

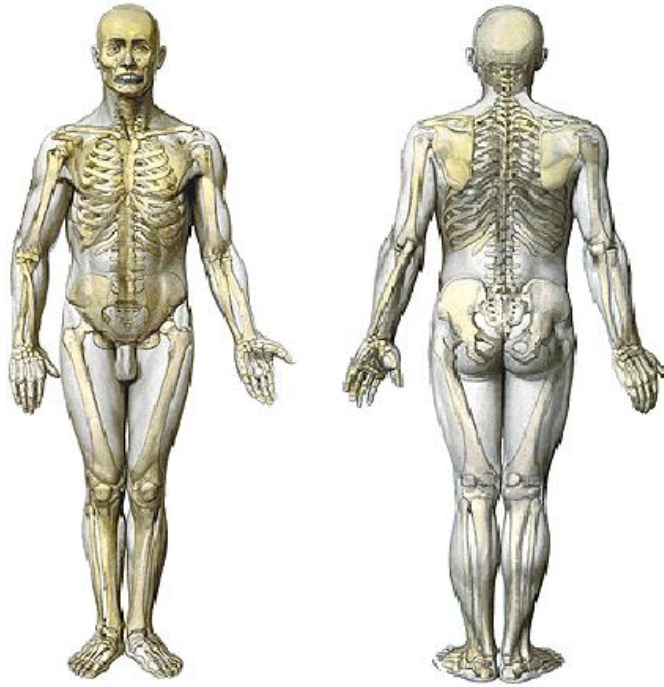
II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Sistem Rangka Manusia

Tulang kerangka manusia dewasa terdiri dari 206 segmen tulang yang sebagian besar berpasangan satu dengan yang lain yaitu sisi kiri dan sisi kanan. Tulang kerangka pada bayi dan anak-anak lebih dari 206 segmen tulang karena beberapa tulang dulunya belum mengalami penyatuan, misalnya tulang *sacrum* dan *coxae* pada tulang vertebra (Tortora dan Derrickson, 2011). Kerangka aksial (kerangka sumbu tubuh) terdiri dari 80 segmen tulang, beberapa diantaranya adalah tulang kepala (*cranium*), tulang leher (*os hyoideum* dan *vertebrae cervicales*), dan tulang batang tubuh (*costae*, *sternum*, *vertebrae* dan *sacrum*). Kerangka apendikular yaitu kerangka tambahan terdiri dari tulang-tulang ekstremitas baik ekstremitas atas maupun ekstremitas bawah dengan total 126 segmen tulang (Moore dan Agur, 2002).

Sebuah tulang terdiri atas beberapa jaringan berbeda yaitu jaringan *osseus*, tulang rawan (*cartilago*), jaringan penghubung, jaringan adiposa, dan jaringan saraf yang tersusun menjadi satu. Keseluruhan dari tulang beserta tulang rawan bersama ligamen dan tendon membentuk sistem rangka (Tortora dan Derrickson, 2011). Perbandingan antara tulang dan tulang rawan dalam

kerangka berubah seiring dengan pertumbuhan tubuh. Semakin muda usia seseorang, semakin besar bagian kerangka yang berupa tulang rawan (Moore dan Agur, 2002).



Gambar 3. Tulang Penyusun Kerangka Tubuh (Paulsen dan Waschke, 2012).

II.1.1. Anatomi Tulang

Tulang adalah jaringan hidup yang strukturnya dapat berubah apabila mendapat tekanan. Seperti jaringan ikat lain, tulang terdiri atas sel-sel, serabut-serabut, dan matriks. Tulang bersifat keras oleh karena matriks ekstraselularnya mengalami kalsifikasi, dan mempunyai derajat elastisitas tertentu akibat adanya serabut-serabut organik (Snell, 2012).

