Menimbang 100 kedelai kering
2. Membersihkan kedelai dari segala kotoran dan mencucinya
3. Merendam kedelai yang bersih selama 8 jam
4. Membuang kulit ari kedelai
5. Mencuci kedelai agar bersih dari sisa-sisa kulit ari
6. Memasukkan kedelai ke dalam blender, kemudian menambahkan air hangat sebanyak 100 ml



7. Melakukan penyaringan
8. Susu kedelai yang telah jadi dimasukkan dalam botol.  
(Cahyani, 2007; Indrawati, 2010; Bonytasari, 2011).

#### 3.8.4 Pelaksanaan Penelitian

##### a. Perlakuan Hewan coba

1. Sebanyak 30 ekor tikus dibagi menjadi tiga kelompok
  - i. Kelompok I setiap hari diberi pakan standar tikus yang sudah ditentukan dalam penelitian sebelumnya (Hamzah, 2009; Indrawati, 2010; Bonytasari, 2011) 2x sehari (pagi dan sore) dan minum air PDAM *ad libitum* (Taguchi, *et al.*, 2006).
  - ii. Kelompok II setiap hari diberi pakan standar tikus yang sudah ditentukan dalam penelitian sebelumnya (Hamzah, 2009; Indrawati, 2010; Bonytasari, 2011) 2x sehari (pagi dan sore) dan minum air PDAM *ad libitum* ditambah ikan teri (Taguchi, *et al.*, 2006).
  - iii. Kelompok III setiap hari diberi pakan standar tikus yang sudah ditentukan dalam penelitian sebelumnya (Hamzah, 2009; Indrawati, 2010; Bonytasari, 2011) 2x sehari (pagi dan sore) dan minum air PDAM *ad libitum* ditambah susu kedelai lokal (Taguchi, *et al.*, 2006).
2. Setiap ekor tikus pada masing-masing kelompok dihitung berat badan tikus setiap satu minggu sekali sebagai panduan pemberian dosis ikan teri dan susu kedelai lokal.
3. Masing-masing kelompok diberi perlakuan selama 40 hari, pemberian sediaan ikan teri dan susu kedelai lokal secara peroral dengan sondase lambung.

## 4. Konversi perhitungan dosis ikan teri

Angka kecukupan ikan laut pada manusia = 41,4 gram / hari (Widya Karya Pangan dan Gizi III, 1983)

Manusia = tikus = Konsumsi 2x/hari ( 1 pagi dan sore) (Taguchi, *et.al.*, 2006).

Rata-rata berat badan manusia yang diambil = 70 kg (Katzung, 2006).

Konversi dosis manusia (70 kg) ke tikus (200 gr) = 0,018

$$\begin{aligned} \text{Dosis pada tikus} &= \text{Angka kecukupan ikan laut manusia} \times 0,018 \\ &= 41,4 \text{ gr} \times 0,018 \\ &= 0,7452 \text{ gram} / 200 \text{ gr BB} \end{aligned}$$

$$\frac{0,7452 \text{ gr}}{200 \text{ gr}} = \frac{X}{\text{BB Tikus}}$$

$$X = \frac{0,7452 \text{ gr} \times \text{BB Tikus}}{200 \text{ gr}}$$

$$X = 0,0038 \times \text{BB Tikus}$$

Didapatkan konversi ikan teri yang diberikan tiap perlakuan adalah 0,0038 x BB tikus (Laurence dan Bacharach, 1964).

## 5. Konversi perhitungan dosis susu kedelai lokal

Manusia = tikus = Konsumsi 2x/hari ( 1 pagi dan sore) (Taguchi, *et.al.*, 2006).

Rata-rata berat badan manusia yang diambil = 70 kg (Katzung, 2006).

70 kg = 70.000 gram minum 200 ml (1 gelas)

$$\frac{\text{Berat badan tikus (gram)}}{\text{Berat badan manusia}} = \frac{\text{Dosis pada tikus}}{\text{Konsumsi manusia}}$$

$$\frac{\text{BB tikus}}{70.000 \text{ gram}} = \frac{\text{Dosis pada tikus}}{200 \text{ ml}}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis pada tikus} &= 0,0028571 \text{ ml/gr} \times \text{BB tikus} \\ &= 0,003 \text{ ml/gr} \times \text{BB tikus} \end{aligned}$$

Didapatkan konversi susu kedelai lokal yang diberikan tiap perlakuan adalah 0,003 ml/gr x BB tikus (Keles *et al.*, 2005).

b. Pengambilan sampel

Hewan coba pada seluruh kelompok perlakuan di dekaputasi menggunakan eter yang diteteskan pada lembaran kapas yang kemudian dimasukkan kedalam toples kedap udara. Setelah kapas mengandung eter dimasukkan ke dalam toples, kemudian tikus dimasukkan dan ditunggu beberapa menit hingga tanda vital pada tikus tidak terdeteksi (denyut jantung dan pernafasan). Apabila tikus telah mati, maka dilakukan pembedahan secara hati-hati untuk mengambil sampel tulang mandibula.

c. Pengawetan Sampel

Sebelum pengukuran densitas tulang mandibula dilakukan, terlebih dahulu sampel dimasukkan kedalam larutan Formalin 10%.

d. Pengeringan Sampel

Sebelum dilakukan pengukuran sampel dikeringkan dengan cara diangin-anginkan atau dibiarkan pada suhu ruang selama  $\pm 2$  jam.

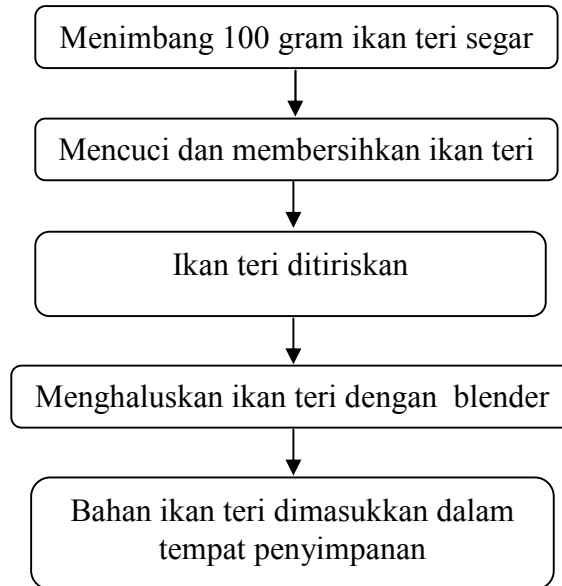
e. Pengukuran Sampel

Setelah sampel dikeringkan dilakukan pengambilan gambar radiografi dari sampel tulang mandibula tikus wistar jantan. Sampel tulang mandibula dironsen menggunakan foto thoraks (FCR) dengan arah bukolingual, dimana titik pengukuran densitas tulang mandibula terletak pada daerah 1 mm dari *foramen mentale* menggunakan bantuan kertas *mili block* (lampiran C.8). Kemudian dilakukan uji densitas mandibula menggunakan *densitometry*.

