

Efek Pemberian Susu Kambing Peranakan Ettawa terhadap Densitas Tulang Femur pada Tikus Wistar Jantan (*The Effects of Giving Milk of Ettawa Goat Hybrid on Femur Bone Density in Male Wistar Rats*)

Alfy Nurlaili Tusmantoyo¹, Suhartini², Izzata Barid³
¹²³Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember
e-mail korespondensi: alfy.nurlaili.t@gmail.com

Abstract

Bone density is a measurement showing bone compactness. If the value of bone density is normal, the risk of fractures and osteoporosis will be smaller. Calcium is needed for the formation and maintenance of skeletal tissues and bone metabolism. The main sources of calcium are milk and its processed products. Goat milk has several advantages compared to cow milk, but goat milk has not been widely preferred by the society because of its unpleasant smell and is an expensive consumption. Ettawa Goat Hybrid is one kind of milk-producing goats in Indonesia which have a quite good reproduction index and many maintained by society. A total of 10 male wistar rats were divided into 2 groups. The control group was given standard food and drink while the treatment group was given additional diet in the form of milk of Ettawa Goat Hybrid with a dose of 3.6 ml/200 gram rat weight. After 40 days, the rats then were decapitated, and the right femur bones were taken. The femur bones were then photographed and measured for their density using densitometer. The research results showed that there were significant differences in the bone density of the femur between the two groups with the significance level of 0.00 ($p < 0.05$). It can be concluded that milk of Ettawa Goat Hybrid can increase the femur bone density of male wistar rats.

Keywords: calcium, densitometer, density, Ettawa Hybrid goat's milk, femur.

Abstrak

Densitas tulang merupakan ukuran yang menunjukkan kepadatan tulang. Apabila nilai densitas mineral tulang normal, maka resiko akan terjadinya fraktur dan osteoporosis akan lebih kecil. Kalsium dibutuhkan untuk proses pembentukan dan perawatan jaringan rangka tubuh serta metabolisme tulang. Sumber kalsium yang utama adalah susu dan hasil olahannya. Susu kambing memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan susu sapi, namun susu kambing belum terlalu diminati masyarakat karena baunya yang kurang disenangi dan merupakan konsumsi yang mahal. Kambing Peranakan Ettawa merupakan salah satu jenis kambing penghasil susu di Indonesia yang memiliki indeks reproduksi yang cukup baik dan banyak dipelihara oleh masyarakat. Sebanyak 10 ekor tikus wistar jantan dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok kontrol diberi makan minum standar sedangkan kelompok perlakuan diberi tambahan diet berupa susu kambing Peranakan Ettawa dengan dosis 3,6 ml/200 gram BB tikus. Setelah 40 hari, tikus kemudian didekaputasi dan diambil tulang femur kanan. Tulang femur kemudian difoto rontgen dan diukur densitasnya menggunakan densitometer. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang bermakna pada densitas tulang femur antara kedua kelompok tersebut dengan tingkat kemaknaan 0.00 ($p < 0.05$). Dapat disimpulkan bahwa susu kambing Peranakan Ettawa dapat meningkatkan densitas tulang femur tikus wistar jantan.

Kata kunci: densitas, densitometer, femur, kalsium, susu kambing Peranakan Ettawa

Pendahuluan

Salah satu unsur mineral yang sangat dibutuhkan oleh manusia adalah kalsium. Kalsium dibutuhkan untuk proses pembentukan dan perawatan jaringan rangka tubuh serta kegiatan-kegiatan penting lain dalam tubuh. *World Health Organization* merekomendasikan jumlah asupan kalsium yang dianjurkan untuk orang dewasa sekitar 700-800 mg per hari. Asupan kalsium yang lebih tinggi diperlukan pada anak-anak, remaja, dan ibu hamil, dianjurkan 1200 mg per hari [1].

Susu dan hasil olahannya merupakan sumber kalsium utama yang paling baik dan merupakan penyumbang kalsium terbesar dari konsumsi kalsium harian. Susu yang dikonsumsi secara rutin dapat memenuhi angka kecukupan kalsium harian [2].

