

Kepadatan dan Kekuatan Tulang Sapi Bali Betina yang Dipelihara Masyarakat di Bali

(*THE DENSITY AND STRENGTH OF FEMALE BALI CATTLE BONE
REARING BY BALINESE COMMUNITY*)

I Wayan Batan¹, Betharia Criselda Fanggidae²,
I Ketut Suatha³, I Nyoman Suarsana⁴

¹Laboratorium Diagnosis Veteriner;
Lab Manajemen dan Penyakit Sapi Bali

²Mahasiswi Program Pendidikan Dokter Hewan,

³Laboratorium Anatomi Veteriner, ⁴Laboratorium Biokimia Veteriner

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayama,

Jln Sudirman, Denpasar, Bali, Indonesia

Telpon 0361 223791; email: bobbatan@yahoo.com

ABSTRAK

Sapi bali (*Bos (Bibos) banteng*) kerap mengalami patah tulang (fraktura) metakarpale, tulang femur atau tulang tibia-fibula. Penelitian ini bertujuan mengungkap kekuatan dan kepadatan tulang sapi bali betina yang menjadi penentu terjadinya patah tulang. Guna mengungkap kekuatan tulang sapi bali, unsur-unsur yang perlu didalami antara lain: kepadatan tulang, ketebalan kortikal tulang, diameter tulang, dan ketahanan tulang terhadap tekanan. Untuk mengetahui kepadatan tulang dilakukan dengan mengukur berat jenis tulang, ketebalan kortikal tulang, dilakukan dengan cara membelah tulang dengan menggergaji tulang tibia secara memanjang, kemudian diukur ketebalan dinding silinder tulang dengan menggunakan kaliper. Pengukuran ketahanan tulang terhadap tekanan dilakukan dengan cara membebani tulang dengan suatu bobot tertentu, hingga tulang patah atau retak, dan diukur pada pembebanan berapa tulang mengalamai patah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata bobot jenis tulang tibia sapi bali betina adalah 1,95 g/mL, diameter tulang tibia adalah 26,45 mm, ketebalan kortikal tulang tibia pada bagian atas, tengah, bawah secara berurutan adalah 5,50 mm, 6,25 mm, 5,35, dan uji kuat tekan tulang tibia adalah 9,26 pascal dengan rata-rata beban yang mampu disangga adalah 56,75 Newton dan rata-rata luas penampang tulang tibia adalah 6,05 cm². Dalam penelitian ini telah berhasil diperoleh berat jenis tulang tibia sapi bali di samping diameter tulang, ketebalan kortikal tulang, dan kekuatan tulang terhadap tekanan. Diharapkan dari penelitian ini diperoleh gambaran kekuatan tulang sapi bali yang belum banyak dilaporkan, sehingga dapat memberi rekomendasi untuk perbaikan manajemen pemeliharaan sapi bali.

Kata-kata kunci: sapi bali; kekuatan tulang; berat jenis tulang; kuat tekan tulang

ABSTRACT

Bali cattle (*Bos (Bibos) banteng*) often experience fractures (fractures) of metacarpale, femur bone or tibia-fibular bone. This study was aim to reveal the strength and density of female Bali cattle bone which determines the occurrence of fractures. In order to reveal the strength of bali cattle bones, the elements that need to be explored include: bone density, cortical thickness of tibia bone, bone diameter, and bone resistance to pressure. To determine bone density performed by measuring bone specific gravity, cortical thickness of bone, carried out by splitting the bone by sawing the tibia bone extensively, then measuring the thickness of the wall of the bone cylinder using a caliper. Measurement of bone resistance to pressure was done by weighing the bone with a certain weight until the bone breaks or cracks and then measured by checking in which load the bones breaks or cracks. The result shown that the average density of Bali cow os tibia is 1.95 g/mL, average os tibia diameter is 26.45 mm, os tibia cortical thickness from top, middle, and bottom in sequence are 5.50 mm, 6.25 mm, and 5.35 mm. The result of os tibia compressive strength test is 9.26 Pascal with average load can be hold is 56.75 Newton and average wide of os tibia cross section cut is 6.05 cm². This study result can be used as representation of Bali cow os tibia strength that has not been widely reported and can be used as recommendation for improvement of female Bali cattle livestock management.