### 3.9 Analisis Statistik

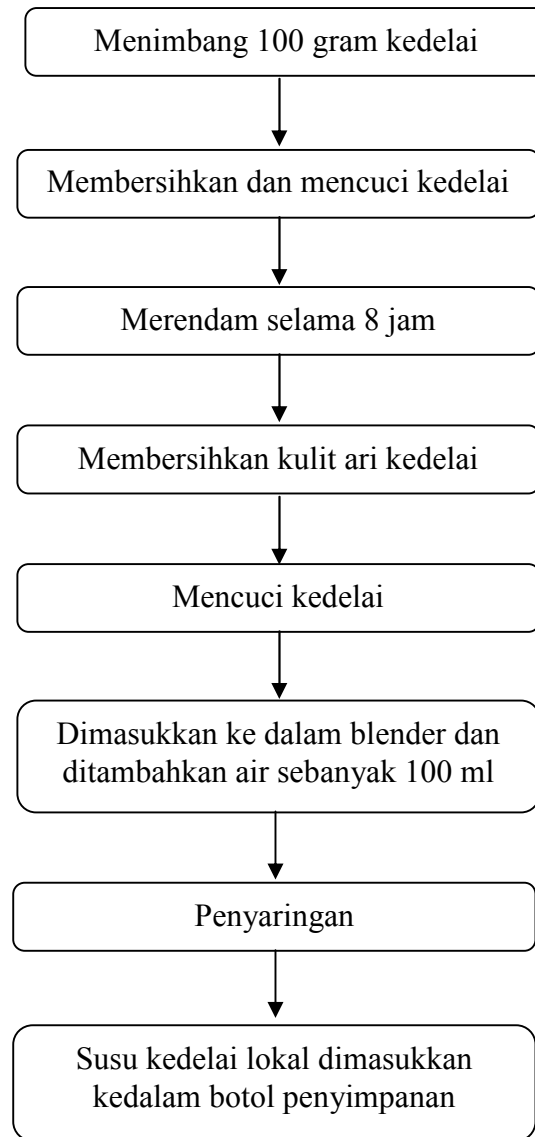
Dari hasil penelitian kemudian data ditabulasi dan diuji normalitasnya dengan uji *Kormogrov-Smirnov* dan diuji homogenitasnya dengan uji Levene. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan uji parametrik *One Way ANOVA* dengan tingkat kemaknaan 95% ( $p < 0,05$ ), selanjutnya apabila uji *One Way ANOVA* memberi hasil yang bermakna, perlu dilakukan uji beda HSD.

### 3.10 Diagram Pembuatan Sediaan Ikan Teri



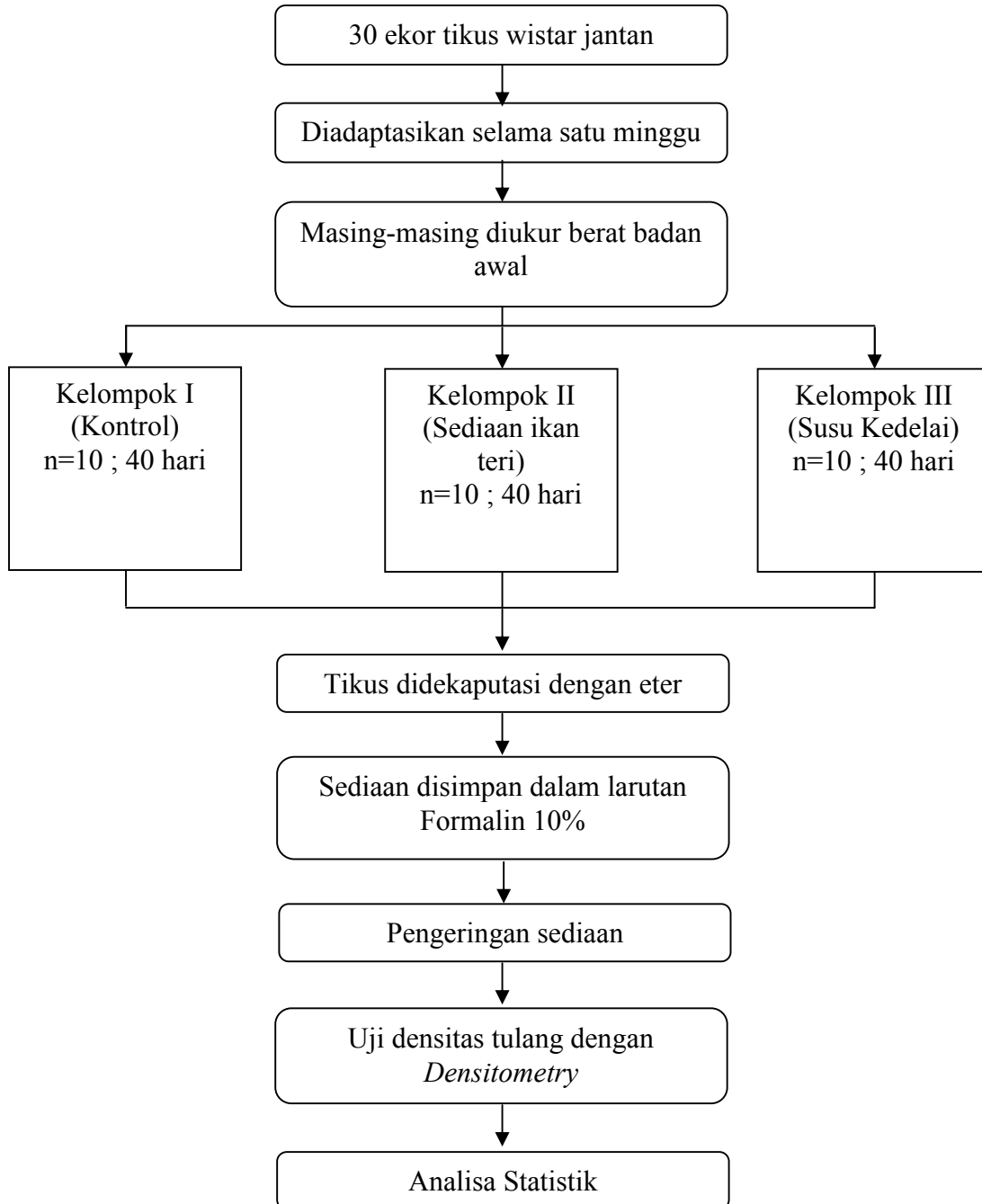
Gambar 3.1 Diagram Alur Pembuatan Sediaan Ikan Teri

### 3.11 Diagram Pembuatan Susu Kedelai Lokal



Gambar 3.2 Diagram Alur Pembuatan Susu Kedelai Lokal

### 3.12 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.3 Alur Penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian dan Analisis Data

#### 4.1.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh nilai rata-rata absorpsi sinar-X tulang mandibula tikus wistar jantan dari ketiga kelompok perlakuan yang ditunjukkan pada tabel 4.1. Berdasarkan tabel 4.1 didapatkan nilai rata-rata absorpsi sinar-X tulang mandibula tikus wistar jantan terendah sampai tertinggi yaitu kelompok kontrol, susu kedelai lokal dan ikan teri.

Tabel 4.1 Hasil perhitungan rerata nilai absorpsi sinar-X tulang mandibula tikus wistar jantan pada kelompok kontrol, kelompok ikan teri dan kelompok susu kedelai lokal selama 40 hari

Kelompok Tikus	Jumlah Sampel	Absorpsi sinar-X (Rerata $\pm$ SD)
K	10	1.02 $\pm$ 0.11
P <sub>1</sub>	10	0.59 $\pm$ 0.076
P <sub>2</sub>	10	0.63 $\pm$ 0.072

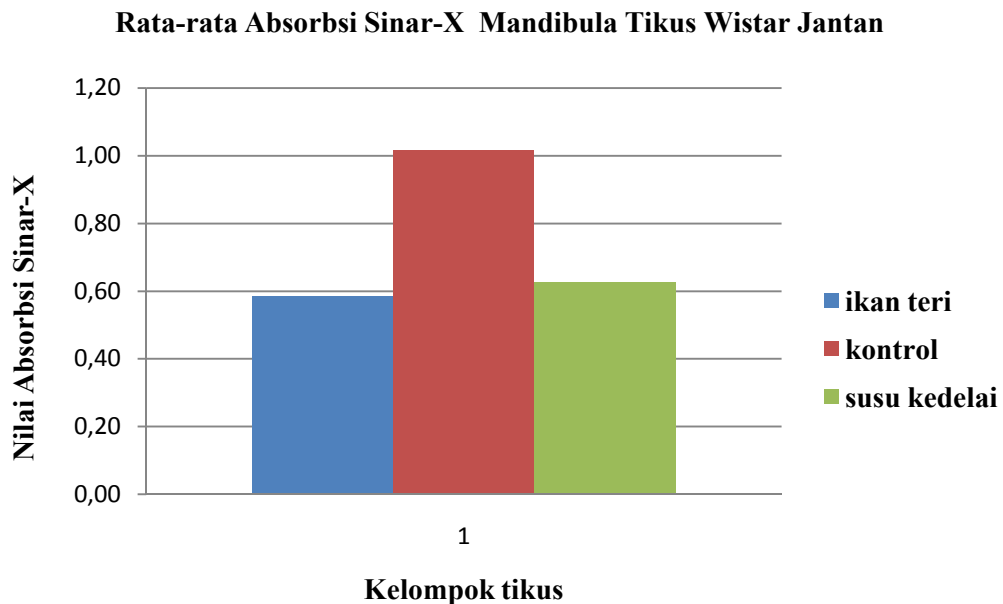
Keterangan :

