

**PENGARUH PEMBERIAN BERBAGAI DOSIS KALSIUM TERHADAP
KEKUATAN IMPAK PADA MANDIBULA TIKUS PUTIH SECARA
IN VITRO**

**KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih
Gelar Sarjana Kedokteran Gigi Pada
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember



Asal :	Hadiah	Klass 617.692
Terima g.	Pembelian 280205	
No. induk :		AST
Pengkatalog :	<i>SM</i>	P

Pembimbing :

1. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes (DPU)
2. drg. Dewi Kristiana, M.Kes (DPA)

Oleh :

Nyoman Devitha Astari
NIM. 0016101010062

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2004**

**PENGARUH PEMBERIAN BERBAGAI DOSIS
KALSIUM TERHADAP KEKUATAN IMPAK PADA
MANDIBULA TIKUS PUTIH SECARA *IN VITRO***

**KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

Oleh:
Nyoman Devitha Astari
NIM.001610101062

Dosen Pembimbing Utama,



drg. R. Rahardyan Parnadji. M.Kes.
NIP. 132 148 480

Dosen Pembimbing Anggota,



drg. Dewi Kristiana M.Kes.
NIP. 132 206 085

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2004**

Diterima oleh:

Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (Skripsi)

Dipertahankan pada

Hari : Sabtu

Tanggal : 23 Oktober 2004

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember

Tim penguji

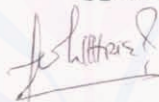
Ketua,

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes.
NIP. 132 148 480

Sekretaris,

drg. Amiyatun Naini, M.Kes.
NIP. 132 232 443

Anggota,



drg. Dewi Kristiana, M.Kes.
NIP. 132 206 085

Mengesahkan

Dean Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember




drg. Zahren Hamzah, M.S.
NIP.131 558 576

MOTTO

- Kamu adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia menyuruh kepada yang ma'ruf serta mencegah dari yang munkar dan beriman kepada ALLAH
(Q.S Ali Imran 3 : 110)
- Dan mintalah pertolongan (kepada ALLAH) dengan sabar dan shalat
(Q.S al-Baqarah 2 : 45)
- Kunci dari segala kesuksesan secara syariat tergantung dari persiapan, semakin matang dan mantap persiapan, maka semakin dekat kita dengan kesuksesan
(Aa. Gym)
- Kesuksesan bukan milik orang tertentu, kesuksesan milik anda, milik saya dan milik siapa saja yang benar-benar menyadari, menginginkan dan memperjuangkan dengan sepenuh hati
(Andrie Wongso)
- Sesungguhnya jika kamu mensyukuri nikmat ALLAH maka ALLAH akan menambah nikmatmu dan jika kamu mengingkari nikmat ALLAH sesungguhnya adzab-Ku sangat pedih
(Q.S Ibrahim : 7)

PERSEMBAHAN

Karya tulis ini kupersembahkan untuk :

- Papi dan Mamaku tercinta yang telah mencurahkan segenap kasih sayang, pengorbanan, keśabaran dan doa yang tiada henti demi kesuksesanku.
- Abang-abangku tersayang I Wayan Gede Sastra Yudha dan Kadek Dedy Adnyana., terima kasih atas dukungan dan doanya.
- Utomo Budidarmo yang akan menjadi pendamping hidupku kelak di dunia dan akhirat.
- Teman-temanku tercinta yang telah memberikan banyak dukungan
 - Almamaterku yang kubanggakan

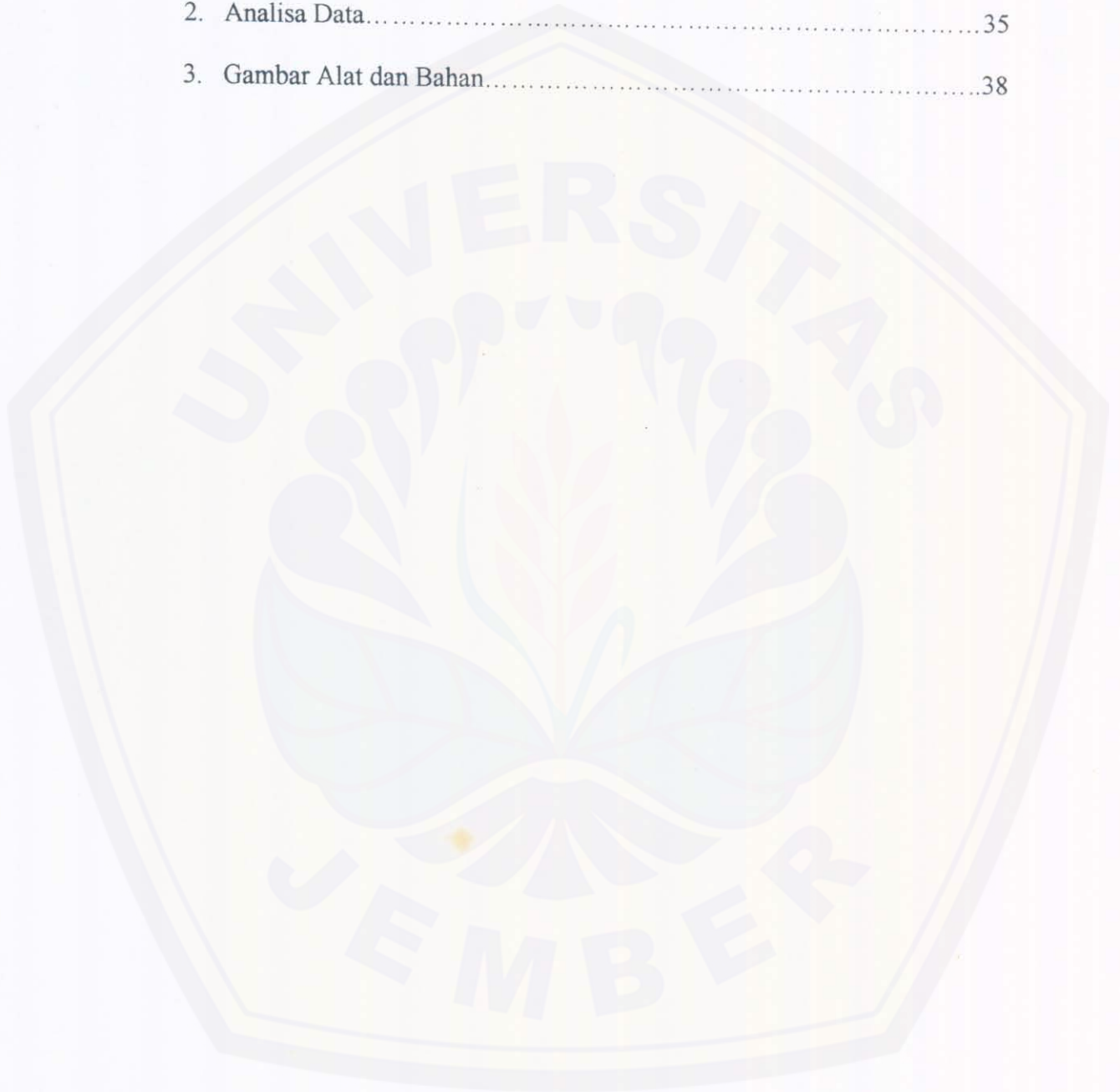
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAM PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
RINGKASAN.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Anatomi Tulang Rahang.....	5
2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kekuatan Tulang.....	6
2.3 Unsur Tulang.....	7
2.4 Resorpsi Tulang Alveolar.....	8
2.5 Kalsium.....	9
2.5 Kalsium Laktat.....	9
2.6 Tikus.....	10
2.6.1 Biologi Umum.....	10
2.7 Kekuatan Impak.....	11
III. METODE PENELITIAN.....	
3.1 Jenis Penelitian.....	13
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	13
3.2.1 Tempat.....	13
3.2.2 Waktu.....	13
3.3 Identifikasi Variabel.....	13
3.3.1 Variabel bebas.....	13
3.3.2 Variabel terikat.....	13
3.3.3 Variabel kendali.....	13
3.4 Definisi Operasional.....	14
3.4.1 Dosis Kalsium.....	14
3.4.2 Kalsium Laktat.....	14
3.4.3 Kekuatan Impak.....	14
3.4.3 Kekuatan Impak Tulang Alveolar.....	14
3.5 Alat Penelitian.....	14

3.6 Bahan penelitian.....	15
3.7 Hewan Percobaan.....	15
3.7.1 Kriteria Sampel.....	15
3.7.2 Jumlah Sampel.....	16
3.8 Prosedur Penelitian.....	16
3.9 Pengujian Kekuatan Impak.....	17
3.10 Alur Penelitian.....	18
3.11 Analisa Data.....	19
IV HASIL DAN ANALISA DATA.....	20
4.1 Hasil.....	20
4.2 Analisis Data.....	20
4.2.1 Uji Analisis Varians (ANOVA).....	21
4.2.2 Uji Tukey HSD.....	22
V PEMBAHASAN.....	23
VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
1. Data hasil Pengamatan.....	32
2. Analisa Data.....	35
3. Gambar Alat dan Bahan.....	38



RINGKASAN

Nyoman Devitha Astari, 001610101062, Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Kalsium terhadap Kekuatan Impak pada Mandibula Tikus Putih secara In Vitro, dibimbing oleh drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes (DPU), drg. Dewi Kristiana, M.Kes (DPA).

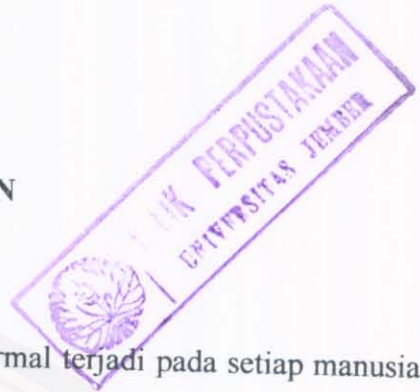
Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh dimana 99% berada di jaringan keras yaitu tulang dan gigi sebagai pemeliharaan tulang agar dapat mengurangi resorpsi alveolar setelah pencabutan gigi. Resorpsi tulang merupakan salah satu masalah yang terdapat di bidang Prostodonsia yang menyebabkan gigi tiruan menjadi tidak stabil. Agar pembuatan gigi tiruan sementara menjadi stabil dibutuhkan jaringan pendukung dalam keadaan prima yaitu mukosa dan tulang alveolar yang menyangganya. Tulang alveolar yang akan digunakan sebagai landasan pada pembuatan gigi tiruan sementara harus memiliki kekuatan impak yang tinggi. Kekuatan impak yang tinggi dapat menyebabkan gigi tiruan tidak mudah patah atau pecah apabila terjatuh atau pecah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dosis kalsium yang optimal untuk meningkatkan kekuatan impak mandibula tikus putih secara *in vitro*.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris yang dilakukan di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Metalurgy Fakultas Teknik Mesin ITS Surabaya pada bulan Januari- Mei 2004. Jumlah sampel yang digunakan 32 ekor tikus yang terbagi menjadi empat kelompok, dimana pada tiap kelompok terdiri dari 8 sampel yaitu kelompok kontrol, kelompok dosis tinggi 0.9% Ca/ekor/hari, kelompok dosis sedang 0,3% Ca/ekor/hari, kelompok dosis rendah 0,02% Ca/ekor/hari. Masing-masing kelompok perlakuan kecuali kelompok kontrol diberi Klasium Laktat sesuai dengan dosisnya selama 46 hari, kemudian tikus tersebut dimatikan dan diambil tulang mandibulanya dan dipotong serta diberi landasan plat akrilik lalu diuji dengan pengujian kekuatan impak *Charpy*.