Susu kambing memiliki beberapa kelebihan dibanding susu sapi untuk pemenuhan gizi manusia. Salah satu keunggulan susu kambing dari susu sapi adalah tingginya proporsi butir-butir lemak ukuran kecil (rantai pendek dan sedang), sehingga susu kambing lebih homogen, mudah dicerna, dan tidak menimbulkan gangguan pencernaan bagi mereka yang alergi bila mengkonsumsi susu sapi [3].

Kambing Peranakan Ettawa (PE) merupakan kambing penghasil daging dan susu yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan penting artinya bagi masyarakat [4]. Kambing Peranakan Ettawa adalah salah satu ras kambing Indonesia yang merupakan hasil persilangan antara kambing lokal Indonesia yaitu kambing Kacang dengan kambing Ettawa yang berasal dari India. Keunggulan kambing Peranakan Ettawa sudah banyak dilaporkan, diantaranya beradaptasi baik dengan lingkungan di Indonesia dan memiliki indeks reproduksi yang cukup baik [5].

Dewasa ini masyarakat Indonesia belum terlalu mengenal susu kambing. Beberapa kekurangan susu kambing dibandingkan dengan susu sapi adalah belum diminati masyarakat karena baunya yang kurang disenangi dan merupakan konsumsi yang mahal harganya dibanding susu sapi, serta konsumennya sangat terbatas karena umumnya masyarakat mengkonsumsi susu kambing hanya sebatas untuk obat [6].

Ukuran yang menunjukkan kepadatan tulang adalah densitas. Densitas mineral tulang adalah *marker* yang berguna untuk mewakili resiko fraktur tulang [7]. Salah satu faktor penting yang dapat berpengaruh pada rendahnya densitas tulang adalah asupan kalsium. Apabila nilai densitas mineral tulang normal, maka resiko akan terjadinya fraktur dan osteoporosis akan lebih kecil [8].

Dalam bidang kedokteran gigi, faktor tumbuh kembang tulang memegang peranan penting dalam bidang ortodonsi karena kualitas tulang yang baik

akan sangat menentukan keberhasilan pergerakan gigi. Terdapat hubungan antara kematangan tulang, kematangan gigi dan pertumbuhan fasial. Kelambatan dalam perkembangan tulang akan menyebabkan kelambatan pola pertumbuhan fasial [9]. Densitas tulang yang rendah pada tulang femur atau paha akan diikuti dengan densitas tulang yang rendah juga pada tulang rahang [10].

Berdasarkan uraian tersebut, penulis ingin melakukan penelitian mengenai efek pemberian susu kambing Peranakan Ettawa terhadap densitas tulang femur pada tikus Wistar jantan. Susu kambing Peranakan Ettawa ini diharapkan dapat menjadi sumber kalsium agar resiko fraktur dan osteoporosis dapat diturunkan, selain itu diharapkan susu kambing Peranakan Ettawa dapat menjadi salah satu alternatif bagi orang yang alergi terhadap protein susu sapi.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *eksperimental laboratoris* dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah *the post test only control group design*. Penelitian dilaksanakan di laboratorium Biomedik Fisiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan (BPFK) di Surabaya.

Sampel terdiri dari 10 ekor tikus wistar jantan yang kemudian diadaptasikan dengan lingkungan kandang selama 7 hari dan diberi makanan standar tikus dan minum setiap hari secara *ad libitum*. Hewan coba dibagi menjadi 2 kelompok yakni kelompok kontrol yang tidak diberi susu kambing Peranakan Ettawa dan kelompok perlakuan diberi susu kambing Peranakan Ettawa dengan jumlah masing-masing 5 ekor tikus tiap kelompok.

Susu kambing Peranakan Ettawa yang dipakai dalam penelitian diambil di Dinas Peternakan Garahan, Jember yang dilakukan pasteurisasi terlebih dahulu. Susu kambing dibekukan dalam *freezer* untuk mencegah berkembangnya kuman yang terdapat didalam air susu dan membuat susu bisa lebih tahan lama. Saat akan diberikan pada tikus untuk perlakuan, susu kambing yang beku tersebut dicairkan dengan cara dipanaskan. Pemberian susu ke hewan coba tidak boleh lebih dari 2 jam setelah pencairan susu, karena susu akan rusak apabila disimpan pada suhu kamar lebih dari 2 jam. Susu kambing Peranakan Ettawa diberikan dengan dosis 3,6 ml/200 gram BB tikus secara peroral dengan sondase lambung selama 40 hari.