- K (Kelompok Kontrol)
- P<sub>1</sub> (Kelompok Ikan Teri)
- P<sub>2</sub> (Kelompok Susu Kedelai Lokal)

Hasil penelitian yang tersaji dalam tabel 4.1 menunjukkan bahwa dari ketiga kelompok tersebut terdapat perbedaan nilai densitas tulang. Kelompok yang mempunyai nilai rata-rata densitas paling rendah dibandingkan dengan kelompok lain adalah kelompok kontrol, yaitu dengan rata-rata absorpsi sinar-X sebesar 1,02 dan kelompok yang mempunyai nilai rata-rata densitas tulang yang paling tinggi dibandingkan dengan kelompok lain adalah kelompok ikan teri, yaitu dengan rata-rata absorpsi sinar-X sebesar 0,59. Nilai rata-rata densitas pada kelompok susu kedelai lokal berada di antara nilai terendah dan tertinggi, dengan rata-rata absorpsi sinar-X

sebesar 0,63. Diagram rata-rata absorpsi sinar-X tulang mandibula tikus wistar jantan dapat dilihat pada gambar 4.1.

Pengukuran densitas tulang mandibula pada penelitian ini menggunakan densitometer. Nilai pada layar densitometer merupakan nilai absorpsi sinar-X tulang mandibula, dimana besar kecilnya absorpsi sinar-X menunjukkan nilai *Optical Density* (OD) pada tulang mandibula tikus wistar jantan. Semakin kecil nilai yang terlihat pada layar densitometer menunjukkan nilai densitas mandibula semakin besar, sebab semakin kecil nilai pada densitometer menunjukkan sinar-X yang ditangkap pada saat dilakukan foto rontgen tulang mandibula tikus wistar jantan semakin sedikit. Sebaliknya, semakin besar nilai yang terlihat pada layar densitometer menunjukkan nilai densitas mandibula semakin kecil, sebab semakin besar nilai pada densitometer menunjukkan banyak sinar-X yang ditangkap pada saat dilakukan foto rontgen tulang mandibula tikus wistar jantan semakin banyak.



Gambar 4.1 Diagram nilai rata-rata densitas mandibula tikus wistar jantan pada kelompok kontrol, kelompok ikan teri dan kelompok susu kedelai lokal selama 40 hari.



#### 4.1.2 Hasil Analisis Data

Sebelum dilakukan uji statistik *One Way ANOVA* yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan nilai densitas tulang mandibula tikus wistar jantan akibat perlakuan kontrol, ikan teri dan susu kedelai lokal secara bersamaan selama 40 hari, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas serta homogenitas terhadap data hasil penelitian. Uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*, sedangkan uji homogenitas menggunakan uji *Levene-Statistic test*.

Hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov-Smirnov*  $\alpha=0,05$  pada densitas tulang mandibula tikus wistar jantan menunjukkan probabilitas nilai p kelompok kontrol 0,710, nilai p kelompok ikan teri 0,420 dan nilai p kelompok susu kedelai lokal 0,748 (lampiran B.1). Ketiga nilai  $p>0,05$  yang memiliki arti bahwa semua data terdistribusi normal atau simetris.

Setelah diketahui data terdistribusi normal, kemudian dilakukan uji homogenitas varian menggunakan uji *Levene-Statistic test*. Hasil uji homogenitas dengan uji *Levene-Statistic test*  $\alpha=0,05$  pada densitas tulang mandibula tikus wistar jantan menunjukkan nilai hitung  $p=0,792$  (lampiran B.2). Nilai  $p>0,05$  yang memiliki arti ketiga kelompok perlakuan yaitu kelompok kontrol, ikan teri dan susu kedelai lokal memiliki variansi yang homogen.

Setelah terbukti bahwa data densitas tulang mandibula tikus wistar jantan terdistribusi normal dan memiliki variansi yang homogen, maka untuk membuktikan asumsi adanya perbedaan terhadap ketiga kelompok sampel maka dapat dilanjutkan dengan menggunakan uji *One Way ANOVA* dengan tingkat kepercayaan 95% ( $p<0,05$ ). Hasil analisis *One Way ANOVA* ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil uji *One Way ANOVA* terhadap rerata nilai densitas tulang mandibula tikus wistar jantan pada kelompok kontrol, kelompok ikan teri dan kelompok susu kedelai lokal selama 40 hari

	df	F	Sig.
Antar Perlakuan	2	67.029	0.000*
Dalam Perlakuan	27		
Jumlah	29		

Keterangan: \* : berbeda signifikan ( $P < 0,05$ )

Hasil uji *One Way ANOVA* pada densitas tulang mandibula tikus wistar jantan menunjukkan nilai probabilitas sebesar 0,000. Angka probabilitas yang lebih kecil daripada 0,05 ( $p < 0,05$ ) mempunyai arti adanya perbedaan signifikan terhadap densitas tulang mandibula tikus wistar jantan pada perlakuan kontrol, ikan teri dan susu kedelai lokal.

Selanjutnya, untuk lebih menegaskan hasil uji *One Way ANOVA* dan mengetahui kelompok apa saja yang menunjukkan hasil yang signifikan dilakukan uji beda *Tukey HSD* dengan tingkat kepercayaan 95% dan hasilnya ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Signifikansi uji beda *Tukey HSD* terhadap rerata nilai densitas tulang mandibula tikus wistar jantan pada kelompok kontrol, kelompok ikan teri dan kelompok susu kedelai lokal selama 40 hari

Perlakuan	K	P1	P2
K	-	0.000*	0.000*
P1	0.000*	-	0.599
P2	0.000*	0.599	-

Keterangan: \* : berbeda signifikan ( $p < 0,05$ )

K : Kelompok kontrol

P1 : Kelompok ikan teri

P2 : Kelompok susu kedelai lokal

Hasil dari uji *Tukey HSD* menunjukkan nilai probabilitas antar kelompok perlakuan kurang dari 0,05 ( $p < 0,05$ ) artinya terdapat perbedaan signifikan rerata nilai densitas tulang mandibula tikus wistar jantan. Akan tetapi, antara kelompok perlakuan ikan teri dan susu kedelai lokal menunjukkan nilai probabilitas sebesar

0,599 ( $p > 0,05$ ) artinya tidak terdapat perbedaan signifikan dari rerata nilai densitas tulang mandibula tikus wistar jantan pada kedua kelompok perlakuan tersebut.

#### 4.2 Pembahasan

Densitas tulang yang disebut juga kepadatan tulang merupakan jumlah mineral pembentuk tulang pada suatu area tulang. Besar kepadatan tulang sangat bergantung dari jumlah asupan mineral salah satunya kalsium. Apabila densitas tulang menurun, maka tulang menjadi mudah lemah dan tidak mampu menahan tekanan sehingga mudah mengalami patah tulang (Mursito, 2001).