Keywords: female Bali cattle; bones strength; bones density; bones compressive strength

PENDAHULUAN

Sapi bali merupakan sapi potong asli Pulau Bali dan merupakan domestikasi dari banteng (*Bibos banteng*). Sapi bali termasuk sapi unggul karena memiliki daya reproduksi tinggi, bobot karkas yang berat, mudah dikembangkan, dan mudah beradaptasi dengan lingkungan baru sehingga dikenal sebagai sapi perintis. Menurut Batan (2006) sapi bali memiliki rambut dan kulit berwarna merah bata pada pedet dan betina, tetapi pada sapi jantan yang telah dewasa kelamin warna merah bata berangsur-angsur berubah menjadi hitam. Bila sapi jantan dikediri warna hitam tidak muncul atau sapi yang telah berwarna hitam kembali berwarna merah bata.

Tulang merupakan bagian tubuh yang memiliki fungsi utama sebagai pembentuk rangka, penyangga tubuh, alat gerak, pelindung organ-organ internal, serta tempat penyimpanan mineral (kalsium-fosfor). Jaringan tulang memiliki tiga tipe sel yakni osteoblas, osteoklas dan osteosit. Jaringan tulang bersifat dinamis karena secara terus menerus mengalami pembaharuan yang dikenal dengan proses *remodeling*. *Remodeling* tulang merupakan suatu proses kompleks yang melibatkan resorpsi tulang yang diikuti dengan pembentukan tulang baru. *Remodeling* tulang ditujukan untuk mengatur homeostasis kalsium, memperbaiki jaringan yang rusak akibat pergerakan fisik atau kerusakan minor karena faktor stres, dan pembentukan kerangka pada masa pertumbuhan (Hill dan Orth, 1998; Fernandez *et al.*, 2006). Seluruh bagian tulang terdiri atas mineral, terutama *hydroxyapatite* yang diendapkan dalam matriks organik (OM) yang terutama tersusun atas kolagen. Kandungan mineral tulang adalah keseimbangan antara pembentuk tulang dan penyerapan tulang. Proses tersebut dipengaruhi oleh pakan, umur, dan fisiologi hewan.

Osteoporosis atau tulang keropos (*porous bone*) adalah penyakit yang ditandai dengan massa tulang yang rendah dan rusaknya mikroanatomi/ histologi tulang yang mengakibatkan tulang merapuh dan risiko patah membesar. Patah tulang dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kurangnya kalsium sehingga rapuh, tua, dan *menopause*. Patah tulang karena proses transportasi ke pasar hewan telah dilaporkan terjadi pada sapi bali (Masruroh *et al.*, 2015).

Sapi bali yang berasal dari Desa Tianyar, Kabupaten Karangasem, Bali yang merupakan suatu daerah berpasir di utara Gunung Agung, kerap mengalami patah tulang pada bagian kaki dibanding sapi sejenis asal daerah lain di Bali pada saat proses transportasi. Sapi bali yang mengalami kejadian patah tulang jika dijual di pasar hewan oleh para pedagang dihargai dengan nilai yang lebih rendah, karena sapi-sapi tersebut tidak dapat dijual keluar daerah atau diantarpulaukan serta tidak produktif jika ingin digunakan sebagai indukan ataupun penggemukan.

Sapi bali sering mengalami kejadian patah tulang pada tulang tibia. Berdasarkan uraian tersebut, maka penelitian ini menarik untuk dilakukan, karena belum pernah dilaporkan informasi mengenai kepadatan, struktur, dan kekuatan (tekan) tulang sapi bali. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kepadatan, struktur, dan kekuatan tekan tulang tibia sapi bali betina.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian ini adalah tulang tibia sapi bali betina dewasa yang diperoleh dari Rumah Pematangan Hewan (RPH) Mambal Badung, Bali. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisau kecil untuk membersihkan sisa-sisa otot pada tulang tibia, timbangan, jangka sorong, gerinda, mesin kuat tekan merek *Controlis*, boks plastik, kamera digital, larutan H_2O_2 3%, dan air.