Setelah seluruh perlakuan selesai, tikus pada seluruh kelompok didekaputasi dengan menggunakan eter yang diteteskan pada kapas yang kemudian dimasukkan kedalam toples kedap udara. Setelah

dipastikan tikus benar-benar sudah mati, maka dilakukan pembedahan dan pengambilan sampel tulang femur kanan tikus.

Penentuan kepadatan tulang dapat dilihat dari radiografi tulang. Tulang femur diletakan berjejer pada *imaging plate*, kemudian tulang femur difoto thorax. Pengolahan hasil foto rontgen dilakukan dengan cara digital (*Computed Radiography*).

Selanjutnya dilakukan pengukuran densitas dari foto rontgen thorax dengan densitometer. Pengukuran dilakukan pada bagian lempeng epifisis dengan cara mengapit foto rontgen tulang femur pada densitometer digital. Pengukuran dilaksanakan tiga kali kemudian dirata-rata. Nilai densitas didapat dari *optical density* seperti yang tertera pada densitometer. Semakin kecil nilai *optical density* berarti sinar-X yang diserap tulang semakin kecil sehingga nilai densitas besar. Sebaliknya, semakin besar nilai *optical density* berarti sinar-X yang diserap tulang semakin besar sehingga nilai densitas kecil.

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil yang diperoleh setelah dilakukan penelitian, menunjukkan bahwa nilai rata-rata *optical density* tulang femur tikus wistar jantan pada kelompok kontrol (K) dan kelompok perlakuan (P) adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil nilai rata-rata *optical density* tulang femur tikus wistar jantan pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

No	Perlakuan	Kontrol
1	0,973	1,31
2	0,963	1,27
3	0,72	1,19
4	0,943	1,33
5	0,915	1,44
Rerata ±	0,902 ±	1,308 ±
SD	0,104	0,091

Hasil yang ditunjukkan pada tabel 1 memperlihatkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata *optical density* antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Densitas tulang dapat ditunjukkan oleh nilai *optical density* tulang. Nilai *optical density* tulang femur yang rendah menunjukkan nilai densitas tulang femur yang besar. Sebaliknya apabila nilai *optical density* tulang femur

tinggi maka menunjukkan bahwa nilai densitas tulang rendah.

Kelompok yang menunjukkan densitas tulang lebih tinggi adalah kelompok perlakuan yang mendapat tambahan susu kambing Peranakan Ettawa yaitu sebesar 0,902. Sedangkan kelompok kontrol yang tidak mendapatkan tambahan susu kambing Peranakan Ettawa menunjukkan nilai densitas tulang yang lebih rendah yaitu sebesar 1,308.

Data yang diperoleh kemudian dilakukan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* dan didapat nilai signifikansi sebesar 0,749 ($p > 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa data terdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji homogenitas *Levene* dan didapat nilai signifikansi 0,800 ($p > 0,05$) sehingga menunjukkan data homogen. Data yang telah diketahui terdistribusi normal dan mempunyai variasi yang homogen, kemudian dilanjutkan dengan menganalisis data hasil penelitian menggunakan *Independent T-test* dan diperoleh 0,000 ($p < 0,05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan atau terdapat perbedaan yang bermakna terhadap densitas tulang femur antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan.

Pembahasan

Peningkatan densitas tulang ditunjukkan pada kelompok perlakuan yaitu kelompok yang mendapat tambahan diet berupa susu kambing Peranakan Ettawa. Susu kambing mengandung banyak zat gizi seperti kalsium, fosfor, vitamin D, protein, dan zat gizi lain yang baik untuk kesehatan tulang. Asupan nutrisi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi densitas atau kepadatan tulang, selain faktor lainnya seperti aktivitas fisik, hormon, jenis kelamin dan usia.

Kalsium merupakan zat mineral penting yang sangat berperan dalam metabolisme tulang melalui mekanisme kompleks. Tulang secara terus menerus mengalami peremajaan (*remodeling*), yaitu keseimbangan dinamik antara penyerapan atau resorpsi tulang oleh osteoklas dan pembentukan tulang oleh osteoblas. Proses *remodeling* ini tidak terbatas pada fase pertumbuhan saja, akan tetapi berlangsung seumur hidup. Pembentukan tulang terutama terjadi pada masa pertumbuhan [11].