Pengukuran densitas tulang mandibula pada penelitian ini menggunakan alat densitometer, dimana alat ini memiliki cara kerja yaitu dengan mengukur besar kecilnya sinar-X yang ditangkap saat dilakukan foto rontgen dan besar kecilnya absorpsi sinar-X menunjukkan nilai *Optical Density* (OD) pada tulang mandibula tikus wistar jantan. Foto rontgen yang digunakan dalam penelitian ini adalah foto thoraks (FCR) dengan arah bukolingual. Titik pengukuran densitas tulang mandibula dari 30 sampel penelitian ditentukan pada daerah 1 mm dari *foramen mentale* pada foto rontgen. Penentuan titik pengukuran densitas tulang mandibula pada foto rontgen, dilakukan dengan menggunakan bantuan kertas *mili block*. Hal ini dilakukan untuk mempermudah penentuan daerah 1 mm dari *foramen mentale*. Penggunaan foto rontgen thoraks (FCR) dengan arah bukolingual dan adanya penentuan titik pengukuran densitas tulang mandibula dilakukan untuk mendapatkan pengukuran yang sama dari 30 sampel yang digunakan. Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat perbedaan densitas tulang mandibula tikus wistar jantan pada dua pasang kelompok dengan nilai  $p(\text{sig.}) = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), yaitu antara kelompok kontrol dengan ikan teri dan antara kelompok kontrol dengan susu kedelai lokal.

Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap densitas tulang mandibula tikus wistar jantan, menunjukkan nilai rata-rata densitas tulang untuk kelompok kontrol (K) memiliki nilai rata-rata densitas tulang mandibula terendah dibandingkan

dengan kelompok perlakuan ikan teri dan susu kedelai lokal. Rata-rata nilai densitas tulang mandibula tertinggi diperoleh dari (P<sub>1</sub>) yaitu kelompok perlakuan dengan ikan teri. Kelompok (P<sub>2</sub>) yaitu kelompok dengan perlakuan susu kedelai lokal memiliki rata-rata nilai densitas tulang mandibula diantara nilai terendah dan tertinggi.

Tulang mandibula pada kelompok kontrol dimungkinkan tidak terjadi peningkatan pertumbuhan tulang sebab proses *remodelling* hanya terjadi secara fisiologis saja, hal ini dikarenakan pada kelompok kontrol tidak diberikan nutrisi tambahan. Oleh karena itu, nilai rata-rata densitas tulang mandibula tikus wistar jantan pada kelompok kontrol paling rendah dibandingkan dengan kelompok perlakuan ikan teri dan susu kedelai lokal.

Analisis secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna antara kelompok ikan teri dan kelompok susu kedelai lokal. Peristiwa ini diduga karena adanya faktor variasi dari setiap tikus. Variasi yang terjadi antara lain perbedaan resapan bahan maupun kecepatan metabolisme yang dapat mempengaruhi hasil percobaan (Gad, 2007).

Nilai rata-rata densitas tulang mandibula tikus wistar jantan untuk kelompok perlakuan ikan teri secara nyata memiliki nilai yang lebih tinggi daripada kelompok kontrol dan kelompok susu kedelai lokal. Hal ini terjadi karena kandungan nutrisi dari ikan teri yang diperlukan untuk metabolisme tulang lebih banyak dibandingkan susu kedelai lokal, seperti protein dan bermacam mineral pembentuk tulang. Faktor lain yang diduga menjadi penyebabnya yaitu kandungan yang terdapat pada ikan teri dapat membantu metabolisme tulang mandibula tikus wistar jantan, sehingga densitas tulang mandibula tikus wistar jantan menjadi lebih tinggi bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (Gad, 2007).

Nutrisi utama yang memiliki peranan penting dalam pembentukan densitas tulang adalah kalsium dan fosfor, karena mineral ini merupakan unsur pembentuk utama dari kristal hidroksiapatit ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) tulang. Kristal hidroksiapatit merupakan salah satu unsur bagian yang penting dalam densitas tulang. Kristal ini bekerjasama dengan sel-sel tulang dan protein yang terdapat dalam tulang untuk

menjadikan densitas tulang semakin tinggi. Peningkatan asupan kalsium dan mineral lainnya dapat meningkatkan ketebalan tulang bila disertai dengan faktor seluler dan nutrisi yang tepat, ditandai dengan adanya peningkatan jumlah osteoblas, penurunan jumlah osteoklas dan pembentukan serat kolagen (Fratzl *et al.*, 2004).

Kalsium yang terdapat dalam ikan teri dan susu kedelai lokal dapat meningkatkan konsentrasi kalsium ekstraseluler, sehingga dapat memicu proliferasi dan mobilisasi dari osteoblas sebagai sel pembentuk tulang. Osteoblas mensekresi sebuah enzim alkaline fosfatase yang dapat secara aktif mengendapkan matriks tulang. Enzim ini juga dapat meningkatkan konsentrasi lokal fosfat anorganik dengan pemecahan ion pirofosfat menjadi ion ortofosfat sehingga konsentrasi fosfat anorganik akan mengalami peningkatan. Enzim ini dapat menyebabkan kondisi lingkungan pada jaringan osteoid menjadi basa, sehingga kalsium dan fosfat akan lebih mudah mengalami pengendapan pada matriks tulang (Fawcett, 2002). Pengendapan ion kalsium dan fosfat pada matriks tulang yang dibentuk oleh osteoblas akan diubah menjadi senyawa amorf kalsium fosfat, yang selanjutnya bahan inilah yang akan diubah menjadi kristal hidroksiapatit. Meningkatnya pembentukan kristal hidroksiapatit ini akan menyebabkan terjadinya peningkatan densitas tulang (Burr, 2001).

Peningkatan densitas tulang lebih banyak terjadi pada tulang kortikal, karena sebagian besar mineral kalsium dan fosfor tersimpan dalam tulang kortikal. Kebutuhan kalsium dan fosfor dalam penelitian ini didapatkan dari ikan teri dan susu kedelai lokal. Kebutuhan kalsium yang dapat terpenuhi dengan baik maka dapat mencegah penurunan massa tulang, karena kekurangan kalsium dalam plasma dapat merangsang hormon paratiroid untuk membongkar simpanan kalsium dalam tulang. Oleh karena itu, massa tulang yang tetap terjaga dapat membuat spesimen kelompok perlakuan ini tidak mudah fraktur dan lebih kuat (Burr, 2001).

Keseimbangan asupan fosfor dengan kalsium dapat mempengaruhi proses metabolisme tulang. Konsentrasi fosfor yang tidak seimbang dengan kalsium dalam plasma tubuh dapat menyebabkan terjadinya kondisi hipokalsemia ataupun

hiperkalsemia. Apabila asupan makanan banyak mengandung fosfor, konsentrasi fosfor serum akan meningkat dan menurunkan kalsium serum disebut dengan hipokalsemia. Menurunnya kalsium plasma akan menurunkan proses metabolisme tulang. Konsentrasi kalsium dan fosfor dalam tubuh berada dibawah kendali hormon paratiroid dan kalsitonin (Guyton dan Hall, 2007).

Kandungan utama ikan teri dan susu kedelai lokal adalah mineral, tetapi banyak kandungan penting lainnya salah satunya adalah protein. Kandungan protein yang terdapat dalam ikan teri dan susu kedelai lokal juga dapat meningkatkan densitas tulang. Protein yang terdapat didalamnya banyak mengandung asam amino lisin dan arginin. Asam amino lisin memiliki peran dalam pembentukan serat kolagen, yang dipengaruhi oleh enzim lisil hidrosilase dan lisil oksidase. Asam amino arginin juga memiliki peranan sebagai salah satu komponen penyusun hormon insulin dan glukogen. Semakin tinggi asupan protein, maka sekresi hormon ini akan mengalami peningkatan. Peningkatan hormon ini menyebabkan kadar glukosa dalam darah akan berkurang karena sebagian diubah menjadi energi yang juga membantu mempercepat proses metabolisme tulang (Murray *et al.*, 2003).