Hasil penelitian menggunakan uji ANAVA dan dilanjutkan dengan Uji Tukey HSD dan tingkat kemaknaan 95% ($\alpha = 0,05$) dimana didapatkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada tiga kelompok yaitu kelompok kontrol, dosis tinggi dan dosis sedang, dan perbedaan yang tidak signifikan pada kelompok dosis rendah.

Dosis optimal untuk dapat meningkatkan kekuatan impak tulang mandibula terdapat pada dosis sedang 0,3% Ca/ekor/hari, hal ini disebabkan karena pada dosis sedang tersebut kebutuhan optimal yang mampu diabsorpsi dan dipertahankan konsentrasi kalsium agar dapat berikatan dengan mineralisasi tulang cukup banyak, massa tulang meningkat dan merupakan penggabungan bahan anorganik mineral dengan serat kolagen sehingga tulang menjadi keras. Semakin kerasnya tulang kekuatan impak yang dihasilkan juga semakin besar.

BAB I PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Proses menua merupakan proses yang normal terjadi pada setiap manusia dan bukan merupakan suatu penyakit (Ernawati, 1997). Pada proses menua ditandai oleh kemunduran biologis antara lain sebagai gejala kemunduran fisik seperti kulit mulai keriput, rambut putih, pendengaran dan penglihatan berkurang, gerakan lamban, sensitivitas emosional meningkat sehingga mudah tersinggung, kurang bergairah kurang mudah menerima sesuatu dan juga ditandai adanya gigi yang ompong (Kusdhani, 2000).

Alasan utama hilangnya gigi atau ompong pada umumnya dicabut karena karies atau penyakit periodontal. Karies merupakan penyakit yang paling umum pada kelompok usia muda, sedangkan penyakit periodontal akan bertambah prevalensinya sesuai dengan peningkatan usia (Basker *et al*, 1996). Dengan hilangnya akar gigi, tulang alveolar disekitarnya akan mengalami resorbsi sampai derajat tertentu (Basker *et al*, 1996). Pada rahang bawah resorbsi dapat terus berlangsung sebesar 0,4 mm setiap tahun sampai masa lima belas tahun. (Sudiono, 2001).

Bila gigi-gigi yang hilang cukup banyak biasanya akan terjadi adaptasi postural dari mandibula (Watt, 1993). Hilangnya sejumlah besar gigi akan mengakibatkan bertambah beratnya beban oklusal pada gigi yang masih tinggal. Pola kunyah pada penderita yang sudah kehilangan gigi biasanya mengalami perubahan (Gunadi, 1991). Bila hilangnya hanya pada satu sisi saja akan terlihat kebiasaan mengunyah pada satu sisi mungkin juga disertai dengan berkurangnya ruang sendi pada sisi dimana gigi yang hilang dan aktivitas otot asimetris (Watt *et al*, 1993). Jika kehilangan gigi terjadi pada dua rahang tetapi pada sisi yang sama, maka pengunyahan akan dilakukan semaksimal mungkin oleh gigi asli pada sisi lainnya. Dalam hal seperti ini tekanan kunyah akan dipikul satu sisi atau satu bagian saja (Gunadi, 1991).

Pada saat gerak seperti menggigit atau mengunyah tekanan otot akan diterima gigi dan diteruskan oleh jaringan sendi dan tulang dibawahnya (Toller, 1990). Pada saat pengunyahan maka beban vertikal memungkinkan gigi bergerak ke soket dan bergerak ke samping ketika terkena tekanan horizontal (David, 1993). Arah tekan yang mengenai gigi menimbulkan respon pada periodonsium (Moyers dalam David, 1993), dan bila hal ini dibiarkan secara terus menerus akan terjadi kerusakan pada jaringan dibawahnya (Zarb *et al* , 2002)

Salah satu faktor nyata yang berkaitan dengan pasien tidak bergigi ialah bahwa pemakaian gigi tiruan lengkap hampir selalu diikuti oleh kehilangan tulang sehingga dapat mengurangi fungsi dari gigi tiruan lengkap (Sudiono, 1993). Diantara berbagai penelitian resorpsi tulang merupakan salah satu masalah yang terdapat di bagaian prostodonsia yang menyebabkan gigi tiruan menjadi tidak stabil (Johson dan Straton, 1995).

Agar gigi tiruan menjadi stabil maka diperlukan landasan gigi tiruan yang memiliki kekuatan impak. Kekuatan impak yang tinggi dapat menyebabkan gigi tiruan tidak mudah patah atau pecah bila terjatuh karena kecelakaan atau trauma lainnya (Combe, 1990).

Pada pengujian kekuatan impak sering didapatkan spesimen patah pada tempat yang berbeda-beda oleh karena itu dibuat takik atau notoh suatu cekungan pada spesimen yang akan diuji dimana spesimen ini harus sejajar agar tidak terjadi perbedaan pengukuran kekuatan impak (Davis *et al*, 1964).

Suplemen kalsium dan vitamin D cukup berperan dalam mengurangi resorpsi alveolar ridge setelah pencabutan gigi atau pemasangan gigi tiruan sementara (Zarb *et al*, 2000). Asupan kalsium dalam keadaan normal 30-50% kalsium dikonsumsi dan diabsorpsi tubuh. Pada orang dewasa rata-rata kebutuhan kalsium 500-800 mg (Almetsier, 2001)

Asupan kalsium yang rendah pada jangka waktu yang lama akan mengakibatkan terganggunya keseimbangan kalsium pada tulang dan menyebabkan osteoporosis tetapi kondisinya asimtomatis, rahang bawah akan menyusut menjadi tulang yang tipis sehingga mudah terjadi fraktur (Roeslan

mewakili mamalia termasuk manusia. Tikus putih termasuk golongan omnivora (pemakan segala), memiliki alat pencernaan yang serupa dengan manusia dan hal yang penting adalah kebutuhan nutrisi tikus putih serupa dengan manusia (Smith dan Lehman dalam Weni 1999).

Berdasarkan pemikiran diatas maka peneliti ingin mengetahui berapa dosis kalsium yang paling efektif untuk mendapatkan kekuatan impak yang paling optimal pada mandibula tikus putih.

1.2 Rumusan Masalah

Berapa dosis kalsium yang paling optimal untuk mendapatkan kekuatan impak paling optimal pada mandibula tikus putih?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui dosis kalsium optimal pada kekuatan impak mandibula tikus putih secara in vitro

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat terutama klinisi kedokteran gigi dan mahasiswa kedokteran gigi dalam bidang prostodonsia.
2. Memberikan informasi ilmiah yang dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut.

dalam Suryasari, 2001). Rug *dalam* Weni, (1993) melaporkan bahwa defisiensi kalsium pada anjing dapat menyebabkan inflamasi ringan pada epitel, penipisan tulang periodontal, resorpsi sementum dan osteoporosis pada tulang alveolar.

Kekuatan tulang rahang sangat diperlukan untuk mengurangi terjadinya fraktur rahang dimana fraktur rahang sering terjadi pada daerah korpus mandibula sekitar 36%, antara korpus dan ramus di belakang gigi molar terakhir 31%, dan pada kolum mandibula 18%, fraktur pada daerah ini unilateral tetapi seringkali juga bilateral, terutama bila fraktur disebabkan bentuk dagu. Garis fraktur biasanya terletak dibawah garis perlekatan kapsula artikularis (Bajpai, 1991)

Salah satu sumber utama kalsium didapatkan dari kerang, tiram, sayuran hijau kecuali bayam, lobak hijau dan susu (Harijanti, 1999). Kalsium dalam susu lebih mudah diserap dalam saluran pencernaan dibandingkan kalsium yang berasal dari sumber lain seperti sayuran (Wilbram, 1992).

Resorpsi tulang mandibula pada binatang yang diberi kalsium rendah menyebabkan beberapa ahli menyarankan perlunya pemberian kalsium tambahan antara lain pada masa pertumbuhan dan masa pasca menopause (Zarb *et al*, 2002). Henrikson *dalam* James, (1991) melaporkan selama eksperimen dengan menggunakan anjing menjelaskan bahwa percepatan resorpsi tulang sama pada bagian umum osteopenia (*boneloss*) yang dihubungkan dengan penurunan diet kalsium dan intake dari posfor. Pada penelitian Krook *et al dalam* James, (1991) mengatakan bahwa pada anjing yang telah mengalami osteoporosis dengan menggunakan kalsium yang rendah, namun pada saat peningkatan diet kalsium remineralisasi yang kompleks terjadi pada semua tulang sampai derajat terbesar dalam tulang alveolar. Peneliti ini menerangkan bahwa penurunan tulang periodontal adalah hasil langsung dari konsumsi makanan yang kekurangan kalsium yang akan menyebabkan hiperparatiroidism sekunder dan pembalikan dari kondisi ini adalah suplemen kalsium makanan (Stevens, 1993).

Penelitian ini menggunakan tikus putih sebagai hewan percobaan karena memiliki beberapa keuntungan antara lain, siklus hidupnya relatif pendek, pemeliharanya cukup mudah, tidak terlalu mahal dan dapat dipakai untuk

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Hilangnya sejumlah besar gigi menyebabkan pola kunyah penderita mengalami perubahan (Gunadi, 1991). Dalam fungsi normal pada keadaan bergigi tulang alveolar yang mendukung gigi asli akan menerima regangan melalui ligamen periodontal yang luas (Zarb *et al*, 2002).

Melihat kenyataan diatas jelas bahwa gigi tiruan dapat mempertahankan efisiensi kunyah, memperbaiki penampilan dan pemeliharaan kesehatan mulut (Gunadi, 1991). Tallgren (*dalam* James, 1992) mengindikasikan bahwa pemakaian gigi tiruan lepasan dapat mengurangi reduksi di anterior dan prosessus mandibula dimana reduksi empat kali lebih besar daripada maksila dan pada bagian posterior reduksi paling banyak. Lutwark dan kawan-kawan melaporkan bahwa demineralisasi dari tulang alveolar pada manusia dapat berkurang dengan pemberian suplemen kalsium pada makanan selama satu tahun.