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas yaitu umur sapi sedangkan variabel terikat terdiri dari berat jenis tulang, struktur tulang, dan kekuatan tulang.

Data dikumpulkan dari 20 tulang tibia sapi bali betina dewasa dikumpulkan dari RPH.. Pengambilan sampel tulang dimulai dari jam 23.00 WITA hingga selesai. Dalam penelitian ini diambil tulang tibia karena tulang tibia memiliki keragaman yang kecil dalam perhitungan berat jenis (Simon dan Moodie, 1973).

Tulang tibia sampel penelitian dibersihkan terlebih dahulu dari sisa-sisa jaringan lunak berupa otot dengan cara merendam tulang tersebut dalam boks plastik yang telah diisi dengan larutan H_2O_2 0,1% selama kurang lebih satu minggu. Pembuatan larutan H_2O_2 dilakukan dengan mencampurkan 2400 mL

H₂O₂ 3% dengan 65 liter air. Setelah tulang tibia bersih dan bebas dari otot yang melekat, tulang tersebut kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama tujuh hari hingga kering. Tulang tibia yang telah kering selanjutnya ditentukan berat jenis, struktur, dan kekuatan (tekan)nya.

Berat Jenis Tulang. Untuk mengetahui kepadatan tulang dilakukan perhitungan berat jenis dengan cara menimbang tulang menggunakan alat penimbang dan mengukur volume tulang dengan cara memasukan tulang ke dalam kolom tabung yang sudah berisi air, kemudian air yang tumpah adalah volume dari tulang tersebut. Setelah mendapatkan volume tulang lakukan perhitungan berat jenis dengan rumus sebagai berikut: Berat jenis = (berat tulang) x (volume tulang)⁻¹

Struktur Tulang. Untuk mengetahui gambaran struktur tulang dilakukan dengan memotong tulang tibia secara memanjang hingga terbelah menjadi dua bagian kemudian dihitung ketebalan kortikal dan diameter tulang tibia sapi bali menggunakan jangka sorong.

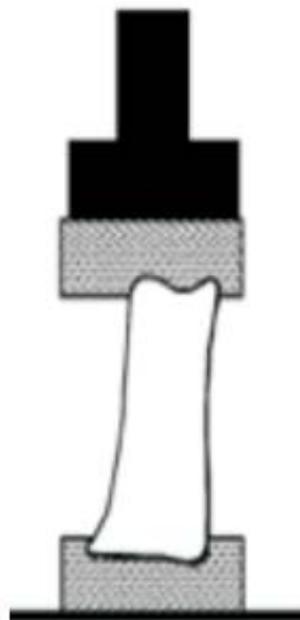
Uji Kuat Tekan Tulang. Untuk mengetahui kekuatan tulang dilakukan dengan cara memotong rata kedua ujung tulang hingga diperoleh panjang tulang 10 cm, lalu tulang tersebut diposisikan berdiri pada mesin uji kuat

tekan, kemudian dilakukan penekanan hingga tulang pecah. Mesin uji kuat tekan (Gambar 1) menunjukkan berapa besar beban maksimum yang mampu ditahan oleh tulang. Besar tekanan ini yang nantinya akan dicatat (Turner dan Burr, 1993). Berikut adalah rumus untuk uji kuat tekan: Uji kuat tekan = (beban maksimal benda uji tekan) x (luas penampang Tulang tibia sapi bali)⁻¹

Luas penampang tibia sapi bali = Luas penampang luar tulang tibia sapi bali – luas penampang dalam tulang tibia sapi bali

Analisis Data

Data pada penelitian ini merupakan data primer yang didapat langsung berdasarkan analisis pengukuran berat jenis, struktur tulang dan uji kuat tekan. Data yang diperoleh dihitung rata-rata berat jenis, struktur tulang dan kekuatan tulang tibia sapi bali. Pengukuran berat jenis dan struktur tulang dilakukan di Laboratorium Manajemen dan Penyakit Sapi Bali, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana sedangkan untuk uji kuat tekan tulang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur, Fakultas Teknik, Universitas Udayana di Kampus Unud Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali.