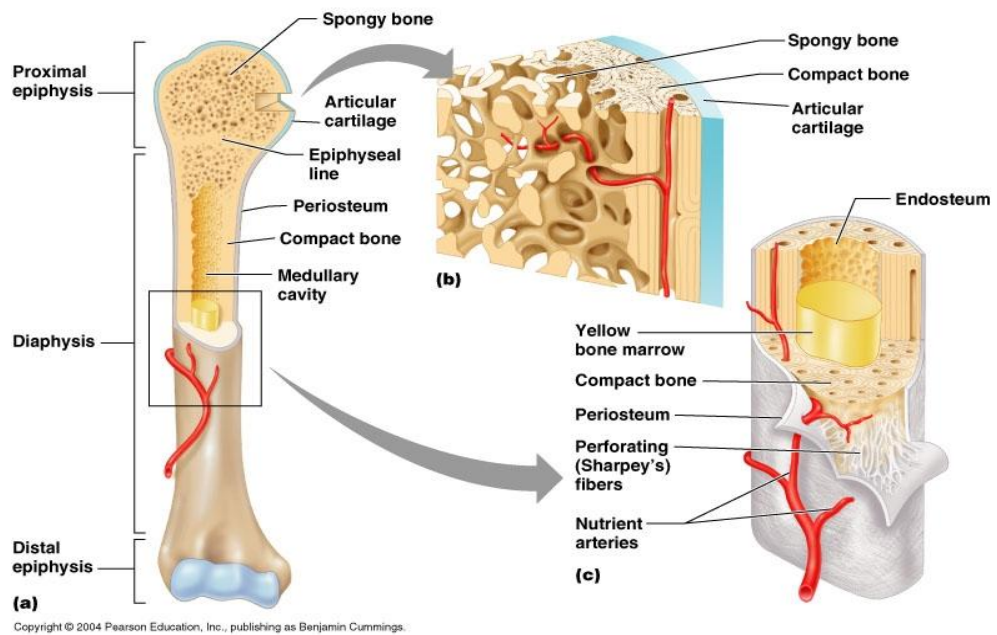
Dapat dibedakan dua jenis tulang, yakni tulang kompakta dan tulang spongiosa. Perbedaan antara kedua jenis tulang tadi ditentukan oleh

banyaknya bahan padat dan jumlah serta ukuran ruangan yang ada di dalamnya. Semua tulang memiliki kulit luar dan lapisan substansia spongiosa di sebelah dalam, kecuali apabila masa substansia spongiosa diubah menjadi *cavitas medullaris* (rongga sumsum) (Moore dan Agur, 2002).

II.1.2. Klasifikasi Tulang Berdasarkan Bentuk

a. Tulang Panjang

Pada tulang ini, panjangnya lebih besar daripada lebarnya. Tulang ini mempunyai *corpus* berbentuk tubular, diafisis, dan biasanya dijumpai epifisis pada ujung-ujungnya. Selama masa pertumbuhan, diafisis dipisahkan dari epifisis oleh kartilago epifisis. Bagian diafisis yang terletak berdekatan dengan kartilago epifisis disebut metafisis. *Corpus* mempunyai *cavitas medullaris* di bagian tengah yang berisi sumsum tulang. Bagian luar corpus terdiri atas tulang kompakta yang diliputi oleh selubung jaringan ikat yaitu *periosteum*. Ujung-ujung tulang panjang terdiri atas tulang spongiosa yang dikelilingi oleh selapis tipis tulang kompakta. *Facies artikularis* ujung-ujung tulang diliputi oleh kartilago hialin. Tulang-tulang panjang yang ditemukan pada ekstremitas antara lain tulang humerus, femur, ossa metacarpi, ossa metatarsal dan phalanges.



Gambar 4. Histologi Tulang Panjang (Tortora dan Derrickson, 2011)

b. Tulang Pendek

Tulang-tulang pendek ditemukan pada tangan dan kaki. Contoh jenis tulang ini antara lain *os Schapoideum*, *os lunatum*, dan *talus*. Tulang ini terdiri atas tulang spongiosa yang dikelilingi oleh selaput tipis tulang kompakta. Tulang-tulang pendek diliputi periosteum dan *facies articularis* diliputi oleh kartilago hialin.

c. Tulang Pipih

Bagian dalam dan luar tulang ini terdiri atas lapisan tipis tulang kompakta, disebut *tabula*, yang dipisahkan oleh selaput tipis tulang spongiosa, disebut *diploe*. *Scapula* termasuk di dalam kelompok tulang ini walaupun bentuknya iregular. Selain itu tulang pipih ditemukan pada tempurung kepala seperti *os frontale* dan *os parietale*.