Susu kedelai lokal banyak mengandung nutrisi yang penting dalam meningkatkan densitas tulang, salah satunya adalah isoflavon. Isoflavon sebagai suatu senyawa fitoestrogen, yaitu struktur kimianya mirip dengan hormon estrogen juga merupakan unsur penting yang terdapat dalam susu kedelai. Hormon estrogen berperan untuk meningkatkan aliran nutrisi dan kalsium dalam tulang dengan cara menstimulasi aktivitas osteoblas. Hormon estrogen ini sangat berperan dalam pembentukan tulang, *remodelling* tulang yang mempertahankan keseimbangan kerja formasi tulang (osteoblas) dan penyerapan tulang (osteoklas) dengan beberapa mekanisme diantaranya mendorong apoptosis, aktivasi protein tyrosin fosfatase, melepaskan alkali fosfatase dan penghambatan *cytokine* sehingga proses resorpsi tulang terhambat. Isoflavon dalam susu kedelai mampu merangsang *Insulin-Like Growth Factor-I* (IGF-I), yang memiliki efek untuk meningkatkan aktivitas osteoblastik pada proses metabolisme tulang. Peran isoflavon juga mampu

menurunkan aktivitas osteoklas melalui penghambatan *Linoleic Acid* menjadi *Arachidonic Acid*, yang selanjutnya menurunkan produksi *E series prostaglandins*. Menurunnya *E series prostaglandins* mampu menekan aktivitas dari osteoklas (Wardhiana, 2007).

Hal inilah yang diduga menyebabkan nilai densitas tulang mandibula antara kelompok ikan teri ( $P_1$ ) dan kelompok susu kedelai lokal ( $P_2$ ) tidak berbeda secara nyata. Kandungan isoflavon pada susu kedelai lokal mampu meningkatkan jumlah osteoblas dan menghambat kerja osteoklas, dengan demikian densitas tulang mandibula akan meningkat juga. Kandungan gizi dalam ikan teri dan susu kedelai lokal mampu meningkatkan densitas tulang, hal ini terbukti dalam penelitian ini pada kelompok ikan teri dan susu kedelai lokal memiliki nilai rata-rata densitas tulang mandibula yang baik dibandingkan kontrol.

## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pemberian ikan teri (*Stolephorus sp.*) lebih efektif meningkatkan densitas tulang mandibula tikus wistar jantan dibandingkan susu kedelai lokal.

### **5.2 Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh pemberian ikan teri pada tulang lain, yang ditinjau dari segi kepadatan tulang dan sifat tulang lainnya.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang jumlah dan macam kandungan gizi secara spesifik pada ikan teri Puger dan kedelai lokal varietas Agromulyo.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang efek konsumsi ikan teri dan susu kedelai lokal untuk jangka waktu yang panjang.
4. Perlu dilakukan perbandingan densitas tulang mandibula menggunakan ikan teri kering dan metode pengukuran yang lain.



## DAFTAR BACAAN

### Buku

- Alan, R., Gaby, MD. 2005. *Osteoporosis: Natural Solutions*. Vitality Magazine. Kanada: The Wire Inc.
- Almatsier, Sunita . 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Almatsier, Sunita . 2010. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Amrin, T. 2007. *Susu kedelai*. Jakarta : Penebar Swadana
- Aswin, S. 1998. *Pengantar Anatomi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada
- Bajpai, R. 1991. *Osteologi Tubuh Manusia*. Jakarta: Binarupa Aksara
- Banks, P. 1992. *Fraktur Sepertiga Tengah Skeleton Fasial*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Baskhara, A.W. 2008. *Keajaiban Susu Kedelai Disertai Cara Pembuatannya*. Yogyakarta: Kreasi Wacana
- Cahyani, 2007. *Kedelai Khasiat dan Teknologi*. Jakarta: Bumi Aksara
- Eroschenko, VP. 2003. *Di Fiore Atlas of Histology with Functional Correlations*. Disadur Jan Tambanyong. Atlas Histologi di Fiore dengan Korelasi Fungsional. Edisi 9. Jakarta: EGC.
- Fawcett, Don. W. 2002. *Buku Ajar Histologi Edisi 12*. Jakarta : EGC
- Gad, S.C. 2007. *Animal Models in Toxicology Second Edition*. USA. CRC Press Taylor & Francis Group
- Ganong, W.F. 1998. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 22*. Terjemahan Widjayakusumadari. Jakarta: EGC
- Guyton, Arthur C, John E. Hall., 2007. *Fisiologi kedokteran*. Ed.11. Jakarta: EGC

- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengelolaan Hasil Perikanan Jilid I*. Yogyakarta: Liberty
- Hanafiah, K.A. 2005. *Rancangan Percobaan Aplikatif*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Rusadi
- Handajani, H., & Wahyu, W. 2010. *Nutrisi Ikan*. Malang: UMM Press.
- Javier, M.R. 2010. *Osteoporosis*. Yogyakarta: Multisolusindo
- Junqueira, LC., Carneiro, J. 2007. *Basic Histology: Text and Atlas. Disadur Jan Tambajong. Histologi Dasar: Teks dan Atlas. Edisi 10*. Jakarta: EGC
- Katzung B. G. 2006. *Basic and Clinical Pharmacology*. San Fransisco: Mc Graw Hill
- Koswara, Sutrisno. 1992. *Susu Kedelai*. Yogyakarta : Kanisius
- Koswara, Sutrisno. 2006. *Isoflavon, Senyawa multi-Manfaat dalam Kedelai*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Majeed, M., Prakash, L., 2009. *Soy Isoflavone*. USA; Sabinsa Corporation [diakses 23 Februari 2011]
- Martini, Frederic. 2008. *Fundamentals of Anatomy & Physiology Seventh Edition*. San Francisco: Pearson
- Mindell, E. 2008. *Terapi Kedelai bagi Kesehatan*. Jakarta: Pustaka Delapratasa
- Muchtadi, Deddy. 2010. *Kedelai Komponen Untuk Kesehatan*. Jakarta: Alfabeta
- Mudjajanto dan Fauzi. 2005. *Susu Kedelai, Susu Nabati yang Menyehatkan*. Jakarta: Agromedia
- Mursito, Bambang.2001. *Sehat di Usia Lanjut dengan Ramuan Tradisional*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Notoatmodjo, S. 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Edisi Revisi. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Obrien, RC. 1982. *Dental Radiography:an Introduction for Dental Hygienists an Assistant*. Canada: WB Saunders Company

- Oey kam Nio, 1992. Daftar *Analisis Bahan Makanan*. Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia
- Piliang, Wiranda G. 2006. *Fisiologi Nutrisi*. Volume I. Bogor: IPB Press
- Platzer, W. 1997. *Atlas Bewarna dan Teks Anatomi Manusia : Sistem Lokomotor*. Jakarta: Hipokrates
- Pratiknya, A. W. 2003. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta: PT. Radja Grafindo Persada
- Prawirohardjo, S. 1999. *Ilmu Kandungan Edisi 2*. Jakarta : Yayasan Bina Pustaka Sarwono Prawirohardjo.
- Price, SA, et al. 1995. *Patofisiologi Konsep Klinis Proses-proses Penyakit*. Jakarta: EGC
- Rasjad, C. 2003. *Pengantar Ilmu Bedah Ortopedi. Edisi 2*. Makasar: Bintang Lamumpatue
- Rasjad, C. 2007. *Pengantar Ilmu Bedah Ortopedi. Edisi 3*. Jakarta: Yarsif Watampone
- Rhoades, Rodney. 1996. *Human Physiology Third Edition*. Philadelphia: Saunders College Publishing
- Rukmana, R. & Yuyun Y. 2000. *Kedelai dan Budidaya Pasca Panen*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian UGM
- Simon, G. 1986. *Diagnostik Rontgen untuk Mahasiswa Klinik dan Dokter Umum ed kedua*. Jakarta: Erlangga
- Siregar, P. R. 2010. *Kecepatan pertumbuhan Panjang dan Berat Badan dengan Diet Susu Kedelai Madu Lokal Berbagai Rasio pada Tikus Wistar*. Jember: FKG Universitas Jember
- Smith, John B., dan Mangkoewidjojo. 2000. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di daerah Tropis*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Steel, R. G. D dan Torrie, J. H. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika* Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama

Suyedi, Risfan. 2001. *Sumber Daya Ikan Pelagis*. Bogor: IPB

Tjokonegoro dan Sudarso, S. 1999. *Metode Penelitian Bidang Kedokteran*. Cetakan Ketiga. Jakarta: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

Wootton, R.J. 1992. *Fish Ecology*. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 212pp.