2.1 Anatomi Tulang Rahang

Tulang tengkorak dibagi menjadi dua yaitu bagian cranium dan bagian wajah, tulang wajah terdiri dari: *os zygomaticum*, *maksila*, *nasal*, *lacrimale*, *palatinum*, *concha nasalis inferior*, *vomer* dan *mandibula* (Snell, 1997). Tulang alveolar biasanya menempel pada tonjolan akar dengan depresi vertikal yang tidak beraturan dan meruncing ke arah pinggiran tepian. Tulang alveolar adalah tulang yang paling tidak stabil dari jaringan periodontal karena strukturnya merupakan keadaan resorpsi dan absorpsi yang konstan, labilitas yang fisiologik dari tulang alveolar dipertahankan dengan pembentukan dan pengecilan tulang yang diatur oleh pengaruh lokal dan sistemik (Caranza, 1997). Tulang alveolar terbagi menjadi dua yaitu maksila dan mandibula.

Mandibula adalah bagian yang menyangga gigi bawah (Johnson dan Straton, 1981) yang terdiri atas corpus berbentuk tapal kuda, dua buah ramus vertikal, pada ramus vertikal terdapat *prosessus coronoideus* di bagian anterior dan *prosessus condylaris* di bagian posterior di caput posterior dimana dipisahkan

oleh insisura mandibula (Johnson dan Straton, 1980). Pada margo superior corpus mandibula disebut pars alveolaris pada orang dewasa mengandung enam belas lubang untuk akar-akar gigi, pada margo inferior corpus mandibula melekat *venter anterior musculus digrastikus* dimana sebagian besar disarafi oleh N.fasialis (Snell, 1997).

2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tulang

Kekuatan tulang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu; kalsium dan posfat adalah mineral yang paling penting pada metabolisme tulang. Pada keadaan normal perbandingan kalsium dan posfat adalah 10 : 4 di dalam darah dan rata-rata kandungan kalsium rata-rata di dalam darah berkisar 10-12 mg (Johnson dan Stratton, 1980) ; hormonal, terdapat tiga hormon utama yang berperan dalam homeostasis kalsium yaitu : *paratiroid hormon, kalsitonin dan 1,25- (OH)₂ 02 (calcitriol)* (Kus dalam Hunt, 2000).

Hormon *paratiroid* berlangsung cepat yang disebabkan aktivasi tulang terutama *osteosit*. Hormon *paratiroid* dapat menyebabkan pemindahan garam-garam tulang dari dua tempat di dalam tulang yaitu yang berasal dari matriks tulang disekitar *osteosit* yang terdapat dengan di tulang itu sendiri, yang kedua terdapat disekitar *osteoblas* yang terletak dengan di sepanjang permukaan tulang, kedua macam sel ini bersifat osteoblastik dan secara normal berkaitan dengan pengendapan tulang serta proses kalsifikasinya (Guyton, 1997).

Kalsitonin berfungsi mengurangi konsentrasi ion kalsium dalam darah dimana hormon ini dihasilkan oleh kelenjar tiroid melalui dua cara yaitu efek yang berlangsung dengan segera adalah pengurangan kerja absorpsi osteoklas, efek kalsitonin yang kedua bekerja lebih lama adalah penurunan pembentukan osteoklas yang baru, oleh karena itu dalam jangka waktu yang panjang hasil akhir hanya merupakan pengurangan aktivitas *osteoklastik* dan *osteoblastik* yang sangat besar (Guyton, 1997).

Vitamin D dan *1,25-dihidroksikolekalsiferol* yang sebagian besar bahan ini terbuat di kulit sebagai akibat radiasi dari sinar ultra violet matahari yang dapat

meningkatkan kalsifikasi dengan cara meningkatkan absorpsi kalsium dan posfat di dalam usus (Guyton, 1997).

2.3 Unsur Tulang

Tulang terdiri atas matriks organik keras yang sangat diperkuat oleh endapan garam kalsium. Matriks organik tulang 90-95 % terdiri atas serat kolagen dan sisanya adalah medium gelatin homogen yang disebut substansi dasar (Guyton, 1997). Bahan organik terutama terdiri dari kalsium dan fosfat namun juga terdapat magnesium, sodium, potasium dan karbon (Johnson dan Starton, 1980). Serat kolagen menyebar terutama sepanjang sumbu penunjang tegangan serat-serat ini menyebabkan tulang mempunyai kekuatan regang yang kuat. Rumus garam kristal yang dikenal sebagai hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$). Garam kalsium yang pertama diendapkan bukan kristal hidroksiapatit tetapi senyawa amorf (bukan kristal) yang mungkin merupakan campuran beberapa garam seperti $2 \text{H}_2\text{O} \text{Ca} \cdot (\text{PO}_4)_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ dan lain-lain (Guyton, 1997).

Susunan tulang alveolar tidak terlalu berbeda dengan susunan tulang kerangka, fase mineral dari tulang kerangka merupakan 2/3 dari keseluruhan beratnya sedangkan sisanya yang 1/3 adalah matriks organik yang terdiri dari kolagen, proteoglikan lipid dan berbagai protein non kolagen (Wijaya dan Schwartz dalam Dewi, 2002).

Susunan tulang, pemeliharaan dan resorpsi dilakukan oleh *osteoblas*, *osteosit* dan *osteoklas* dimana setiap sel ini berasal dari sel mesensim embrional. *Osteoblas* adalah jaringan penghubung sel yang pertama guna pembentukan tulang (Johnson dan Straton, 1980). Kolagen monomer yang cepat berpolimerisasi untuk membentuk serat kolagen dan jaringan akhir yang terbentuk adalah *osteoid*. Sewaktu *osteoid* terbentuk beberapa *osteoblas* terperangkap dalam *osteoid* dan selanjutnya disebut *osteosit*. Beberapa hari setelah *osteoid* terbentuk, garam kalsium mulai mengendap pada permukaan serat kolagen, memperbanyak diri sehingga terbentuk kristal hidroksiapatit (Guyton, 1997).

Osteoklas adalah sel yang memiliki banyak inti, berukuran besar yang berguna sebagai peresorpsi tulang. Salah satu teori mengatakan bahwa *osteoklas*

melepaskan enzim yang dapat menghancurkan matriks organik (Johson dan Straton, 1980).

2.4 Resorpsi Tulang alveolar

Bila gigi dicabut daerah periodonsium yang mendukung beban kunyah yang jatuh pada gigi tersebut juga hilang dan dari tempat itu tertinggal satu daerah mukoperiosteum yang besarnya sama dengan potongan melintang daerah leher gigi yang tanggal (Gregor, 1992). Pencabutan gigi akan menyebabkan penyusutan tulang alveolar yang sifatnya progresif dan irreversibel (Wyat *dalam* Indra , 2003).

Pada resorpsi terjadi dua mekanisme yang saling berkaitan yaitu pembuangan kalsium dan degradasi matriks kolagen dimana berlangsung ekstraseluler (Katsunuma *dalam* Dewi, 2002). Kedua mekanisme tersebut berlangsung secara mekanik dan enzimatik. Bentuk-bentuk perpanjangan membran beserta sitoplasmanya dari *ruffled bordir* berserat sangat motil sehingga secara fisik meningkatkan pelarutan matrik, sedangkan enzimatik membutuhkan produksi asam sitrat dan enzim lisosom (Ranly *dalam* Dewi, 2002).

Daerah yang paling rentan terkena resorpsi adalah tulang alveolar dan tulang panjang (Caranza, 1997). Pada rahang bawah resorpsi dapat terus berlangsung sebesar 0,4 mm tiap tahun sampai masa 15 tahun (Sudiono dan Anggraeni *dalam* Indra, 2003). Daerah periodontal gigi yang tanggal kira-kira empat kali lebih luas dibandingkan dengan luas daerah mukosa, jadi secara kuantitatif terjadi pengurangan jaringan pendukung sekitar 75% bila satu gigi dicabut (Gregor, 1992).

Faktor-faktor yang mempengaruhi resorpsi tulang dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu: faktor anatomis, biologik dan mekanik. Faktor anatomi adalah struktur tulang alveolar, ukuran dan bentuk alveolar dan kualitas tulang alveolar, faktor biologis meliputi usia, seks, hormonal dan nutrisi, faktor mekanik meliputi besar dan frekuensi tekanan yang bekerja pada pendukung gigi tiruan (Sudiono Anggraini *dalam* Indra, 2003).

2.5 Kalsium

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh dimana 99% berada di jaringan keras yaitu tulang dan gigi dalam bentuk hidroksi apatit. Dalam keadaan normal, 30-50% kalsium dikonsumsi dan diabsorpsi tubuh dimana kemampuan absorpsi lebih tinggi pada masa pertumbuhan dan lebih cepat pada laki-laki daripada perempuan pada semua golongan usia. Absorpsi kalsium terjadi dibagian atas usus halus yaitu *duodenum* dan *proksimal jejunum* oleh protein pengikat kalsium (*karbanin*) yang diinduksi oleh $1,25 \text{ OH}_2 \text{ kalsitrol-O}_8 = \text{kalsitrol}$ (Combs dalam Kus, 2000). Kalsium hanya bisa diabsorpsi dalam bentuk larut air dan tidak mengendap karena unsur makanan lain. Laktosa akan meningkatkan absorpsi kalsium karena itu susu yang mengandung laktosa mempunyai absorpsi yang baik. Kalsium diekskresikan melalui feses, urine, keringat (Stevens, 1993).

Vitamin D meningkatkan absorpsi pada mukosa usus dengan cara merangsang produksi protein pengikat kalsium. Vitamin D dalam bentuk aktif $1,25 \text{ (OH)}_3$ merangsang absorpsi kalsium dalam keadaan asam. Asam amino tertentu dapat meningkatkan pH saluran cerna dengan demikian akan membantu absorpsi kalsium lebih baik bila dikonsumsi bersamaan dengan makanan. Sumber kalsium utama adalah susu dan hasil susu, susu akan terabsorpsi sama baiknya seperti yang terkandung dalam air mineral, ikan dimakan dengan tulang termasuk ikan kering, sereal, kacang-kacangan, tahu, tempe (Stevens, 1993).

Angka kecukupan rata-rata sehari untuk kalsium bagi orang Indonesia ditetapkan oleh Widyakarya Pangan dan Gizi LIPI (1998) sebagai berikut ; (1) Anak-anak 500 mg, (2) dewasa 500-800 mg. Kalsium mempunyai berbagai fungsi dalam tubuh; (1) kalsium dan mineral memberi kekuatan dan bentuk pada tulang dan gigi, (2) sebagai bagian integral dari struktur tulang dan sebagai tempat penyimpanan kalsium pada ujung tulang panjang, (3) katalisator reaksi biologi, (4) kontraksi otot.