d. Tulang Iregular

Tulang-tulang iregular merupakan tulang yang tidak termasuk di dalam kelompok yang telah disebutkan di atas (contoh, tulang-tulang tengkorak, *vertebrae*, dan *os coxae*). Tulang ini tersusun oleh selapis tipis tulang kompakta di bagian luarnya dan bagian dalamnya dibentuk oleh tulang spongiosa.

e. Tulang Sesamoid

Tulang sesamoid merupakan tulang kecil yang ditemukan pada tendo-tendo tertentu, tempat terdapat pergeseran tendo pada permukaan tulang. Sebagian besar tulang sesamoid tertanam di dalam tendon dan permukaan bebasnya ditutupi oleh kartilago. Tulang sesamoid yang terbesar adalah *patella*, yang terdapat pada tendo *musculus quadriceps femoris*. Contoh lain dapat ditemukan pada tendo *musculus flexor pollicis brevis* dan *musculus flexor hallucis brevis*, fungsi tulang sesamoid adalah mengurangi friksi pada tendo, dan merubah arah tarikan tendo (Snell, 2012).

II.1.3. Fungsi Tulang

a. Menopang Tubuh

Sistem kerangka adalah sistem yang memberikan bentuk pada tubuh juga menopang jaringan lunak dan sebagai titik perlekatan tendon dari sebagian besar otot.

b. Proteksi

Sistem kerangka melindungi sebagian besar organ dalam tubuh yang sangat penting untuk berlangsungnya kehidupan, seperti otak yang dilindungi oleh tulang *cranial*, *vertebrae* yang melindungi sistem saraf dan tulang *costa* yang melindungi jantung dan paru-paru.

c. Mendasari Gerakan

Sebagian besar dari otot melekat pada tulang, dan ketika otot berkontraksi, maka otot akan menarik tulang untuk melakukan pergerakan.

d. Homeostasis Mineral (penyimpanan dan pelepasan)

Jaringan tulang menyimpan beberapa mineral khususnya kalsium dan fosfat yang berkontribusi untuk menguatkan tulang. Jaringan tulang menyimpan 99% dari kalsium dalam tubuh. Apabila diperlukan, kalsium akan dilepaskan dari tulang ke dalam darah untuk menyeimbangkan krisis keseimbangan mineral dan memenuhi kebutuhan bagian tubuh yang lain.

e. Memproduksi Sel Darah

Sumsum tulang merah adalah tempat dibentuknya sel darah merah, beberapa limfosit, sel darah putih granulosit dan trombosit.

f. Penyimpanan Triglisericid

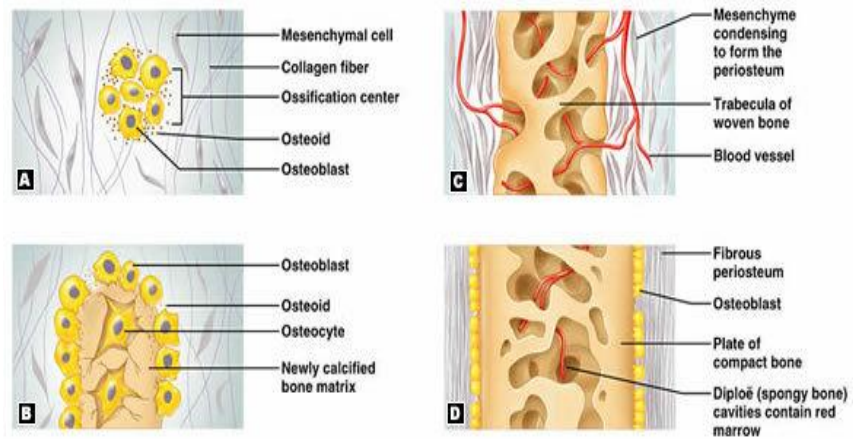
Sumsum tulang kuning sebagian besar terdiri dari sel adiposa yang menyimpan triglisericid (Tortora dan Derrickson, 2011).