Gambar 1. Gambaran skematik cara mengukur daya kuat tekan tulang tibia sapi bali betina dengan mesin kuat tekan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot Jenis Tulang Tibia Sapi Bali Betina

Hasil pengukuran bobot tulang tibia sapi bali bervariasi antara 400-600 g, volume tulang tibia sapi bali bervariasi antara 150-390 mL, sedangkan berat jenis tulang tibia sapi bali bervariasi antara 1,50-2,86 g/mL. Hasil pengukuran selengkapnya disajikan pada Tabel 1

Struktur Tulang Tibia Sapi Bali Betina

Hasil pengukuran ketebalan tulang tibia sapi bali bervariasi. Ketebalan tulang kortikal bagian atas antara 3,5-7,0 mm, ketebalan tulang bagian tengah antara 4,5-7,7 mm, ketebalan tulang bagian bawah antara 4,0-7,5 mm, sedangkan untuk diameter tulang tibia sapi bali yang diperoleh adalah 26,45 mm. Hasil pengukuran selengkapnya disajikan pada Tabel 2

Uji Kuat Tekan Tulang Tibia Sapi Bali Betina

Hasil kuat uji tekan tulang tibia sapi bali bervariasi mulai dari 0,74-3,32 pascal, beban maksimal benda uji tekan antara 30-83 N sedangkan luas penampang benda uji tekan antara 1,00-3,32 pascal. Hasil pengukuran selengkapnya disajikan pada Tabel 3

Berat Jenis Tulang

Tulang tibia merupakan tulang yang memiliki keragaman yang kecil dalam perhitungan berat jenis, sehingga diharapkan dapat memperlihatkan berat jenis yang cukup jelas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tua tulang maka semakin menurun nilai berat jenis tulang tibia sapi bali. Rataan berat jenis tulang tibia sapi bali yang diperoleh adalah 1,95 g/mL. Rataan berat jenis tulang tibia

Tabel 1. Hasil pengukuran berat jenis tulang tibia sapi bali betina

Sampel	Umur (tahun)	Berat Tulang (g)	Volume tulang (mL)	Berat Jenis Tulang (g/mL)
1	4	500	260	1,92
2	4	430	150	2,86
3	5	450	230	1,95
4	5	510	240	2,12
5	5	400	220	1,81
6	5	560	240	2,33
7	5	600	300	2,00
8	6	600	400	1,50
9	6	590	390	1,51
10	6	600	380	1,57
Rataan	5,1	524	281	1,95

Tabel 2. Hasil pengukuran struktur tulang tibia sapi bali betina

Sampel	Umur (thn)	Ketebalan kortikal bag.atas (mm)	Ketebalan kortikal bag.tengah (mm)	Ketebalan kortikal bag.bawah (mm)	Diameter tulang tibia (mm)
1	4	7,0	6,5	4,0	25,0
2	4	5,5	7,0	7,5	27,5
3	5	7,0	6,5	6,0	25,0
4	5	4,5	6,5	5,5	26,5
5	5	5,5	6,0	5,0	24,0
6	5	4,5	5,5	5,0	26,0
7	5	6,5	7,5	5,5	27,0
8	6	5,5	6,0	4,0	28,0
9	6	3,5	4,5	5,0	28,0
10	6	5,5	6,5	6,0	27,5
Rataan	5,1	5,5	6,25	5,35	26,45

sapi bali yang diperoleh adalah 1,95 g/mL. Menurut penelitian yang dilakukan Siemon NJ and Moodie 1973 di rumah potong hewan Queensland Australia, berat jenis tulang tibia pada domba 1,53 g/mL dan pada tulang tibia sapi 1,57g/mL.