Yatim, F. 2003. *Osteoporosis: Penyakit Kerapuhan Tulang pada Manula*. Jakarta: Pustaka Populer Obor

### **Terbitan Berkala**

Balitbang Perikanan. 1994. *Pedoman Teknis Perencanaan Pemanfaatan dan Pengelolaan Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil dan Perikanannya*. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan. No. PHP/KAN/PT.27/1994. 109 hlm.

Burr, D.B. 2002. *Bone Material Properties and Mineral Matriks Contributions to Fracture Risk or Age in Women and Men*. J. Musculoskel Neuron Interact, 2(3) : 201-204 [diakses 23 Februari 2011]

Carrin, S. V., Garnero, P., Delmas, P.D. 2005. *The Role of Collagen in Bone Strength*. J. Osteoporosis. Int., 17:319-336 [diakses 10 Maret 2011]

Csirke, J. 1988. *Small Shoalading Fish Stocks*. In J.A Gulland, ed. *Fish Population Dyamic, 2nd John Willy and Sons*, Chechester. 271-302.

De Bruin, G.H.P., B.C. Russel, and A. Bogusch. 1994. The Marine Fishery Resources of Sri Lanka. *FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purpose*. Rome. M- 43. ISBN 92-5-103293, 400 pp.

Duhe, S.A. 2003. *Swimming Versus Voluntary Running Exercise on Bone Health In Ovariectomized Retired Breeder Rats*. A thesis. B.S. Lousiana State University: 1-40 [diakses 10 Maret 2011]

Fratzl, P., Gupta, H.S., Paschalis E.P., Roschger, P., *Structure and Mechanical Quality of Collagen-mineral-Nano Composite in Bone*. J. Mater. Chem. 14:2115-2123 [diakses 14 Maret 2011]

Garna, AE., Kris-Etherton, PM., Hilpert, KF., Zhao, G., West, SG., Corwin, RL. 2005. *An Increase in Dietary n-3 Fatty Acids Decreases a Marker of Bone Resorption in Humans*. Nutrition Journal. 6(2): 1-8.

- Gunawan, Harun A. 2003. *Pengaruh Aplikasi Substrat Ikan Teri pada Permukaan Email Terhadap Remineralisasi Email*. JKGUI 10: 127-131
- Hamzah, Z. 2008. *Pengaruh Susu Kedelai Lokal dan Edamame Pada Kecepatan Pertumbuhan Rahang*. Jember: Universitas Jember
- Hamzah, Z. 2009. *Analisis Konsumsi Susu Kedelai-Madu Lokal Sebagai Pemacu Regenerasi Jaringan Rongga Mulut*. Jember: Universitas Jember
- Joelijanto, R. 2007. *Pengaruh Ovariectomi terhadap Jaringan Periodontal Tikus Strain Wistar*. Stomatognatic (JKG Unej). 4 (2): 46-51.
- Keles, Acikgoz, Ayas, Sakallioglu dan Firatli. 2005. *Determination of Systematically and Locally Induced Periodontal Defect in Rats*. Indian J Med Res 121, March 2005, pp 176-184 [9 Februari 2011]
- Kusdhani, L., Mulyono, G., Baskara, ES., Oemardi, M., Budi, WR. 2000. *Kualitas Tulang Mandibula pada Wanita Pasca Menopause*. Indonesian Journal of Dentistry. 7 (Edisi Khusus KPPIKG XII): 673-8.
- Kusdhani, L, dkk. 2004. *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Densitas Tulang Mandibula pada Perempuan Pasca Menopause*. JKUI.11(1): 8-12
- Keenleyside, M.H.A. 1979. Zoophysiology. Volume 11: *Diversity and Adaptation in Fish Behaviour*. ISBN 3-540-09587-X Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York 208 pp
- Laurney, M.E., Buehler, M.J., Ritchie, R.O. 2010. *On The Mechanistic Origins of Toughness in Bone*, J. Annu. Rev. Mater. Res, Februari 40: 24-54. [www.arjournal.annualreviews.org](http://www.arjournal.annualreviews.org) [diakses 14 Maret 2011]
- Merta, I.G.S. 1992. *Dinamika Populasi Ikan Lemuru, Sardinella lemuru Bleeker 1853. (Pisces Clupeidae) di Perairan Selat Bali dan Alternatif Pengelolaannya*. Disertasi Program Pascasarjana, IPB, Bogor. 201. hlm.
- Nelson, G.J., dan Wongratana, T. 1988. FAO Species Catalogue Vol.7 An Annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sparts, shads, anchovies ang wolf-herring. Part 2- Engraulididae. FAO Fish. Synop. 125: 305-579

- Prameswari, Noengki. 2010. *The Effect of Stolephorus Insularis to the Mandibular Growth of Novergicus Strain Wistar Rat*. International Joint Symposium: The University of Tokushima, Universitas Gadjah Mada, Nigata University. Program book. P24: Abstract
- Pudyani, Pinandi S. 2001. *Pengaruh Kekurangan Kalsium Pre-Postnatal terhadap Kepadatan Gigi Dalam Menunjang Perawatan Ortodontik Studi Eksperimental Laboratoris pada Tikus*. JKGUI 8(1): 1-8
- Rachman, IA. 2004. *Osteoporosis Primer pada Wanita Pascamenopause: Peranan Hormon Estrogen Menjelang Usia Lanjut*. Majalah Obstetri dan Ginekologi Indonesia. 28(3): 146-162.
- Salari, P., Rezaie, A., Larijani, B., Abdollahi, M. 2008. *A Syctemic Review of Impact of n-3 Fatty Acid in Bone Health and Osteoporosis*. Med Sci Monit. 14(3): 37-44.
- Seeman, C., Delmas, P.D.. 2006. *Prevention of Fractures in Older People with Calcium and Vitamin D*. Deakin University: 975-984 [diakses 10 Maret 2011]
- Shoji, et al., 2000. *Bone Mineral Density of Alveolar Bone in Rats during Pregnancy and Lactation*. J Periodontal, 71: 1073-1078
- Taguchi, H., Chen, H., Yano, R., & Shoumura, S. 2006. *Comparative Effect of Milk and Soymilk on Bone Loss in Adult Ovariectomized Osteoporosis Rat*. Japan: Journal Okijamas Folia Anat Japan. Vol.8 (2): 53-59

### **Tidak Diterbitkan**

- Bonytasari. 2011. *Pengaruh Pemberian Susu Kedelai Madu terhadap Kekuatan Impak Tulang Tibia Tikus Wistar Jantan*. Jember: FKG Universitas Jember
- Indrawati, E. J. 2010. *Pengaruh Susu Kedelai Madu lokal Terhadap Densitas Tibia Wistar Jantan akibat Toksin Beta Aminopropionitrile*. Jember : FKG Universitas Jember.