II.1.4. Pertumbuhan Tulang

Proses pembentukan tulang disebut osifikasi (ossi = tulang, fikasi = pembuatan) atau disebut juga osteogenesis (Tortora dan Derrickson, 2011). Semua tulang berasal dari mesenkim, tetapi dibentuk melalui dua cara yang berbeda. Tulang berkembang melalui dua cara, baik dengan mengganti mesenkim atau dengan mengganti tulang rawan. Susunan histologis tulang selalu bersifat sama, baik tulang itu berasal dari selaput atau dari tulang rawan (Moore dan Agur, 2002).

a. Osifikasi membranosa

Osifikasi membranosa adalah osifikasi yang lebih sederhana diantara dua cara pembentukan tulang. Tulang pipih pada tulang tengkorak, sebagian tulang wajah, mandibula, dan bagian medial dari klavikula dibentuk dengan cara ini. Juga bagian lembut yang membantu tengkorak bayi dapat melewati jalan lahirnya yang kemudian mengeras dengan cara osifikasi membranosa (Tortora dan Derrickson, 2011).

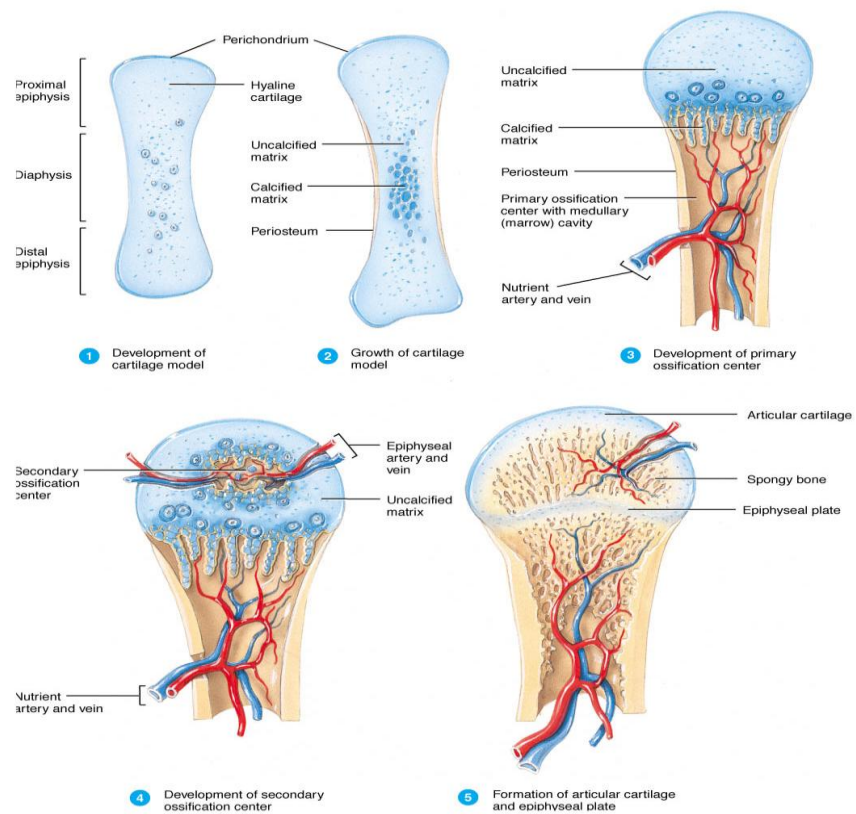


Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Gambar 5. Osifikasi membranosa (Tortora dan Derrickson, 2011).

b. Osifikasi Endokondral

Pembentukan tulang ini adalah bentuk tulang rawan yang terjadi pada masa fetal dari mesenkim lalu diganti dengan tulang pada sebagian besar jenis tulang (Moore dan Agur, 2002). Pusat pembentukan tulang yang ditemukan pada *corpus* disebut diafisis, sedangkan pusat pada ujung-ujung tulang disebut epifisis. Lempong rawan pada masing-masing ujung, yang terletak di antara epifisis dan diafisis pada tulang yang sedang tumbuh disebut lempeng epifisis. Metafisis merupakan bagian diafisis yang berbatasan dengan lempeng epifisis (Snell, 2012). Penutupan dari ujung-ujung tulang atau dikenal dengan *epifise line* rerata sampai usia 21 tahun, hal tersebut karena pusat kalsifikasi pada *epifise line* akan berakhir seiring dengan pertambahan usia, dan pada setiap tulang (Byers, 2008).



Gambar 6. Osifikasi Endokondral (Tortora dan Derrickson, 2011).