Setiap benda misalnya tulang memiliki massa jenis (kadang disebut berat jenis) yaitu perbandingan antara bobot tulang dan volume tulang. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa sapi yang berumur 6 tahun memiliki nilai berat jenis yang kecil dibandingkan dengan sapi berumur 4 atau 5 tahun. Tulang femur dikatakan memiliki kepadatan yang tinggi jika berat jenisnya 2,06 g/mL. Sementara itu kepadatan tulang metacarpal III pada domba sufolk yang ditentukan berat jenis berkisar antara 1,88-1,94 g/mL (Van Alstyne *et al.*, 2006). Pada laporan AlmeidaPaz *et al* (2006), berat jenis cangkang telur pada boiler ditemukan paling tinggi pada saat menjelang bertelur (minggu ke-30). Angka terendah ditemukan pada minggu ke-35 dan 42 saat produksi puncak. Berat jenis sangat dipengaruhi oleh bobot cangkang.

Kalsium dan fosfor merupakan dua mineral yang penting untuk pembentukan tulang. Apabila asupan kalsium tidak mencukupi atau hewan tidak memperoleh cukup kalsium dari makanan, maka pembentukan tulang dan jaringan tulang akan terganggu. Kandungan mineral tulang merupakan keseimbangan antara pembentukan tulang dan resorpsi tulang. Keseimbangan tersebut dipengaruhi oleh pakan, umur dan keadaan fisiologi hewan (Carter dan Splengler 1978). Kandungan abu tulang, 37% adalah kalsium, 18,5% adalah fosfor. Dalam

keadaan kering, 65-70% tulang adalah mineral dan 30-35% adalah matriks tulang.

Pada ruminansia, perubahan kandungan mineral tulang telah dilaporkan dan dipengaruhi oleh proses laktasi dan karena pakan (Knowlton dan Herbein, 2002). Tahap laktasi tidak mempengaruhi kandungan mineral fosfor pada tulang vertebrae caudalis, namun kandungan fosfor pada tulang metakarpal sangat dipengaruhi pada masa laktasi ke-2. Kandungan mineral total pada tulang metakarpal dan vertebrae caudalis tidak dipengaruhi oleh paritas, namun kandungan kalsium dan fosfor meningkat dengan penambahan paritas (Keene *et al.*, 2004).

Struktur Tulang Tibia Sapi Bali

Hasil rata-rata diameter tulang tibia sapi bali betina pada penelitian ini adalah 26,45 mm (Tabel 2). Tulang adalah jaringan yang dinamis, memerankan fungsi mekanika, biologi dan kimiawi. Perkembangan tulang, kandungan kimiawi, dan sifat fisiknya dipengaruhi oleh umur, pakan, status hormon, dan penyakit (Loveridge, 1999). Struktur tulang diperiksa untuk mengetahui kepadatan tulang. Struktur yang diperiksa pada umumnya adalah diameter dan ketebalan kortikal tulang. Manolagas (2000) telah melaporkan penelitian tentang perubahan panjang, bobot dan diameter tulang oleh aktivitas osteoblas dan osteoklas. ketebalan kortikal tulang bisa menurun jika hewan betina telah tua. Sabri (2011) telah melaporkan penelitiannya tentang pemberian ekstrak etanol batang si patah-patah pada tulang menopause. Tulang juga berperan sebagai reservoir

Tabel 3. Hasil uji kuat tekan tulang tibia sapi bali betina

Sampel	Umur(tahun)	Beban maksimal benda uji tekan (N)	Luas penampang benda uji tekan (cm ²)	Uji kuat tekan (Pa)
1	3	30	5,85	5,12
2	3	-	6,25	-
3	4	57	5,10	11,17
4	4	38	5,60	6,78
5	4	35	5,85	5,98
6	5	77	6,97	11,04
7	5	67	6,48	10,3
8	5	-	8,87	-
9	5	67	5,73	11,6
10	5	83	6,85	12,11
Rataan	4,3	56,75	6,05	9,26

Keterangan: N= Newton; Pa= Pascal

metabolik untuk kalsium, fosfor dan mineral lainnya.