2.5.1 Kalsium Laktat

Kalsium Laktat merupakan suatu elemen dasar dari kapur dengan simbol Ca, no atom 20, berat atom 40,08. Salah satu kalsium yang dapat digunakan

sebagai kalsium pro-analisa adalah kalsium laktat dengan nama kimia *garam kalsium asam 2-hidroksi propanoat* yang berupa bubuk putih atau granit putih yang diberikan peroral dalam pengobatan defisiensi kalsium (Dorland, 1994).

2.6 Tikus

2.6.1. Biologi Umum

Taxonomic tikus putih Class	: Mammalia
Sub clas	: Thena
Infra class	: Eutheria
Order	: Rodentia
Sub order	: Myomorpha
Super family	: Muroidea
Family	: Mundaе
Genus	: Rattus

(Weisbruth, 1979)

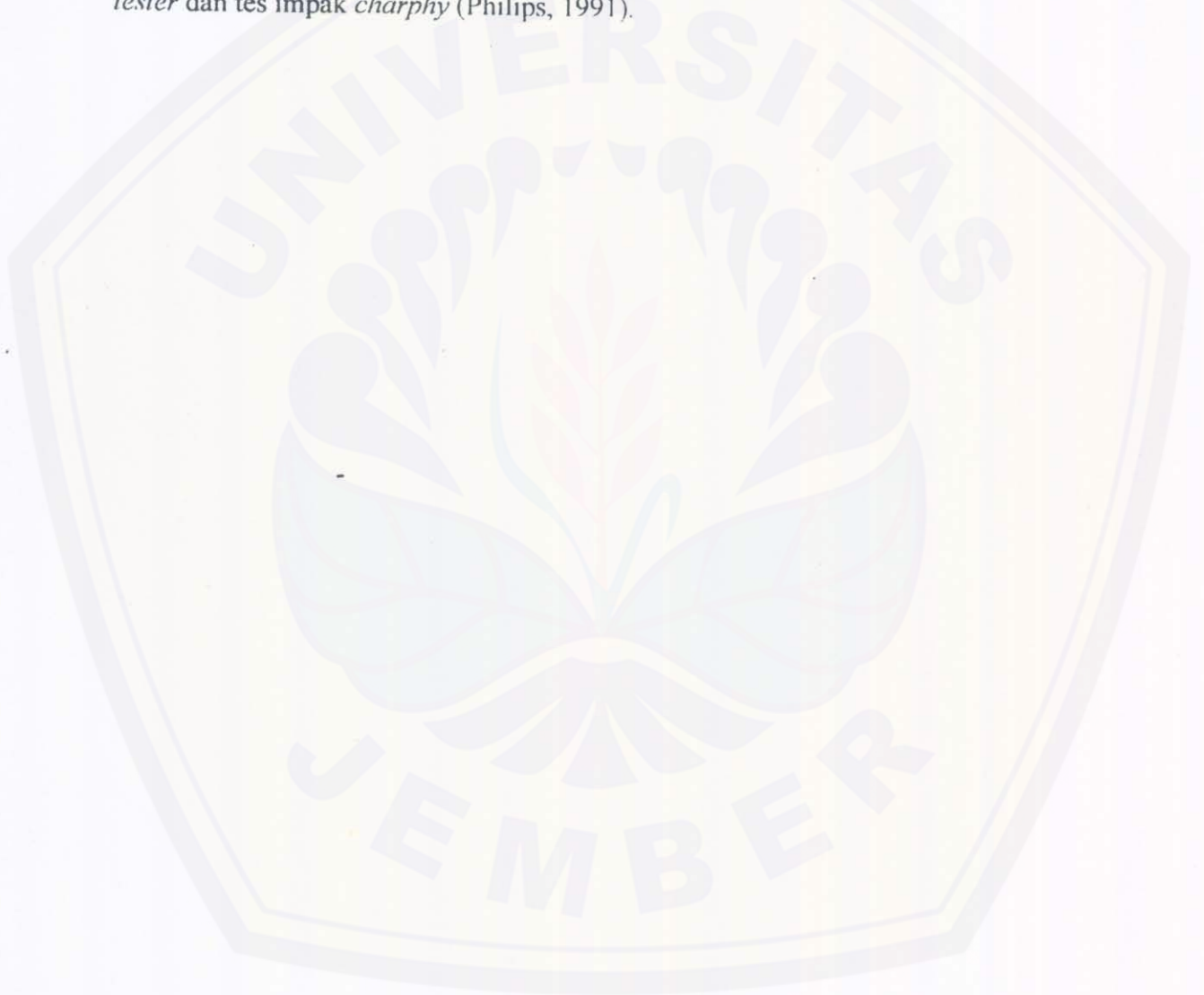
Tikus lebih memilih makanan sereal seperti gandum, nasi, dan terigu dibandingkan dengan lemak, daging, gula dan buah kering. Tikus juga memerlukan kandungan mineral yang terdiri dari lima belas elemen yang dibutuhkan. Mineral yang mempunyai fungsi terbesar terdapat pada kalsium dan posfat yang dibutuhkan di dalam tulang, kalium dan natrium berfungsi sebagai pompa ion Na-K sedangkan elemen lainya terlibat dalam kerja enzim. Kalsium yang dibutuhkan 6 gr dengan rata-rata berkisar antara 8-14 gr (Trevor *dalam* Zufpther, 1989). Dimana konsentrasi asupan kalsium sekitar 0,05%-0,5% (Weisbruth *dalam* Zutpher1993). Minum mengikuti pola yang sama seperti makan dengan puncaknya pada malam hari. Secara umum tikus betina memperoleh kenaikan berat badan lebih lambat dari yang jantan; bagaimanapun juga, berat badan dari kedua jenis kelamin meningkat dengan sangat cepat di antara umur 3-8 minggu. Kegunaan di laboratorium tikus adalah hewan laboratorium yang sangat populer karena ukuran tubuh yang relatif kecil, kemudahan penanganannya, dan ongkos perawatan dibandingkan dengan hewan-hewan laboratorium yang lebih besar Diet pemeliharaan biasanya rendah lemak (4-5%) dibandingkan dengan diet

untuk pertumbuhan dan reproduksi (7-11%). Jumlah kalsium yang dibutuhkan untuk tikus putih yaitu berkisar 400-600 gr/kg berat badan (Zupther, 1993), dan pada penelitian Shoji, 2000 digunakan dosis 0,9%, 0,3% dan 0,02%, protein minimal berkisar dari 12-14 % untuk pemeliharaan dan 17-19% untuk reproduksi. Zat anestesi untuk tikus terbagi menjadi tiga bentuk : (1) gas, seperti CO₂ dan nitrit oksida melalui inhalasi; (2) cairan mudah menguap seperti *eter*, *enfluran*, halotan, dan metoksifluran yang digunakan secara inhalasi; (3) cair seperti pentobarbital, tribromometanol melalui injeksi. Pemberian makan selama eksperimen Jika administrasi oral yang jumlahnya akurat, maka dibutuhkan beberapa tipe pemberian makanan dengan menggunakan jarum yang memiliki knop kecil pada ujungnya untuk mencegah terjadinya penetrasi kedalam usus karena ujung jarum. Akurasi pemberian makan menggunakan jarum, membutuhkan pengetahuan anatomi *orofaring* karena *orifise esofagus* sulit ditentukan pada mencit hidup (Macedo-Sobrinho, *et al dalam* Zutpher 1993). Jarum pemberi makan (*feeding needle*) dimasukkan kedalam ruang antara insisivum dan molar bagian kiri, dan secara perlahan masukkan lebih dalam sampai ramus mandibula. Biasanya tikus akan menelan *feeding needle* sampai kedalam faring, dan akan memfasilitasi untuk masuk kedalam *esofagus*. Panjangnya leher tikus merupakan garis lurus yang dibentuk antara *orifise esofagus* dan gaster memfasilitasi insersi dari *feeding needle*. Apabila pemberian secara intragaster, *feeding needle* atau pipa harus cukup kecil diameternya untuk masuk ke dalam *esofagus* (dimeter mengecil dekat jantung) dan cukup panjang untuk dapat mencapai tulang rusuk paling akhir dari ujung hidung tikus (Zutpher, 1993).

2.7 Kekuatan Impak

Kekuatan impak adalah daya tahan suatu benda terhadap tekanan yang tiba-tiba, misalnya terjatuh pada permukaan yang keras (Noort, V.R, 1994). Kekuatan impak suatu bahan bisa diketahui dengan cara pemberian beban secara tiba-tiba pada suatu bahan. Pengukuran kekuatan impak ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut : spesimen dengan ukuran tertentu diletakan pada alat penguji

impak yang mempunyai lengan pemukul yang dapat diayunkan. Hasil dari pengurangan amplitudo ayunan pemukul tersebut kemudian diukur. Dari sini energi yang dibutuhkan untuk mematahkan bahan tadi dapat dihitung (Combe, 1992). Impak dapat dihitung dengan perbandingan panjang ayunan yang dibebaskan. Satuan energi yaitu yang biasa digunakan yaitu *Joule*, *foot pounds* (ft-lb), *inch pounds* (psi). Tes lain yang bisa digunakan yaitu dengan *izod impact tester* dan tes impak *charphy* (Philips, 1991).



BAB III METODE PENELITIAN



3.1 Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Metalurgy Fakultas Teknik Mesin ITS Surabaya.

3.2.2 Waktu

Waktu penelitian pada tanggal 15 Januari - 30 Mei 2004.

3.3 Identifikasi Variabel

3.3.1 Variabel bebas

Beberapa dosis kalsium yang terbagi menjadi empat kelompok yaitu :

- a. Kelompok kontrol (Kel 1) : mendapatkan larutan aquades,
 - b. Kelompok dosis cukup (Kel 2) : mendapatkan 0,9% kalsium/ekor/hari
 - c. Kelompok dosis sedang (Kel 3) : mendapatkan 0,3% kalsium/ekor/hari
 - d. Kelompok dosis kurang (Kel 4) : mendapatkan 0.02% kalsium/ekor/hari
- (Shoji, 2001).

3.3.2 Variabel terikat

Kekuatan impak tulang alveolar mandibula.

3.3.3 Variabel kendali

Jenis kelamin tikus, kondisi klinis, prosedur penelitian, metode pengukuran resorpsi tulang alveolar mandibula dan analisis kalsium.

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Dosis Kalsium

Dosis kalsium adalah jumlah kalsium yang diberikan pada tikus (sebagai perlakuan) dengan dosis 0,9% kalsium/ekor/hari, 0,3% kalsium/ekor/hari dan 0,02% kalsium/ekor/hari.

0,9% kalsium/ekor/hari artinya bahwa 0,9 gr kalsium dilarutkan dengan 100 ml aquades setiap hari.

3.4.2 Kalsium Laktat

Kalsium Laktat adalah kalsium yang tersedia dalam bentuk murni berupa kapsul atau granula-granula yang digunakan untuk penelitian (sebelum dianalisa) dimana dalam kemasannya tertera kandungan dari suatu kalsium, air dan kandungan unsur lainya yang diberikan pada tikus Wistar.