Massa tulang bertambah sampai mencapai puncak pada usia 30-35 tahun setelah itu akan menurun karena disebabkan berkurangnya aktivitas osteoblas sedangkan aktivitas osteoklas tetap normal. Secara teratur tulang mengalami *turn over* yang dilaksanakan melalui 2 proses yaitu modeling dan remodeling. Pada keadaan normal jumlah tulang yang dibentuk remodeling sebanding dengan tulang yang dirusak. Ini disebut *positively coupled* jadi masa tulang yang hilang nol. Apabila tulang yang dirusak lebih banyak terjadi kehilangan masa tulang ini disebut *negatively coupled* yang terjadi pada usia lanjut. Dengan bertambahnya usia terdapat penurunan masa tulang secara linier yang disebabkan kenaikan *turn over* pada tulang sehingga tulang lebih

rapuh. Pengurangan ini lebih nyata pada wanita, tulang yang hilang kurang lebih 0,5 sampai 1% per tahun dari berat tulang pada wanita pasca menopause dan pada pria diatas 70 tahun, pengurangan tulang lebih mengenai bagian trabekula dibanding dengan korteks (Darmojo, 2004).

II.1.5. Faktor Pertumbuhan Tulang

Tinggi badan berbeda-beda antara individu yang satu dengan individu yang lain. Menurut Supariasa (2002) hal tersebut berdasarkan dua faktor, yaitu:

a. Faktor Internal

1) Genetik

Faktor genetik dikaitkan dengan adanya kemiripan anak-anak dengan orangtuanya dalam hal bentuk tubuh, proporsi tubuh dan kecepatan perkembangan. Diasumsikan bahwa selain aktivitas nyata dari lingkungan yang menentukan pertumbuhan, kemiripan ini mencerminkan pengaruh gen yang dikontribusi oleh orang tuanya kepada keturunannya secara biologis. Gen tidak secara langsung menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan, tetapi ekspresi gen yang diwariskan kedalam pola pertumbuhan dijumpai oleh beberapa sistem biologis yang berjalan dalam suatu lingkungan yang tepat untuk bertumbuh. Misalnya gen dapat mengatur produksi dan

pelepasan hormon seperti hormon pertumbuhan dari glandula endokrin dan menstimulasi pertumbuhan sel dan perkembangan jaringan terhadap status kematangannya (*matur state*) (Supriasa, 2002).

Selama masa anak-anak, hormon yang paling penting dalam pertumbuhan adalah *Insulinlike Growth Factors* (IGFs), yang diproduksi oleh liver dan jaringan tulang. *Insulinlike Growth Factors* menstimulasi osteoblas, mendorong pembelahan sel pada piringan epifiseal dan periosteum, juga meningkatkan sintesis protein yang dibutuhkan untuk memproduksi tulang baru. Hormon ini diproduksi sebagai respon dari sekresi *human Growth Hormone (hGH)* pada lobus anterior kelenjar pituitari. Hormon tiroid juga mendorong pertumbuhan tulang dengan merangsang stimulasi osteoblas. Hormon insulin juga membantu pertumbuhan tulang dengan cara meningkatkan sintesis protein tulang. Ketika mencapai masa puber, sekresi hormon yang dikenal dengan seks hormon akan mempengaruhi pertumbuhan tulang secara drastis, yaitu hormon testosteron dan hormon estrogen. Kedua hormon tersebut berfungsi untuk meningkatkan aktivitas osteoblas dan mensintesis matriks ekstraselular tulang. Pada usia dewasa seks hormon berkontribusi dalam remodeling tulang dengan memperlambat penyerapan tulang lama dan mempercepat deposit tulang baru (Tortora dan Derrickson, 2011).

2) Jenis Kelamin

Pertumbuhan manusia dimulai sejak dalam kandungan, sampai usia kira-kira 10 tahun anak pria dan wanita tumbuh dengan kecepatan yang kira-kira sama. Sejak usia 12 tahun, anak pria sering mengalami pertumbuhan lebih cepat dibandingkan wanita, sehingga kebanyakan pria yang mencapai remaja lebih tinggi daripada wanita. Secara teori disebutkan bahwa umumnya pria dewasa cenderung lebih tinggi dibandingkan wanita dewasa dan juga mempunyai tungkai yang lebih panjang, tulangnya yang lebih besar dan lebih berat serta massa otot yang lebih besar dan padat. Pria mempunyai lemak subkutan yang lebih sedikit, sehingga membuat bentuknya lebih angular. Sedangkan wanita dewasa cenderung lebih pendek dibandingkan pria dewasa dan mempunyai tulang yang lebih kecil dan lebih sedikit massa otot. Wanita lebih banyak mempunyai lemak subkutan. Wanita mempunyai sudut siku yang lebih luas, dengan akibat deviasi lateral lengan bawah terhadap lengan atas yang lebih besar (Snell, 2012).