### **Internet**

- Anonim. 1995. *Statistik Perikanan Indonesia 1984 No 23*. Departemen Pertanian. <http://warintek.progressio.or.id> [diakses 21 Februari 2011]
- Anonim. 2007. *Statistik Perikanan Indonesia 1977 No 35*. Departemen Pertanian. <http://warintek.progressio.or.id> [diakses 21 Februari 2011]

- Bottema, J. W. T. 2007. *Sistem Komoditas Kedelai di Indonesia*. <http://www.uncapsa.org> [4 Maret 2011]
- Effendi, Feri Sofian. 2008. *Manfaat dan Kandungan Susu Kedelai*. [http:// www.shoutmix.com](http://www.shoutmix.com) [diakses 16 Februari 2011]
- Koral AUP/STP Papua. 2008. *Ikan Teri Cegah Osteoporosis*. [www.suarapembaruan.com](http://www.suarapembaruan.com) [diakses 20 Februari 2010]
- Mukhtar. 2010. Keunggulan Kedelai Lokal. <http://almanacorp.com>. [diakses 20 Februari 2011]
- National Osteoporosis Foundation. 2006. *Fast Facts on Osteoporosis*. Available at: <http://www.nof.org/osteoporosis.htm>. [diakses 15 Maret 2011].
- Setiadi, Agus. & Esti. 2000. *Kandungan Susu Kedelai*. [http://www. jn.nutrition.org](http://www.jn.nutrition.org). [diakses 26 Februari 2011]

## Lampiran A. Data Pengukuran Densitas Tulang Mandibula

### A.1 Pengukuran densitas mandibula kelompok kontrol

No Tikus	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
5	1,12	0,94	1,14	3,20	1,06
12	1,14	0,92	0,98	3,04	1,01
18	1,10	0,97	1,15	3,22	1,07
40	0,89	1,06	0,97	2,92	0,97
7	0,93	0,86	0,83	2,62	0,87
13	0,88	1,04	0,93	2,85	0,95
20	1,00	1,08	0,95	3,03	1,01
26	1,40	1,23	1,27	3,90	1,30
46	1,01	0,97	1,08	3,06	1,02
47	0,95	0,83	0,94	2,72	0,90

### A.2 Pengukuran densitas mandibula kelompok ikan teri

No Tikus	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
16	0,59	0,68	0,53	1,80	0,60
21	0,44	0,55	0,67	1,65	0,55
33	0,47	0,54	0,52	1,53	0,51
34	0,66	0,56	0,55	1,77	0,59
36	0,73	0,64	0,68	2,05	0,68
10	0,51	0,45	0,43	1,39	0,46
30	0,46	0,60	0,58	1,64	0,54
32	0,58	0,53	0,60	1,71	0,57
41	0,67	0,62	0,70	1,99	0,66
35	0,71	0,66	0,73	2,10	0,70

### A.3 Pengukuran densitas mandibula kelompok susu kedelai lokal

No Tikus	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
2	0,69	0,78	0,62	2,09	0,69
3	0,53	0,55	0,60	1,60	0,56
4	0,67	0,72	0,75	2,14	0,71
9	0,52	0,57	0,66	1,75	0,58
22	0,57	0,62	0,50	1,69	0,56
17	0,68	0,73	0,76	2,17	0,72
19	0,71	0,66	0,77	2,14	0,71
24	0,57	0,58	0,47	1,63	0,54
29	0,62	0,55	0,66	1,83	0,61
31	0,81	0,72	0,75	2,28	0,76
14	0,64	0,53	0,59	1,76	0,58



**A.4 Perhitungan rerata nilai densitas tulang mandibula tikus wistar jantan pada ketiga kelompok perlakuan**

No.	Hasil Pengukuran Densitas Mandibula		
	Kontrol	Ikan teri	Susu kedelai
1	1.06	0.60	0.69
2	1.01	0.55	0.56
3	1.07	0.51	0.71
4	0.97	0.59	0.58
5	0.87	0.68	0.56
6	0.95	0.46	0.72
7	1.01	0.54	0.71
8	1.30	0.57	0.54
9	1.02	0.66	0.61
10	0.90	0.70	0.58
<b>Rerata ± SD</b>	<b>1.02 ± 0.11</b>	<b>0.59 ± 0.076</b>	<b>0.63 ± 0.072</b>

## Lampiran B. Analisis Data Penelitian

### B.1 Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

#### One-Sample *Kolmogorov-Smirnov* Test

		Kontrol	Teri	Kedelai
N		10	10	10
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1.0160	.5860	.6260
	Std. Deviation	.11872	.07662	.07276
Most Extreme Differences	Absolute	.225	.133	.236
	Positive	.225	.128	.236
	Negative	-.109	-.133	-.210
Kolmogorov-Smirnov Z		.710	.420	.748
Asymp. Sig. (2-tailed)		.694	.994	.631

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

### B.2 Uji Homogenitas *Levene*

#### Descriptives

#### DATA

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Min	Max
					Lower Bound	Upper Bound		
K	10	1.0160	.11872	.03754	.9311	1.1009	.87	1.30
P1	10	.5860	.07662	.02423	.5312	.6408	.46	.70
P2	10	.6260	.07276	.02301	.5740	.6780	.54	.72
Total	30	.7427	.21624	.03948	.6619	.8234	.46	1.30

**Test of Homogeneity of Variances**

DATA

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.236	2	27	.792

**B.4 Analisis *One Way* ANOVA**

**ANOVA**

DATA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.129	2	.564	67.029	.000
Within Groups	.227	27	.008		
Total	1.356	29			

### B.5 Uji Beda HSD

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable : DATA

Tukey HSD

(I) Kelom pok	(J) Kelom pok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K	P1	.43000*	.04103	.000	.3283	.5317
	P2	.39000*	.04103	.000	.2883	.4917
P1	K	-.43000*	.04103	.000	-.5317	-.3283
	P2	-.04000	.04103	.599	-.1417	.0617
P2	K	-.39000*	.04103	.000	-.4917	-.2883
	P1	.04000	.04103	.599	-.0617	.1417

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

#### Homogeneous Subsets

#### DATA

Tukey HSD<sup>a</sup>

Kelompok	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
P1	10	.5860	
P2	10	.6260	
K	10		1.0160
Sig.		.599	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### Multiple Comparisons

Dependent Variable : DATA

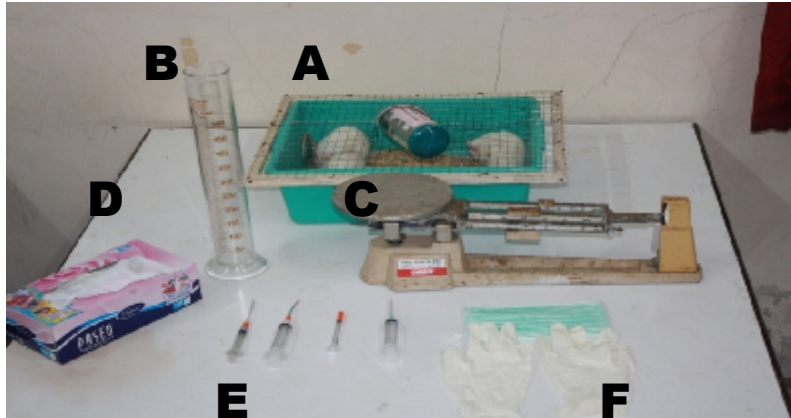
Tukey HSD

(I) Kelom pok	(J) Kelom pok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K	P1	.43000*	.04103	.000	.3283	.5317
	P2	.39000*	.04103	.000	.2883	.4917
P1	K	-.43000*	.04103	.000	-.5317	-.3283
	P2	-.04000	.04103	.599	-.1417	.0617
P2	K	-.39000*	.04103	.000	-.4917	-.2883
	P1	.04000	.04103	.599	-.0617	.1417

**a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 10.000.**

## Lampiran C. Gambar Alat dan Bahan Penelitian

### C.1 Gambar Alat Perlakuan Hewan Coba



Catatan:

A: Kandang hewan coba

D: Tissue

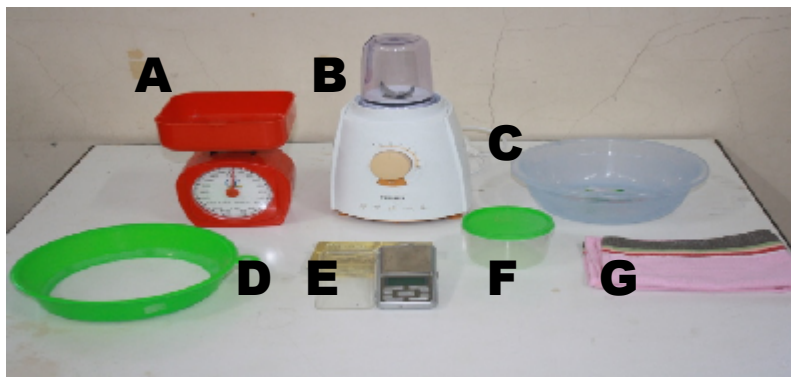
B : Gelas ukur

E: Sonde lambung

C: Neraca Ohaus

F: Sarung tangan dan masker

### C.2 Gambar Alat untuk Membuat Sediaan Ikan Teri



Catatan:

A: Timbangan

E: Timbangan digital

B: Mesin Penggiling (blender)

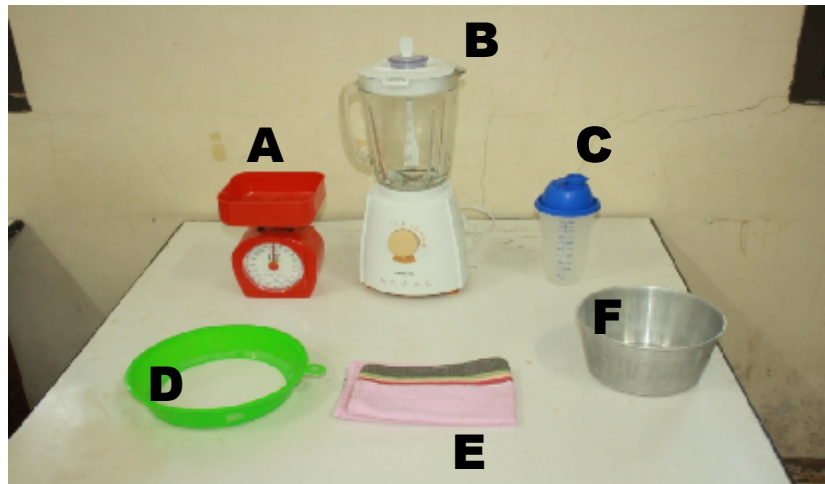
F: Tempat penyimpanan sediaan

C: Wadah mencuci teri

G: Lap kain

D: Penyaring

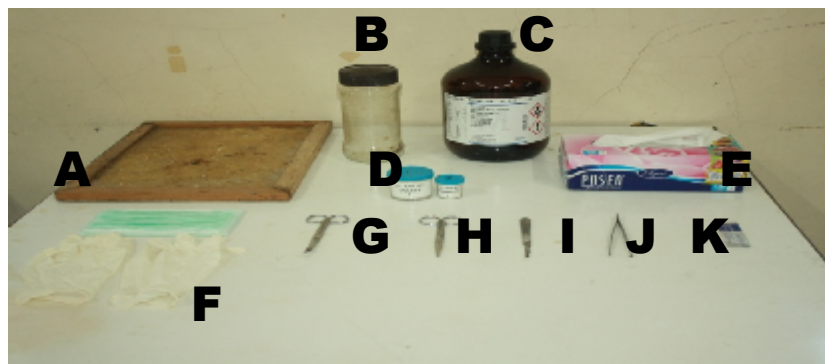
### C.3 Gambar Alat untuk Membuat Sediaan Susu Kedelai Lokal



Catatan :

- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| A: Timbangan                  | D: Penyaring            |
| B: Mesin penggiling (blender) | E: Lap kain             |
| C: Botol penyimpanan          | F: Wadah untuk merendam |

### C.4 Gambar Alat untuk Dekaputasi dan Pengambilan Sampel



Catatan:

- |                      |                           |                       |
|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| A: Papan parafin     | E: Tissue                 | I : Skalpel           |
| B: Toples dekaputasi | F: Masker & Sarung tangan | J : Pinset cirurgis   |
| C: Eter              | G: Gunting bedah          | K: Mata pisau skalpel |
| D: Pot spesimen      | H: Gunting                |                       |

### C.5 Gambar Alat untuk Mengukur Densitas Tulang Mandibula



Gambar *Densitometry* (X-Rite)

### C.6 Gambar Alat Foto Rontgen (FCR)

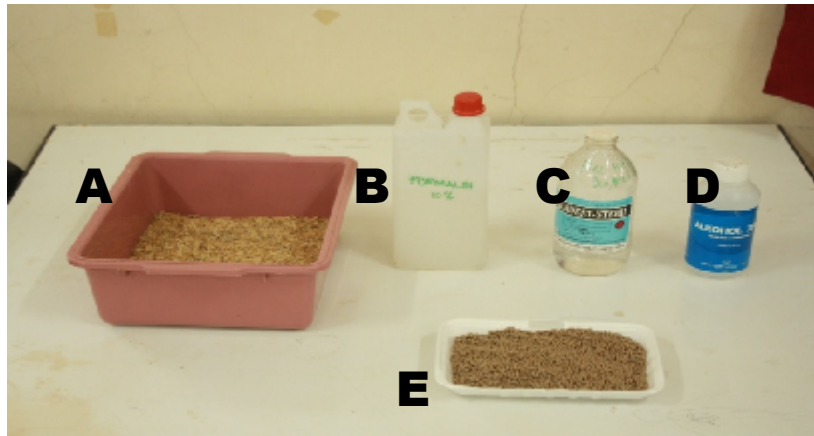


Catatan:

- A: Alat Rontgen (*Toshiba Rotanode Tipe E.7239X*)
- B: Alat Transferring (*Fujifilm FCR CAPSULA XL II*)
- C: Kaset Rontgen (*Fujifilm FCR Tipe CC*)
- D: Printer (*Fujifilm Drypix 700*)
- E: Komputer hasil input foto



### C.7 Gambar Bahan Penelitian



Catatan:

A: Sekam padi

D: Alkohol

B: Formalin 10%

E: Pakan standar tikus (Turbo)

C: Aquades steril



**A**

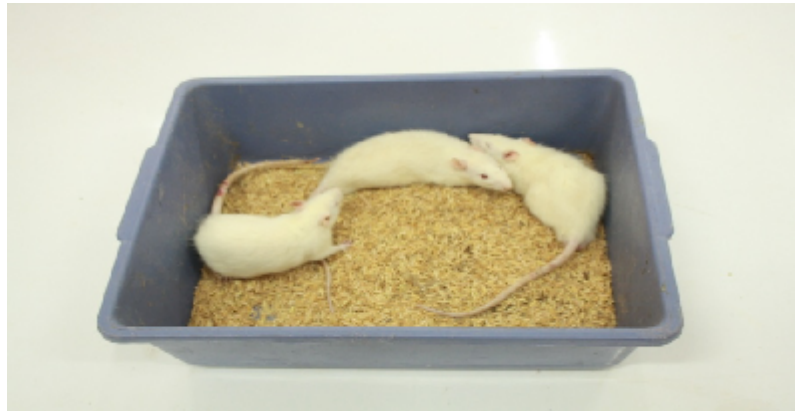
**B**

Catatan:

A: Sediaan ikan teri Puger

B: Sediaan Susu kedelai local varietas Agromulyo

### C.8 Gambar Sampel Penelitian



Gambar Tikus Wistar Jantan



Gambar Tulang Mandibula Kanan Tikus Wistar Jantan



Gambar Foto Rontgen Mandibula Kanan Tikus Wistar Jantan



Gambar penentuan titik pengukuran densitas mandibula

### C.9 Gambar Perlakuan Hewan Coba



Gambar perlakuan sondase sediaan ikan teri dan susu kedelai