3.4.3 Kekuatan Impak

Impak adalah suatu benda yang dikenai oleh suatu energi dengan tiba-tiba dan kuat dimana pada benda itu akan diterima jumlah energi yang diserap sampai bahan tersebut menjadi patah.

3.4.4 Kekuatan Impak Tulang Alveolar

Kekuatan impak tulang alveolar mandibula adalah kekuatan secara kuat dan tiba-tiba yang dikenai pada tulang alveolar yang pada penelitian ini adalah mandibula hingga mencapai fraktur yang diukur dengan menggunakan alat penguji kekuatan impak *Charpy*.

3.5 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah :

- 1) Kandang mencit, dengan ukuran diameter 30 cm bahan dari plastik, bagian bawah diisi kasa dan diletakan diatas bak plastik yang dialasi spon dan dalamnya diberi tempat makanan dan minumannya.
- 2) Timbangan, CENT-O-Gram 113 gr, OHAUS, digunakan untuk menimbang bahan-bahan yang diperlukan dalam membuat diet mencit dan juga untuk menimbang berat badan mencit.

- 3) Sarung tangan, bak plastik, gelas ukur, pengaduk, digunakan untuk keperluan membersihkan kandang dan memberi minuman.
- 4) Sondase lambung untuk memasukan susu ke dalam lambung.
- 5) Papan fiksasi, pinset, scalpel, tabung erlenmeyer digunakan untuk mempersiapkan sampel tulang mandibula tikus.
- 6) Timbangan analitis, digunakan untuk menimbang berat sampel tulang mandibula tikus.

3.6 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- 1) Aquades
- 2) Makanan ayam Par-GI 5-92
- 3) Kalsium Pro-analisa
- 4) Eter
- 5) Larutan Formalin
- 6) Akrilik *self cured*

3.7 Hewan Percobaan

3.7.1 Kriteria Sampel

Penelitian ini menggunakan tikus *Wistar* jantan (umur 2 bulan) dengan, dengan pertimbangan berat badan rata-rata 80-120 gr. Pertimbangan (1) tikus tipe ini cukup besar untuk dapat diteliti, (2) hanya dipilih satu jenis kelamin dan memperoleh sampel yang homogen, (3) pada tikus dewasa, masa dan bentuk tulang dalam keadaan optimal, (4) hewan ini mudah pemeliharaanya dan biaya yang relatif lebih murah dibandingkan hewan percobaan laboratorium lainnya. Persyaratan tikus yang dapat digunakan sebagai hewan percobaan adalah tikus yang mempunyai berat kurang lebih sama dalam keadaan sehat. Tulang yang diamati adalah tulang alveolar mandibula.

Hewan percobaan ini diperoleh dari Laboratorium Farmakologi Universitas Airlangga Surabaya dan ditempatkan dalam kandang. Tidak lembab dan diatur

pada suhu ruangan (37° C) dan dijaga kebersihannya sehingga kondisi hewan percobaan ini sama.

3.7.2 Jumlah Sampel

Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Stell dan Torie *dalam* Harmono,2003)

$$(t-1)(n-1) \leq 20$$

dengan menentukan jumlah kelompok (t) sebanyak 4 kelompok, maka besar sampel masing-masing kelompok : $(4-1)(n-1) \leq 20$

$$(3)(n-1) \leq 20$$

$$3n \leq 23$$

$$n \leq 8$$

Ket:

T : jumlah kelompok perlakuan

jadi jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 32 ekor tikus, yang dibagi menjadi 4 kelompok dimana masing-masing kelompok terdiri dari 8 ekor tikus.

3.8 Prosedur Penelitian

Cara kerja penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu perlakuan pemberian kalsium dan pengukuran kekuatan impak. Pada penelitian ini jumlah sampel yang digunakan adalah 32 tikus yang dibagi menjadi empat kelompok dimana setiap kelompok terdiri dari delapan sampel

- a. Pada tahap pertama, semua tikus ditempatkan dalam suatu ruangan yang mendapat sirkulasi udara dan sinar matahari yang cukup serta suasana yang tenang. Selama 1 minggu pertama semua tikus mendapat diet yang sama yaitu Par-GI dan diberi minum aquadest. Makan dan minum *ad-libitum*.
- b. Kemudian secara acak tikus dibagi menjadi empat kelompok. Masing-masing terdiri dari 8 tikus lalu ditempatkan pada kandang individual.
- c. Pada tahap berikutnya, masing-masing kelompok mendapatkan perlakuan yang berbeda-beda selama 46 hari

- Klp 1 (kontrol) : mendapatkan diet Par-GI dan minum aquadest
Klp 2 (dosis tinggi) : mendapatkan diet Par-GI dan 0,9% kalsium/ekor
Klp 3 (dosis sedang) : mendapatkan diet Par-GI dan 0,3% kalsium/ekor
Klp 4 (dosis rendah) : mendapatkan diet Par-GI dan 0,02% kalsium/ekor

Tikus ditidurkan telentang kemudian kita masukan kalsium dengan menggunakan sondase lambung. Jarum sondase lambung dimasukan melalui mulut sampai panjang jarum masuk pada lambung tikus. Jumlah yang diberikan harus sesuai dengan ketentuan.

- d. Setelah 46 hari tikus : dianestesi dan dicabut giginya pada semua kelompok.
- e. Kemudian tikus dikorbankan dengan menggunakan eter. Tikus dimasukan ke dalam toples kaca kemudian diberi kapas yang telah diberi eter. Toples kaca ditutup dan ditunggu sampai tikus mati lemas.
- f. Tulang mandibula diambil dan dipisahkan dari jaringan lunak dan lemak dibersihkan sampai bersih, tulang dipotong dengan menggunakan carborundum dan diberi landasan dengan menggunakan akrilik self cured dengan ukuran 10 x 10 x 55 mm dan disimpan dalam larutan formalin pada tabung erlenmeyer.
- g. Selanjutnya digunakan uji kekuatan impak dengan menggunakan impak tester

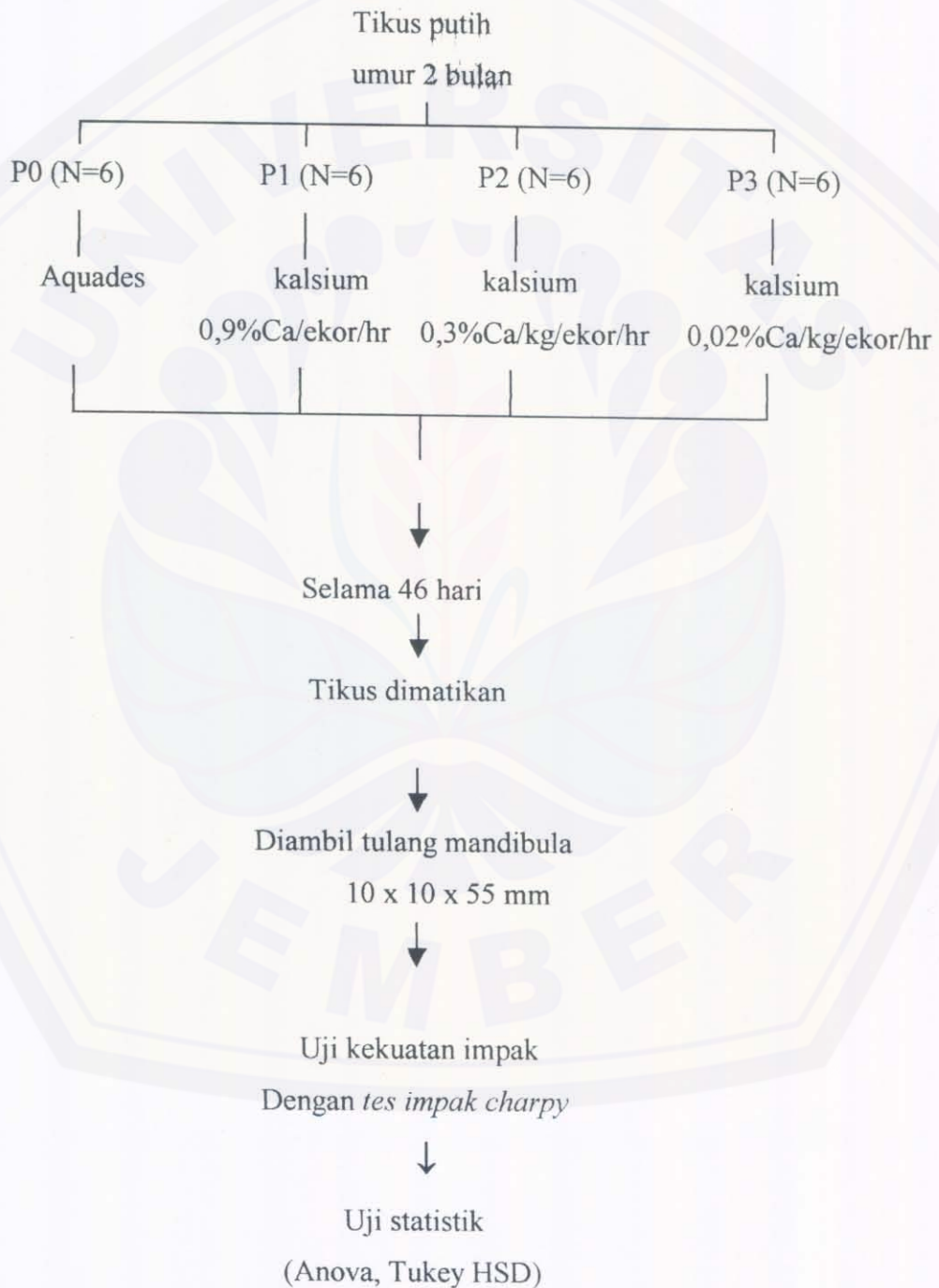
3.9 Pengujian kekuatan impak

Setelah tulang mandibula dipotong, dilakukan pengujian kekuatan impak dengan menggunakan impak tester. Sampel yang telah disiapkan diletakan pada penjepit yang berada pada alat pengukur, bandul dipasang pada sudut 45° (sudut awal), kemudian bandul dilepas. Sudut ditunjukkan dengan jarum dan dicatat (sudut akhir). Satuan yang digunakan dalam pengujian kekuatan impak ini adalah gr/cm^2 . Hasil yang diperoleh kemudian dimasukan dalam rumus :

$$\text{Kekuatan impak} = W \times L (\cos\beta - \cos\alpha)$$

Dimana : W = berat bandul (0,75 kg)
 L = panjang lengan bandul (33,26 cm)
 α = sudut awal (45°)
 β = sudut akhir (angka yang ditunjuk jarum pencatat)
(Davis dan troxeli, 1964)

3.10 Alur Penelitian



3.11 Analisis Data

Data yang dianalisis menggunakan analisis variansi (Anova) satu arah dan dilanjutkan dengan analisis menggunakan Uji Tukey HSD kemudian untuk mengetahui perbedaan yang bermakna antara empat kelompok. Analisis dilakukan dengan taraf kemaknaan 0,05.