b. Faktor Eksternal

1) Lingkungan

Lingkungan pra natal adalah terjadi pada saat ibu sedang hamil, yang berpengaruh terhadap tumbuh kembang janin mulai dari masa konsepsi sampai lahir seperti gizi ibu pada saat hamil

menyebabkan bayi yang akan dilahirkan menjadi Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) dan lahir mati serta jarang menyebabkan cacat bawaan.

Lingkungan post natal mempengaruhi pertumbuhan bayi setelah lahir antara lain lingkungan biologis, seperti ras/suku bangsa, jenis kelamin, umur, gizi, perawatan kesehatan, kepekaan terhadap penyakit infeksi dan kronis, adanya gangguan fungsi metabolisme dan hormon. Selain itu faktor fisik dan biologis, psikososial dan faktor keluarga yang meliputi adat istiadat yang berlaku dalam masyarakat turut berpengaruh (Supariasa, 2002).

2) Gizi

Gizi yang buruk pada anak-anak dapat menyebabkan berkurangnya asupan nutrisi yang diperlukan oleh tubuh untuk tumbuh. Sedangkan gizi yang baik akan mencukupi kebutuhan tubuh dalam rangka pertumbuhan (Supariasa, 2002).

Beberapa zat gizi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan remodeling tulang adalah mineral dan vitamin. Sejumlah besar kalsium dan fosfat dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tulang, dan sejumlah kecil magnesium, fluoride dan mangan. Vitamin A menstimulasi aktivitas osteoblas. Vitamin C dibutuhkan untuk mensintesis kolagen, protein utama dari tulang. Vitamin D membantu pertumbuhan tulang dengan cara

meningkatkan absorpsi kalsium dari makanan pada sistem gastrointestinal ke dalam darah. Vitamin K dan B₁₂ juga dibutuhkan untuk sintesis protein tulang (Tortora dan Derrickson, 2011).

3) Obat-obatan

Beberapa jenis obat-obatan dapat mempengaruhi hormon pertumbuhan seperti *growth hormon* atau hormon tiroid. Penggunaan obat dengan dosis yang salah dapat menyebabkan terganggunya hormon tersebut dan dapat mempercepat berhentinya pertumbuhan. Pemakaian beberapa jenis obat juga dapat mengganggu metabolisme tulang. Jenis obat tersebut antara lain kortikosteroid, sitostatika (metotreksat), anti kejang, anti koagulan (heparin, warfarin). Beberapa obat tertentu dapat meningkatkan resiko terkena osteoporosis. Obat tersebut tampaknya meningkatkan kehilangan tulang dan menurunkan laju pembentukan tulang. Obat tersebut antara lain kortison. Tetapi efek ini hanya terjadi jika obat tersebut digunakan dalam dosis tinggi, atau diberikan selama 3 bulan atau lebih. Penggunaan obat ini selama beberapa hari, atau beberapa minggu, biasanya tidak meningkatkan resiko timbulnya osteoporosis. Pengobatan tiroid juga berperan terhadap timbulnya osteoporosis (Supriasa, 2002).

4) Penyakit

Beberapa penyakit dapat menyebabkan atrofi pada bagian tubuh, sehingga terjadi penyusutan tinggi badan. Beberapa penyakit tersebut adalah:

a) Kelainan akibat gangguan sekresi hormon pertumbuhan dapat menyebabkan gigantisme, kretinisme dan dwarfisme.