Pada ternak sapi pedaging dilaporkan terjadi osteoporosis pada sapi yang diberi pakan rendah kandungan fosfor (6-12 g/hari) selama dua tahun (Shupe *et al.*, 1998). Pada manusia porositas tulang lebih berkaitan dengan umur dibandingkan kandungan mineralnya (McCalden *et al.*, 1993).

Kekuatan Tulang Tibia Sapi Bali Terhadap Kompresi

Dalam penelitian ini menggunakan 10 tulang tibia sapi bali betina. Rataan kekuatan tulang tibia sapi bali terhadap kompresi yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 9,26 pascal (N/cm²) (disajikan pada Tabel 3). Kekuatan tulang ditentukan oleh sejumlah parameter seperti geometri (bangun) tulang, ketebalan kortikal dan porositas (seperti morfologi trabekula tulang). Dari sejumlah faktor yang menentukan kekuatan tulang, dimensi tulang seperti diameter luar dan ketebalan kortikal, sangat menentukan (Oxlund *et al.*, 1993, Andreassen *et al.*, 1995, Turner 2002). Dalam penelitian ini rata-rata diameter tulang sapi bali betina adalah 26,45 mm (Tabel 2). Hampir 55% kekuatan tulang ditentukan oleh diameter luar. Secara mekanika diketahui bahwa suatu tabung (seperti tulang) kekuatannya meningkat, jika diameternya bertambah terhadap suatu gerakan fleksio (Turner dan Burr, 1993).

Merangsang pertumbuhan tulang dengan *insulin-like growth factor I* (IGF-I), *growth hormone*, dan *parathyroid hormon* (PTH) dapat merangsang aposisi periosteum dan menambah diameter luar tulang panjang. Peningkatan ketebalan kortikal tulang dengan menghambat resorpsi tulang endosteal dapat meningkatkan kekuatan tulang (Ammann dan Rizzoli, 1996). Kepadatan tulang menentukan kekuatan tulang. Massa tulang terdiri dari kalsium sebagai dasar pembentuk tulang yang kuat. Cara menduga kekuatan tulang paling baik dapat dilakukan dengan mengukur *bone mineral density* (BMD).

SIMPULAN

Berdasarkan kepadatannya, berat jenis yang diperoleh adalah 1,95 g/mL, struktur tulang memiliki rata-rata diameter 26,45 mm, ketebalan kortikal tulang tibia pada bagian atas, tengah, bawah secara berurutan adalah 5,50

mm, 6,25 mm, 5,35 mm dan uji kuat tekan tulang tibia adalah 9,26 pascal dengan rata-rata beban yang mampu disangga adalah 56,75 Newton.

SARAN

Penelitian lebih lanjut kiranya perlu menggunakan variabel yang lebih banyak agar hasil yang didapat lebih akurat. Perlu dilakukan pengukuran densitas tulang menggunakan *Bone Densitometry (Dual Energy X-ray Absorptiometry/DEXA)*, di samping memeriksa histologi tulang atau melakukan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah melancarkan penelitian ini, antara lain Lab Manajemen dan Penyakit Sapi Bali, FKH Unud, Laboratorium Bahan dan Struktur, Fakultas Teknik, Unud, dan Rektor Unud yang telah membantu pendanaan melalui program penelitian Unggulan Udayana, dengan nomor kontrak : SP-DIPA-042.01.2.400969/2018