Mekanisme kalsifikasi tulang pada *remodeling* tulang adalah terjadinya sekresi molekul kolagen dan substansi dasar oleh osteoblas pada tahap awal. Monomer kolagen berpolimerisasi sehingga membentuk osteosit. Dalam waktu beberapa hari setelah osteosit terbentuk, garam kalsium mulai mengalami presipitasi (*pengendapan*) pada permukaan serat kolagen. Presipitasi mula-mula terjadi di sepanjang serat kolagen yang dengan cepat bermultiplikasi dan tumbuh untuk menghasilkan

produk akhir yaitu hidroksiapatit dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Konsentrasi ion kalsium dan fosfat dalam cairan ekstrasel harus lebih besar daripada jumlah yang diperlukan agar dapat terjadi presipitasi (pengendapan) di tulang [12]. Susu kambing Peranakan Ettawa yang diduga mengandung kalsium cukup tinggi memungkinkan terjadinya prepitasi pada proses remodeling tulang sehingga densitas tulang menjadi tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Hermastuti dan Isnawati (2012) yang menyebutkan bahwa pada subyek yang memiliki asupan kalsium lebih dari AKG (Angka Kecukupan Gizi) semuanya 100% memiliki kepadatan tulang yang baik [13].

Terdapat mekanisme homeostasis pertukaran ion kalsium antara tulang dengan cairan ekstrasel disamping proses remodeling tulang. Beberapa kalsium tidak ditimbun dalam bentuk hidroksiapatit pada tulang, melainkan dalam bentuk senyawa amorf yaitu suatu campuran garam seperti $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_2$. Tulang yang mengandung garam kalsium amorf tersebut, terutama CaHPO_4 yang terikat longgar di dalam tulang selalu berada dalam keseimbangan timbal balik dengan ion kalsium dan fosfat dalam cairan ekstrasel [12]. Keseimbangan metabolisme kalsium diatur oleh tiga faktor, hormon paratiroid, vitamin D, dan kalsitonin yang dihasilkan oleh kelenjar tiroid [11].

Terdapat pengaturan hormonal dalam menjaga keseimbangan konsentrasi ion kalsium dalam tubuh, yaitu oleh hormon paratiroid (PTH) dan hormon kalsitonin. Apabila kadar ion kalsium dalam cairan ekstrasel rendah, hormon PTH akan merangsang pengambilan kalsium dari tulang untuk mempertahankan konsentrasi ion kalsium dalam plasma. Sebaliknya pada hormon kalsitonin efeknya cenderung berlawanan dengan hormon PTH. Hormon kalsitonin dapat menurunkan kadar ion kalsium yang berlebih sehingga kadar ion kalsium menjadi normal kembali [12]. Pemberian susu dengan kadar kalsium tinggi seperti susu kambing Peranakan Ettawa dimungkinkan dapat mempertahankan keseimbangan kadar kalsium serum darah [13]. Asupan kalsium berperan penting untuk mempertahankan keseimbangan kalsium secara positif sehingga cadangan kalsium tulang tidak diambil untuk menjaga keseimbangan kalsium darah. Pengambilan kalsium dari tulang dalam waktu lama akan menyebabkan pengeroposan tulang [14].

Susu kambing juga mengandung vitamin D yang dapat membantu proses metabolisme kalsium. Vitamin D mempunyai efek yang kuat dalam mengabsorpsi kalsium dari saluran pencernaan [12]. Densitas tulang yang lebih tinggi pada kelompok perlakuan yang diberi susu kambing Peranakan

Ettawa juga dimungkinkan karena kandungan protein yang dapat meningkatkan densitas mineral tulang. Individu dengan asupan protein rendah memiliki DMT yang juga rendah dan mengalami kehilangan densitas tulang yang lebih besar [15].

Kandungan gizi pada susu kambing Peranakan Ettawa seperti kalsium, vitamin D, dan protein serta zat-zat lainnya seperti yang telah diuraikan diatas yang dapat mengakibatkan peningkatan densitas tulang femur pada penelitian ini. Hal ini terbukti pada kelompok tikus perlakuan yang diberi susu kambing Peranakan Ettawa memiliki nilai densitas tulang yang lebih baik dibandingkan dengan dengan tikus kontrol.

Simpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah terdapat efek pemberian susu kambing Peranakan Ettawa berupa peningkatan densitas tulang femur pada tikus wistar jantan.

Saran pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai komposisi kandungan gizi yang lebih spesifik pada susu kambing Peranakan Ettawa dan dibandingkan dengan kandungan gizi susu kambing jenis lain seperti susu kambing Saneen dan perlu dilakukan penelitian lanjutan yang lebih spesifik tentang kualitas tulang lain seperti menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Serta perlu dilakukan upaya yang dapat membuat masyarakat menjadi lebih tertarik mengkonsumsi susu kambing Peranakan Ettawa sehingga dapat meningkatkan densitas tulang, seperti membuat bentuk produk lain selain susu segar misalnya yogurt, keju atau es krim yang berbahan dasar susu kambing Peranakan Ettawa.

Daftar Pustaka

1. Trilaksani W, Salamah E, Nabil M. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) sebagai Sumber Kalsium dengan Metode Hidrolisis Protein. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 2006; Vol 9(2).
2. Hardinsyah, Damayanthi E, Zulianti W. Hubungan Konsumsi Susu dan Kalsium dengan Densitas Tulang dan Tinggi Badan Remaja. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 2008; Vol 3(1).
3. Utama, I-Ketut. Pemanfaatan Sumberdaya Ternak Lokal sebagai Ternak Perah Mendukung Peningkatan Produksi Susu Nasional. *Wartazoa*. 2008; Vol 18 (4).
4. Mahardhika O, Sudjatmogo, Prayogi TH. Tampilan Total Bakteri dan pH pada Susu Kambing Perah Akibat *Dipping* Desinfektan

- yang Berbeda. *Animal Agriculture Journal*. 2012; Vol 1 (1).
5. Budiarsana, I.G.M. Analisis Ekonomi Usaha Ternak Kambing PE sebagai Ternak
 6. Penghasil Susu dan Daging. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 2009
 7. Atmiyati. Potensi Susu Kambing sebagai Obat dan Sumber Protein Hewani untuk Meningkatkan Gizi Petani. *Temu Teknis Fungsional Non Peneliti*. 2001
 8. Tahir, A.M. Gambaran Densitas Mineral Tulang Vertebra Lumbal Akseptor KB suntik DMPA. *Maj Obsterit Ginekologi Indonesia*. 2009; Vol 33 (2).
 9. Suryono, Setiawan B, Martianto D, Sukandar D. Pengaruh Pemberian Susu terhadap Kadar Kalsium Darah dan Kepadatan Tulang Remaja Pria. *Media Gizi & Keluarga*. 2007; Vol 31(1).
 10. Pudyani, Pinandi Sri. Reversibilitas Kalsifikasi Tulang Akibat Kekurangan Protein Pre dan Post Natal. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)*. 2005; Vol. 38 (3).
 11. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 142/MENKES/SK/XII/2008 tentang Pedoman Pengendalian Osteoporosis.
 12. Kawiyana, I Ketut Siki. Osteoporosis Patogenesis Diagnosis dan Penanganan Terkini. *J Peny Dalam*. 2009; Vol 10 (2).
 13. Guyton & Hall. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Terjemahan oleh Irawati et al. Jakarta: EGC. 2007.
 14. Hermastuti A & Isnawati M. Hubungan Indeks Massa Tubuh, Massa Lemak Tubuh, Asupan Kalsium, Aktivitas Fisik dan Kepadatan Tulang pada Wanita Dewasa Muda. *Journal of Nutrition Collage*. 2012; Vol 1 (1).
 15. Masri, Erina. Pengaruh Pemberian Kalsium, Vitamin D dan Zat Besi terhadap Kadar Kalsium Serum Tikus Putih (*Rattus novergicus*) Galur Wistar. *Scientia Jurnal Farmasi dan Kesehatan*. 2011; Vol 1 (1).
 16. Setyawati B, Prihatini S, Rochmah W, Pangastuti R. Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Densitas Mineral Tulang pada Perempuan Dewasa Muda. *Penelitian Gizi dan Makanan*. 2011; Vol 34 (2).