Gigantisme adalah kelainan yang disebabkan oleh karena sekresi Growth Hormone (GH) yang berlebihan dan terjadi sebelum dewasa atau sebelum proses penutupan epifisis. Apabila terjadi setelah dewasa, pertumbuhan tinggi badan sudah terhenti maka akan menyebabkan akromegali yaitu penebalan tulang-tulang dan jaringan lunak. Kretinisme memiliki sumber penyebab yang sama dengan gigantisme, yaitu GH. Pada kretinisme terjadi kekurangan sekresi dari GH. Dwarfisme merupakan suatu sindrom klinis yang diakibatkan oleh insufisiensi hipofisis yang pada umumnya memengaruhi semua hormon yang secara normal disekresi oleh kelenjar hipofisis anterior (Schteingart, 2012).

b) Kelainan pada sikap tubuh dapat berupa skoliosis, kifosis dan lordosis. Yang dimaksud dengan skoliosis adalah kelainan pada tulang belakang tubuh sehingga tubuh ikut melengkung kesamping. Kifosis adalah kelainan pada tulang belakang tubuh yang melengkung ke belakang, sehingga tubuh menjadi bungkuk. Adapun yang dimaksud

dengan lordosis adalah merupakan kelainan pada tulang belakang bagian perut melengkung ke depan sehingga bagian perut maju (Fauci *et al.*, 2008).

- c) Pada lanjut usia biasanya menderita osteoporosis. Osteoporosis merupakan penyakit tulang sistemik yang ditandai oleh penurunan densitas masa tulang dan perburukan mikroarsitektur tulang sehingga tulang menjadi rapuh dan mudah patah. Osteoporosis diklasifikasikan menjadi 2 tipe yaitu tipe I dan tipe II. Tipe I lebih disebabkan karena menopause sehingga perbandingan laki-laki dan perempuannya adalah 1:6 dengan usia kejadian 50-75 tahun. Pada osteoporosis tipe II yang disebut juga sebagai osteoporosis senilis, disebabkan karena gangguan absorpsi kalsium di usus sehingga menyebabkan hiperparatiroidisme sehingga menyebabkan timbulnya osteoporosis. Angka kejadian laki-laki dibanding perempuan adalah 1:2 dengan usia diatas 70 tahun (Setiyohadi, 2007).

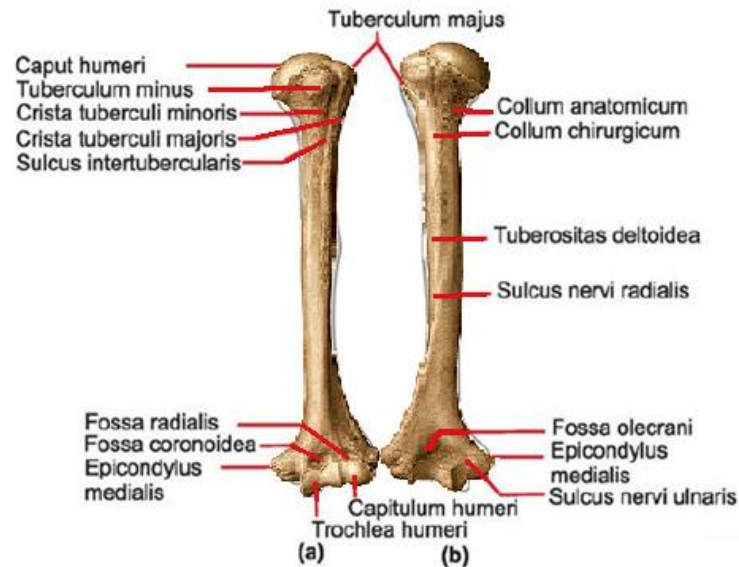
II.1.6. Anatomi Humerus

a. Tulang Humerus

Humerus bersendi dengan *scapula* pada *articulatio humeri* serta dengan radius dan ulna pada *articulatio cubiti*. Ujung atas humerus mempunyai sebuah *caput*, yang membentuk sekitar sepertiga

kepala sendi dan bersendi dengan *cavitas glenoidalis scapulae*. Tepat di bawah *caput humeri* terdapat *collum anatomicum*. Di bawah *collum* terdapat tuberkulum majus dan minus yang dipisahkan oleh *sulcus bicipitalis*. Pada pertemuan ujung atas humerus dan *corpus humeri* terdapat *sulcus spiralis* yang ditempati oleh *nervus radialis* (Snell, 2012).

Ujung bawah humerus mempunyai epikondilus medialis dan epikondilus lateralis untuk tempat lekat muskuli dan ligamenta, *capitulum humeri* yang bulat bersendi dengan *caput radii*, dan *trochlea humeri* yang berbentuk katrol untuk bersendi dengan *incisura trochlearis ulnae*. Di atas *capitulum* terdapat *fossa radialis*, yang menerima *caput radii* pada saat siku difleksikan. Di anterior, di atas *trochlea*, terdapat *fossa coronoidea*, yang selama pergerakan yang sama menerima *processus coronoideus ulnae*. Di posterior, di atas *olecranon* pada waktu sendi siku pada keadaan ekstensi (Snell, 2012).