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida Paz ICL, Mendes AA, Takita TS, Vulcano LC, Guerra PC, Wescheler FS, Gracia RG. 2004. Tibial dyschondroplasia and bone mineral density. *Brazilian Journal of Poultry Scient* 6: 207-212.
- Ammann P, Rizzoli R, Meyer JM, Bonjour P. 1996. Bone density and shape as determinants of bone strength in IGF-I and/or pamidronate-treated ovariectomized rats. *Osteoporos Int* 6: 219-227.
- Andreassen TT, Jorgensen PH, Flyvbjerg A. 2005. Growth hormone stimulates bone formation and strength of cortical bone in aged rats. *J Bone Miner Res* 10: 1057-1067.
- Batan IW. 2006. *Sapi Bali dan Penyakitnya*. Denpasar. UPT Penerbit Unud. Universitas Udayana,.
- Carter DR, Splengler DM. 1978. Mechanical properties and composition of cortical bone. *Clin Orthop* 135: 192-217.

- Fernandez I, Gracia MAA, Pingarron MC, Jerez LB. 2006. Physiological bases of bone regeneration II. The remodeling process. *Med Oral Patol Cir Bucal* 11: E151-175.
- Hill PA, Orth M. 1998. Bone remodelling. *British Journal of Orthodontics* 25: 101-107.
- Keene BE, Knowlton KF, Wilson JH, McGilliard ML, and Holtaway C. 2004. Bone breaking strenght in mature diary cows. Trans. ASAE.
- Knowlton KF, Herbein JH. 2002. Phosphorus prtitioning during early lactation in dairy cows fed diets varying in phosphorus content. *J Dairy Sci* 85: 1227-1236.
- Loveridge N. 1999. Bone: more than a stick. *J Anim Sci* 77(Suppl.2):1990-1996
- Masrurroh, Pemayun AAGP, Batan IW. 2015. Kejadian Pincang pada Sapi Bali Akibat Trauma Terkait Proses Transportasi ke Pasar Hewan Beringkit. *Indonesia Medicus Veterinus* 4(2): 129-138.
- McCalden RW, McGeough JA, Barker MB, Court-Brown CM. 1993. Age-related changes in the tensile properties of cortical bone. The relative improtance of changes in porosity, mineralization and microstructure. *J Bone Join Surg Am* 75: 1193-1205.
- Misch CE. 1990. Density of bone: effect on ttreatment plans, surgcal approach, healing, and progressive bone loading. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6: 23-31.
- Oxlund H, Ejersted C, Andreassen TT, et al. 1993. Parathyroid hormone (1-34) and (1-84) stimulate cortical bone formation both from periosteum and endosteum. *Calcif Tissue Int* 53: 394-409.
- Prabowo A, McDowell LR, Wilkinson NS, Wilkinson CJ, Conrad JH. 1990. Mineral status of grazing cattle in south sulawesi, Indonesia: II. Microminerals. *Asian-Australian J of Anim Sci* 4(2): 121-130.
- Shupe JL, Butcher JE, Call JW, Olson AE, Blake JT. 1998. Clinical signs and bone changes associated with phosphorus deviciency in beef cattle. *Am J Vet Res* 49: 1629-1636.
- Siddapur PR, Patil AB, Borde VS. 2015. Comparison of Bone Mineral Density, T-Scores and Serum Zinc between Diabetic and Non Diabetic Postmenopausal Women with Osteoporosis. *Journal of Laboratory Physicians* 7(1): 43-48.
- Siemen NJ, Moodie EW. 1973. Reproducibility of spesific gravity estimation on bone samples from different sites of cattle and sheep. *Calc Tiss Res* 15: 181-188
- Turner CH. 2002. Biomechanics of bone: determinants of skeletal frafility and bone quality. *Osteoporos Int* 13: 97-104.
- Turner CH, Burr DB. 1993. Basic biomechanical measurements of bone: A tutorial. *Bone* 14: 595-608.
- Van Alstyne R, McDowell LR, Davis PA, Wilkinson NS, Watren LK, O'connor. 2006. Effect of dietary, aluminum from an aluminum water treatment residual on bone density and bone mineral content of feeder lambs. *Profesional Animal Scientist* 22: 153-157