**BAB IV
HASIL DAN ANALISIS DATA**

4.1. Hasil

Hasil pengukuran kekuatan impak tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat (Calk) dan aquades sebagai kontrol selama 46 hari, tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata dan Standar Deviasi kekuatan impak tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat.

Perlakuan	Rata-rata	SD	Kekuatan impak	
			Terbesar Kgm ²	Terkecil Kgm ²
Kontrol	2.786100	.1.659889	1.2270	5.4534
Dosis rendah	4.410750	1.909059	1.5320	6.6880
Dosis sedang	5.369125	1.836398	2.7480	8.9890
Dosis tinggi	6.334000	2.006750	4.5560	9.5710
total	4.724994	2.210597	1.2270	9.5710

Keterangan : SD : Standart Deviasi

Dari hasil pada tabel 1 dapat diketahui bahwa pengukuran rata-rata kekuatan impak tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat pada dosis tinggi mempunyai kekuatan impak yang paling tinggi. Kekuatan impak ini akan menurun seiring dengan perubahan dosis Kalsium laktat yang semakin kecil.

4.2 Analisis Data

Untuk mengetahui perbedaan kekuatan impak tulang mandibula pada kelompok kontrol, kelompok pemberian Kalsium laktat dosis rendah, sedang, tinggi, dilakukan Uji Analisis Varians

4.2.1 Uji Analisis Varians (ANOVA)

Tabel 2. Rangkuman Analisis Varians satu arah pada kekuatan impact tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat.

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	db	Rata-rata kuadrat	f	sig
Antar kelompok	54.895	3	18.298	5.304	.005
Dalam kelompok	96.594	28	3.450		
total	151.489	31			

Keterangan: db : derajat bebas

Berdasarkan hasil analisis varians satu arah kekuatan impact tulang mandibula pada Tabel 2, didapatkan nilai $\alpha < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara kekuatan impact tulang mandibula kelompok kontrol, kelompok pemberian Kalsium Laktat dosis rendah, dosis sedang dan dosis tinggi. Dengan adanya perbedaan yang bermakna dari kelompok perlakuan maka dapat dilanjutkan dengan Uji Tukey HSD untuk menentukan perbedaan kekuatan impact pada dua kelompok perlakuan.

4.2.2 Uji Tukey HSD

Uji Tukey HSD dilakukan untuk melihat adanya perbedaan kekuatan dampak tulang mandibula pada dua kelompok perlakuan, seperti ditunjukkan pada Tabel.3.

Tabel 3 Rangkuman Uji Beda Rata-rata (*Post Hoc Test*) pada kekuatan dampak tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat.

Dosis	Beda rata-rata	sig
Kontrol-dosis rendah	-1.624650	.318
Kontrol-dosis sedang	-2.583025*	.045
Kontrol-dosis tinggi	-3.547900*	.004
Dosis rendah-dosis sedang	-.958375	.732
Dosis rendah-dosis tinggi	-1.923250	.187
Dosis tinggi-dosis sedang	-.964875	.728

Keterangan: *: beda rata-rata signifikan pada.05

Pada Uji Tukey HSD (tabel 3) dapat diketahui bahwa perbedaan kekuatan dampak tulang mandibula secara signifikan terdapat pada kelompok pemberian Kalsium Laktat kontrol, dosis sedang dan dosis tinggi.. Perbandingan antara kelompok kontrol ,dosis sedang dan dosis tinggi mempunyai nilai signifikan nilai $\alpha < 0,05$ tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara kekuatan dampak tulang mandibula pada kelompok kontrol dan kelompok pemberian Kalasium Laktat pada dosis sedang dan dosis tinggi.

BAB V PEMBAHASAN

Penelitian eksperimental laboratoris ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekuatan impak tulang mandibula tikus yang diberi Kalsium Laktat dosis rendah (0,02% Kalsium/ekor/hari), 0,3% Kalsium/ekor/hari, dosis tinggi 0,9% Kalsium/ekor/hari dan yang tidak diberi Kalsium Laktat (kontrol). Penelitian ini terdiri dari 32 sampel yang terbagi menjadi empat kelompok. Ketiga kelompok ini diberi kalsium sesuai dengan dosisnya, selama 46 hari, kemudian dimatikan dan diambil tulang mandibulanya dan diuji dengan alat penguji kekuatan impak *Charpy*.

Hasil penelitian kekuatan impak tulang mandibula pada tiap-tiap sampel penelitian diperoleh rata-rata kekuatan impak tulang mandibula pada kelompok kontrol sebesar 2,786kgcm², dosis rendah (0,02% Kalsium/kor/hari) sebesar 4,4107 kgcm², kelompok dosis sedang (0,3% Kalsium/ekor/hari) sebesar 5,3691, kelompok dosis tinggi (0,9% Kalsium/ekor/hari) sebesar 6,334 kgcm². Setelah dilakukan uji statistik dengan menggunakan Uji Anava diperoleh nilai $\alpha \leq 0,05$ sehingga dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kekuatan impak tulang mandibula setelah pemberian berbagai dosis Kalsium Laktat (dosis rendah, sedang dan tinggi). Hasil Uji Tukey HSD menunjukkan bahwa pada kelompok kontrol, doisi sedang dan dosis tinggi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap kekutan impak tulang mandibula, sedangkan pada kelompok dosis rendah tidak signifikan sehingga apabila dibandingkan antara kelompok control-dosis rendah, dosis rendah-dosis sedang dan dosis rendah-dosis tinggi menghasilkan nilai yang tidak signifikan. Keadaan ini dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya nilai rentang Standar Deviasi (SD) pada tiap-tiap kelompok perlakuan cukup besar karena spesimen yang dijadikan sampel ukuranya terlalu kecil maka diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat digunakan pada spesimen yang lebih besar seperti kelinci, anjing dll, alat penguji kekuatan impak *Charpy* adalah alat yang digunakan untuk menguji kekuatan impak pada logam ataupun beton akibatnya akurasi nilai sukar didapatkan.

bahan yang digunakan sebagai pemegang specimen adalah polimer akrilik dimana polimer ini sangat berpengaruh terhadap temperatur, dengan adanya perubahan temperatur maka kekuatan impak yang dihasilkan juga akan berpengaruh (Davis, 1964).

Berdasarkan keterangan di atas dapat diketahui bahwa peningkatan kekuatan impak tulang mandibula paling besar pada dosis tinggi 0,9%Kalsium/ekor/hari. Hal ini disebabkan bahwa kandungan kalsium pada makanan komersil berkisar antara 8,0-14,0 gr/kg/BB (Buse on Beynen dalam Zupther, 1993) ditambah dengan Kalsium Laktat menyebabkan kalsium yang diabsorpsi cukup besar, hal ini dipengaruhi oleh 1.25 dihidroksikolekalsiferol yang terus bekerja pada epitel usus dalam meningkatkan absorpsi kalsium dimana 1,25 dihidroksikolekalsiferol berfungsi sebagai hormon yang dapat meningkatkan absorpsi kalsium di usus (Guyton dalam Rahardja, 2002). Hormon paratiroid juga berpengaruh terhadap absorpsi kalsium terbukti setelah empat jam pemberian kalsium maka absorpsi kalsium mencapai kadar plateu (Guyton, 1991). Dalam kandungan makanan komersil terdapat kalsium kompleks yang mengandung asam organik seperti sulfat yang terionisasi, ia bersifat ultrafiltrable (dapat berdifusi). Kalsium ini mungkin mempunyai sedikit fungsi sebagai cadangan kalsium yang terionisasi, namun dalam keadaan tertentu kelebihan kalsium dapat menyebabkan penurunan kalsium plasma yang terionisasi (Priyatmoko, 1997).

Pada dosis sedang terdapat kekuatan impak yang berkurang daripada dosis tinggi namun absorpsi penyerapan kalsium menjadi optimum dikarenakan pada tikus Wistar kebutuhan standar makanan yang dibutuhkan rata-rata 20% protein, 11% lemak, 3% serat, 0.4% kalsium dan 0,5% phospor (Anonim, 2000). Pernyataan tersebut juga didukung oleh (Anonim, 1995) dimana kandungan kalsium optimal pada tikus berkisar antara 3-3,5 gr/kg/BB yang mampu meningkatkan akumulasi kalsium di dalam tubuh. Hormon Kalsitonin mampu meningkatkan aktifitas osteoblastik yang pada akhirnya kalsitonin memberikan efek umpan balik untuk mengatur absorpsi dan resorpsi tulang (Guyton, 1997).

Sehingga dosis 0,3% kalsium pada suatu titik tertentu mencapai titik puncak dan akan terus konstan pada dosis tinggi yaitu 0,9% kalsium yang pada akhirnya akan menurun. Asupan kalsium yang optimal tersebut mampu mempertahankan konsentrasi kalsium agar dapat berikatan dengan mineral tulang. Mineralisasi yang terjadi tersebut menyebabkan peningkatan massa tulang yang merupakan penggabungan bahan anorganik mineral dengan serat-serat kolagen sehingga tulang menjadi keras (Janquiera dan Corneiro, 1995). Dengan semakin kerasnya tulang maka kekuatan impact yang dihasilkan juga semakin besar.

Kelompok dosis rendah dan kontrol mengalami penurunan kekuatan impact seiring dengan berkurangnya asupan kalsium ke dalam tubuh dan juga besarnya ekresi kalsium bersama feses sehingga hanya sedikit sekali yang dapat berikatan dengan mineral tulang. pernyataan ini didukung oleh Nizel (1981), bahwa dengan rendahnya asupan kalsium dapat menyebabkan rahang bawah menyusut menjadi tulang yang tipis sehingga mudah menjadi fraktur. Semakin tipisnya tulang maka kekuatan impact juga semakin kecil hal ini disebabkan karena kekuatan impact sangat dipengaruhi terhadap takikan atau notoh, yaitu suatu bentuk cekungan yang seragam pada permukaan spesimen agar daerah yang terkena fraktur memiliki keseragaman (Anonim, 1985), dengan semakin tipisnya tulang maka takikan atau notoh akan semakin tipis pula sehingga luas permukaan yang tersisa semakin kecil menyebabkan tulang semakin mudah terjadi fraktur (Smith, 1986).

Penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pada perawatan gigi tiruan pada usia lanjut. karena usia lanjut menurut Hasibuan (1998) mengatakan bahwa usia lanjut mengalami penurunan baik pada jaringan keras maupun pada jaringan lunak. Adapun perubahan yang terjadi salah satunya adalah resorpsi tulang alveolar pada keadaan yang tidak bergigi, dimana resorpsi terbesar terjadi pada rahang bawah dibandingkan pada rahang atas (Sudiono, 2003). Hal ini disebabkan karena tekanan yang diterima pada waktu pengunyahan akan diteruskan pada jaringan pendukung dibawahnya dengan berbagai arah tekanan (Zarb *et al*, 2001). Terjadinya resorpsi tulang alveolar menyebabkan penurunan

tinggi tulang alveolar dan penurunan densitas tulang mandibula menyebabkan tulang menjadi rapuh sehingga tidak mampu menyangga gigi, dengan keadaan ini dapat menyebabkan terjadinya perubahan yang tidak menguntungkan pada jaringan pendukungnya (Parnaadji, 2003). Pernyataan tersebut didukung oleh Zarb *et al* (2001) yang mengatakan bahwa jika proses alveolaris mengalami resorpsi maka mukosa akan menunjukkan penyesuaian dan toleransi yang kecil terhadap pemakaian gigi tiruan sehingga gigi tiruan menjadi tidak stabil. Dengan adanya ketidakstabilan gigitiruan menunjukkan potensi terjadinya trauma jaringan pendukung karena pergerakan basis tiruan ke segala arah sehingga dapat menyebabkan kerusakan jaringan (Wilkinns dan Lough dalam Pinadi, 1996). Dengan Keadaan tersebut maka keadaan tulang alveolar merupakan salah satu faktor penentu tercapainya retensi, stabilisasi gigi tiruan serta fungsi pengunyahan yang optimal (Kusdhani dalam Parnaadji, 2003). Agar tulang alveolar dapat mempertahankan fungsinya maka diperlukan adanya asupan kalsium yang cukup Prijatmoko (1997) mengatakan bahwa dengan adanya asupan kalsium yang optimal maka mampu mempertahankan konsentrasi dalam menghadapi defisiensi dengan mekanisme demineralisasi tulang atau gigi sehingga hipokalsemia yaitu penurunan konsentrasi kalsium tidak akan terjadi. Dua studi menurut Johnson dan Straton (1996) juga melaporkan bahwa resorpsi tulang alveolar dapat diminimalkan pada penderita yang diberi kalsium secara teratur sekitar 36% daripada pemberian placebo. Hal ini didukung oleh Zarb *et al*, (2001), bahwa pemberian suplemen kalsium dan vitamin D cukup berarti dalam mengurangi resorpsi tulang alveolar setelah pencabutan dan pemasangan gigi tiruan sementara.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN



6.1 Kesimpulan

1. Kalsium Laktat dapat meningkatkan kekuatan impak tulang mandibula
2. Dosis optimum untuk meningkatkan kekuatan impak tulang mandibula adalah dosis 0,3% Kalsium Laktat.

6.2 Saran

1. Selain dilakukan penelitian tentang kekuatan impak tulang mandibula, perlu dilakukan penelitian tentang kekuatan impak tulang maksila dan perbedaan kekuatan impak tulang mandibula dan tulang maksila setelah pemberian Kalsium Laktat.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kekuatan impak tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat, agar para dokter gigi dan perawat gigi dapat mengetahui secara pasti dosis yang tepat untuk pengobatan osteoporosis.

DAFTAR PUSTAKA

- Almatsier, Sunita. 2002. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama. Halaman 235-242
- Banks, P. 1992. **Fraktur Seperti Tiga Tengah Skeletal Fasial**. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. Halaman 263-365
- Bajpai, RN. 1989. **Histologi Dasar Edisi 4**. Jakarta : Binarupa Aksara. Halaman 187-189
- Basker, RM. 1996. **Perawatan Prostodonti Bagi Pasien Tak Bergigi Edisi III**. Jakarta : EGC. Halaman 155-164
- Caranza, 2002. **Clinical Periodontology**, Philadelphia: WB Saunders Company. Halaman 51-63 dan 354-368
- Combe, G. C, 1992. **Sari Dental Material**, Jakarta : Balai Pustaka. Halaman 54-59
- Danowski, T. S. BA, MD.1962. **Clinical Endocrinology Calcium, Phosporus Parathyroid and Bone**, vol 3 Baltimore, The Wiliams and Wilkins Company. Halaman 12-14
- Davis,H.E and G.E Troxel. 1964, “**The testing and Inspection of Engineering materials**”, third edition, Mc Graw Hill Bok company, Philadelphia. Halaman 214-230
- Dewi Nurul. 2002, “**Faktor-faktor Penyebab serta Mekanisme Perusakan Tulang oleh Osteoklas**” Jurnal PDGI edisi khusus (Maret) ,Jakarta : halaman 57-61
- Ernawati, Endang, 1997. “ **Latar Belakang dan Motivasi Penderita memakai GTL di FKG UNAIR**” Majalah Kedokteran Gigi vol 35 no.3 (Juli), Surabay. Halaman 99
- Dorland, 1994. **Kamus Kedokteran**, Jakarta : EGC
- Gunadi, I. Winasa, 1991.” **Perubahan Jaringan Rongga Mulut pada Usia Lanjut**” Majalah Kedokteran Gigi indonesia vol.1 no.04. Jakarta Halaman 15-18
- Guyton and Hall. 1997. **Buku Ajar Fisiologi Kedokteran**. Jakarta : EGC. Halaman 999-1000

- Guyton and hall. 1991. **Buku Ajar Fisiologi Kedokteran**. Jakarta. EGC. Halaman 711-723
- Gregor ,dkk. 1995. **Pedoman Biometrik Gigi Tiruan**. Jakarta : EGC. Halaman 17
- Harmono, Happy. 2003. **Pengaruh kontrasepsi Oral kombinasi (Etil estradiollevonogestrel) Terhadap Gambaran Mikroskopis Gingiva Tikus Betina Jenis Wistar (Rattus norvegicus)**. Tesus. Surabaya: UNAIR
- James, *et al*, 1991. **International Life Science Institute Nutritional Foundation 6th addition**, Washington DC, halaman 212-375
- Junqueira L., Corneiro, J and Kelley. 1995. **Histologi Dasar**. Jakarta : EGC. Halaman 765-767
- Johnson and Straton. 1980. **Fundamental of Removable Prosthodontics**. Tokyo : Quintessence Books. Halaman 80-88
- Harijanti Kus, 1999. "Peran Ion Kalsium dalam Sekresi Saliva" *Dalam Scientific Journalis Dentisry* No.51: halaman 16-25
- IISI, dkk, "Penentuan Oklusi Gigi Tiruan", Bandung, Universitas Padjadjaran. Halaman 275-283
- Kusdhani, L dkk. 2000. "Kualitas Tulang Mandibula pada Wanita Pasca Menopause". *Dalam Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Indonesia* No. 7. Edisi Khusus. Jakarta : Halaman 673 – 678
- Lieb Gott, Bernard. 1994. **Dasar-dasar Anatomi Kedokteran Gigi**. Edisi Revisi. Jakarta : EGC. Halaman 23-25
- Nizel, E, Abraham, DMD, M. SD, 1981. **Nutrition in Preventive Dentisry Science and Practice**. Philadelphia, Sounders Company.halaman 199-200
- Noort, V.R ,1994. **Introduction To Dental Material**, Washington DC.halaman 12-14
- Matt. W. David, *et al*. 1992. **Penentuan Desain Geligi Tiruan Sebagian Lepasan**, Jakarta : hipokrates. Halaman 37-40
- Poole, 1980. **Management of Labolatory Animal**, Great British. Halaman 39-44

- Parnaadji, Rahardyan, dkk. 2003. **“Analisis Densitas dan Ketinggian Tulang Alveolar Mandibula Setelah Penggunaan Gigi Tiruan Lengkap dengan Tissue Condition pada Wanita Pasca Menopause”**. *Dalam Jurnal Kedokteran Gigi edisi khusus Temu Ilmiah nasional*. Jakarta : : halaman 202-205
- Phillips, RW. 1973. **Science of Dental Material 7th ad.** WB Sounder Co. Halaman 364-367
- Pinandi, L, dkk, 1996.” **Patofisiologi Tulang**”. Jakarta, EGC. Halaman 30-32
- Prijatmoko, Dwi, drg, Ph D, 1997. **“Ilmu Gizi Mineral Utama”**. Program Studi Kedokteran gigi Universitas Jember. Halaman 10-18
- Sadino, Ir, 1992, **Diktat Petunjuk Praktikum Logam**, Surabaya, Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin ITS. Halaman 40-52.
- Setiabudi, Indra. 2003. **“Pencegahan Resorpsi yang Berlebihan dengan Geligi Tumpang Sebagian Lepas”**. *Dalam MI Kedokteran Gigi* (Maret,18) No. 51. Jakarta : Halaman 16-22
- Shoji, K, et al, 2000, **“Densitas Mineral Tulang pada Tulang Alveolar Tikus Selama kehamilan dan Menyusui “**. *Dalam Jurnal Peroidontal* vol :71 hal 1073-1078.
- Smith, F, William, 1986. **“Principles of Materials Science and Engineering “**. New York, Mc Graw-Hill Book Company. Halaman 508-516
- Snell. 1997. **Anatomi Klinik**. Jakarta : EGC. Halaman 29-34
- Stevens, 1993. **The Makromineral Calcium Phosporus and Magnesium**, Philadelphia. Halaman 144-159
- Sudiono, J dan Anggraini, W. 2001. **“Resorpsi Jaringan Pendukung Keras Geligi Tiruan Lengkap Rahang Bawah pada Wanita”**. *Dalam Majalah Kedokteran Gigi* (Agustus) No. 3a. Jakarta : Halaman 165-169
- Sudiono Janti,1993. **“ Hubungan Lama Pemakai Gigi Tiruan Lengkap dengan Derajat Fkabby Mukosa Anterior pada Rahang Normal”**. *Majalah Kedokteran Gigi Usakti*, Jakarta : Halaman 316-323
- Rahardja Suzy. 2002. **“Pengaruh Hormon Paratiroid, Kalsitonon dan 1,25 Dihidroksikolekalsiferol pada Resorpsi Tulang”**. *Majalah Kedokteran gigi edisi khusus Foril*, Jakarta : halaman 373-376

- Toller. P.A dan Ogus H.D, 1990. **Gangguan Sendi Temporo Mandibular**, Jakarta : Hipokrates. Halaman 26-29
- Watt, 1993. **Pembuatan Desain Gigi Tiruan Lepas**, Jakarta, Hipokrates. Halaman 67-74
- Weni, 1999, **Kadar Kalsium pada Mencit yang Mengonsumsi Susu**, *Karya Ilmiah tertulis Jember, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember*
- Widdi.Silies. Suryasari, 2001. **Kekuatan Impak tulang Mandibula setelah Pemberian Flourida**, Fakultas Kedokteran Gigi UNEJ, Karya Tulis Ilmiah
- Wilbram, 1992. **Pengantar Kimia Organik dan Hayati**, Bandung : ITB. Halaman 309-322
- Wilson, D, Eva. 1970 **Principles of Nutrien**. Fourth edition. New York. John Wiley and Sons. Halaman 289-292
- Winarto, FG, 2002, **Kimia Pangan dan Gizi**, Jakarta, Gramedia Utama. Halaman 77-81
- Zutpher, Van, *et al.*1993. **Principles of Laboratory Animal Science**. Netherlands, Eiserier. Halaman 111-118
- Anonim, 1995, **Nutrient Requirements of Laboratory Animals**, fourth revised edition, Washington DC, National Academy Press. Halaman 13-15 dan 27-28
- Anonim, 196, **Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam**, edisi ke-3, Jakarta: Fakultas Kedokteran Indonesia. Halaman 1068
- Anonim, 1960, **The Pharmacopedia**, sixteen revisi, USA, mark Publishing Company.

lampiran 1.

hasil kekuatan impak tulang mandibula setelah pemberian aquades sebagai kelompok kontrol

No sampel	β (sudut akhir)	Kekuatan impak
1.	44,3	5,155
2.	44,6	1,277
3.	44,2	2,445
4.	44,1	1,532
5.	44	3,051
6.	43,2	5,453
7.	44,4	1,892
8.	44,5	1,5322
jumlah		22,2888
Rata-rata		2,786100
N=8		

Hasil kekuatan impak tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat (Calk) pada kelompok dosis rendah.

No sampel	β (sudut akhir)	Kekuatan impak
1	42,7	6,688
2	44,4	1,837
3	43,8	6,048
4	43	6,048
5	43,1	1,532
6	44,5	4,256
7	43,6	4,256
8	43,5	4,321
jumlah		35,286
Rata-rata		4,41075
N=8		

Hasil kekuatan impact pada mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat (Calk) pada kelompok dosis sedang

No sampel	β (sudut akhir)	Kekuatan impact
1	43,3	5,155
2	43,4	8,989
3	44,3	6,048
4	43,5	6,048
5	42,6	4,566
6	42	2,784
7	41,8	3,956
8	43,2	5,453
jumlah		42,953
Rata-rata		5,369125
N=8		

Hasil kekuatan impact tulang mandibula setelah pemberian Kalsium Laktat (Calk) pada kelompok dosis tinggi

No sampel	β (sudut akhir)	Kekuatan impact
1	43,3	5,155
2	42	4,562
3	43	5,155
4	43	4,566
5	43,5	7,231
6	44,1	8,989
7	43,7	9,571
8	43,2	5,453
jumlah		50,752
Rata-rata		6,334
N=8		

LAMPIRAN 2
Explore

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kontrol	Dosis Rendah	Dosis Sedang	Dosis Tinggi
N		8	8	8	8
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2.7861	4.4107	5.3691	6.3340
	Std. Deviation	1.6599	1.9091	1.8364	2.0067
Most Extreme Differences	Absolute	.206	.218	.231	.295
	Positive	.206	.161	.231	.295
	Negative	-.174	-.218	-.101	-.188
Kolmogorov-Smirnov Z		.584	.616	.653	.833
Asymp. Sig. (2-tailed)		.885	.843	.788	.491

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Perlakuan

Case Processing Summary

Perlakuan	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Kekuatan Impak Kontrol	8	100.0%	0	.0%	8	100.0%
Dosis rendah	8	100.0%	0	.0%	8	100.0%
Dosis Sedang	8	100.0%	0	.0%	8	100.0%
Dosis Tinggi	8	100.0%	0	.0%	8	100.0%

Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kekuatan Impak	Based on Mean	.268	3	28	.848
	Based on Median	.062	3	28	.980
	Based on Median and with adjusted df	.062	3	25.329	.979
	Based on trimmed mean	.242	3	28	.866

Oneway

Descriptives

Perlakuan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
					Kontrol	8		
Dosis rendah	8	4.410750	1.909059	.674954	2.814737	6.006763	1.5320	6.6880
Dosis Sedang	8	5.369125	1.836398	.649265	3.833858	6.904392	2.7480	8.9890
Dosis Tinggi	8	6.334000	2.006750	.709493	4.656315	8.011685	4.5560	9.5710
Total	32	4.724994	2.210597	.390782	3.927989	5.521999	1.2270	9.5710

ANOVA

Kekuatan Impak

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54.895	3	18.298	5.304	.005
Within Groups	96.594	28	3.450		
Total	151.489	31			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kekuatan Impak

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Dosis rendah	-1.624650	.928680	.318	-4.160259	.910959
	Dosis Sedang	-2.583025*	.928680	.045	-5.118634	-4.7416E-02
	Dosis Tinggi	-3.547900*	.928680	.004	-6.083509	-1.012291
Dosis rendah	Kontrol	1.624650	.928680	.318	-.910959	4.160259
	Dosis Sedang	-.958375	.928680	.732	-3.493984	1.577234
	Dosis Tinggi	-1.923250	.928680	.187	-4.458859	.612359
Dosis Sedang	Kontrol	2.583025*	.928680	.045	4.74163E-02	5.118634
	Dosis rendah	.958375	.928680	.732	-1.577234	3.493984
	Dosis Tinggi	-.964875	.928680	.728	-3.500484	1.570734
Dosis Tinggi	Kontrol	3.547900*	.928680	.004	1.012291	6.083509
	Dosis rendah	1.923250	.928680	.187	-.612359	4.458859
	Dosis Sedang	.964875	.928680	.728	-1.570734	3.500484

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

Kekuatan Impak

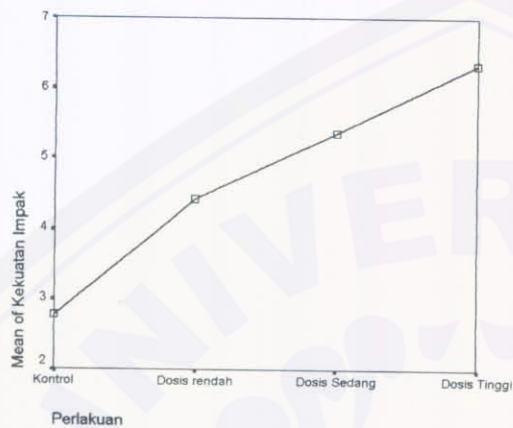
Tukey HSD^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Kontrol	8	2.786100	
Dosis rendah	8	4.410750	4.410750
Dosis Sedang	8		5.369125
Dosis Tinggi	8		6.334000
Sig.		.318	.187

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.000.

Means Plots



Lampiran 3

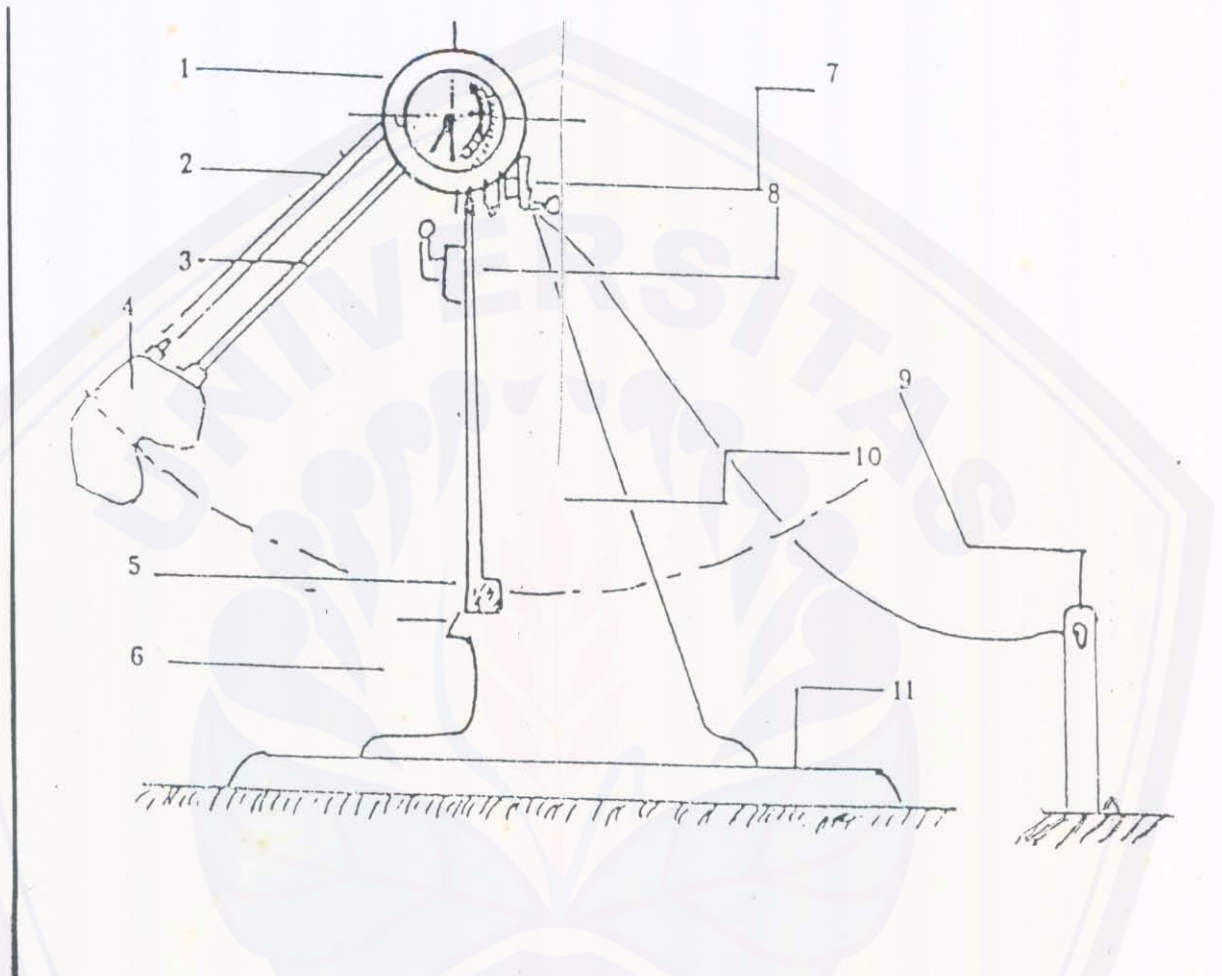
Gambar alat dan bahan penelitian



Keterangan:

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| a. Eter | g. Straight dan Carborundum disk |
| b. Aquades | h. Scalpel |
| c. Gelas ukur | i. Pinset |
| d. Timbangan O-Haus | j. Gunting |
| e. Mortal dan pastle | h. Sondase lambung kecil |
| f. Sondase lambung besar | k. Kalsium Laktat 0,9% |
| l. Kalsium Laktat 0,2% | n. Kalsium Laktat 0,02% |

Lampiran 4
Gambar tes impak Charpy



Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. skala pengukur | 7. handle pengangkat pendulum |
| 2. tuas pengangkat | 8. rem |
| 3. batang pendulum | 9. alat pelepas bandul/pendulum |
| 4. beban bandul pendulum | 10. colcumn |
| 5. test plee | 11. base (alas mesin) |
| 6. anvil dan alat pengaturnya | |