Gambar 7. Humerus (Ki) (a) tampak Ventral (b) tampak Dorsal (Paulsen dan Waschke, 2012).

b. Vaskularisasi

Arteria brachialis adalah pemasok arterial utama untuk lengan atas. *Arteria brachialis*, lanjutan *arteria axillaris*, berawal pada tepi kaudal *musculus teres mayor* dan berakhir di dalam *fossa cubiti* tepat di depan leher ulna. Di bawah *aponeurosis muscoli bicipitalis brachii*, *arteria brachialis* terpecah menjadi *arteria radialis* dan *arteria ulnaris*. *Arteria brachialis* yang terletak superfisial dan teraba sepanjang seluruh lintasannya, terletak anterior terhadap *musculus triceps* dan *musculus brachialis*. Mula-mula *arteria brachialis* terletak medial terhadap humerus, kemudian anterior terhadapnya. Sewaktu *arteria brachialis* melintas ke arah inferolateral, ia mengikuti *nervus medianus* yang menyilang *arteria brachialis* anterior terhadapnya (Moore dan Agur, 2002).

Sepanjang lintasannya di lengan atas *arteria brachialis* melepaskan banyak cabang muskular dan sebuah *arteria nutriens* untuk humerus. Cabang utama *arteria brachialis* ialah *arteria profunda brachii*, *arteria collateral ulnaris superior* dan *arteria collateralis ulnaris inferior*. Kedua arteri terakhir turut membentuk anastomosis arterial sekeliling daerah siku (Moore dan Agur, 2002).

c. Inervasi Humerus

Empat saraf utama yang melalui lengan atas adalah *nervus medianus*, *nervus ulnaris*, *nervus musculocutaneus*, dan *nervus radialis*. Dua saraf pertama tidak melepaskan cabang-cabang pada lengan atas. Setelah dilepaskan dari *plexus brachialis*, *nervus medianus* dan *nervus ulnaris* melintas ke distal pada sisi medial lengan atas dan memasuki lengan bawah (Moore dan Agur, 2002). *Nervus musculocutaneus* mempersarafi otot-otot kompartemen anterior (fleksor) lengan atas. Saraf ini berawal pada tempat yang berhadapan dengan tepi kaudal *musculus pectoralis minor*, menembus *musculus coracobrachialis*, dan melintas lanjut ke distal antara *musculus biceps* dan *musculus brachialis*. *Nervus musculocutaneus* mempersarafi ketiga otot ini. Dalam sela antara *musculus biceps* dan *musculus brachialis*, *nervus musculocutaneus* menjadi *nervus cutaneus antebrachii lateralis* dan mengurus persarafan kulit aspek lateral lengan bawah (Moore dan Agur, 2002).

Nervus radialis mempersarafi otot-otot kompartemen posterior posterior (ekstensor) lengan atas. Saraf ini memasuki lengan atas di sebelah posterior *arteria brachialis*, medial terhadap humerus, dan anterior terhadap *caput longum musculus triceps*. *Nervus radialis* melintas ke arah inferolateral bersama *arteria profunda brachii* mengelilingi *corpus humeri* dalam *sulcus radialis*. Sewaktu *nervus radialis* sampai pada tepi lateral tulang ini, *nervus radialis* menembus *septum intermusculare laterale* dan melintas lanjut ke distal antara *musculus brachialis* dan *musculus brachioradialis* sampai setinggi *epicondylus lateralis humeri*. Setelah melalui *epicondylus lateralis humeri*, *nervus radialis* terbagi menjadi ramus profundus dan ramus superficialis. Fungsi ramus profundus *nervi radialis* seluruhnya bersifat muskular dan artikular. Ramus superficialis *nervi radialis* mengantar serabut sensoris ke punggung tangan dan jari-jari tangan (Moore dan Agur, 2002).

II.2. Perkiraan Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Tulang

II.2.1. Tinggi Badan

Struktur tubuh manusia disusun atas berbagai macam organ yang tersusun sedemikian rupa satu dengan lainnya, sehingga membentuk tubuh manusia seutuhnya, dan kerangka adalah struktur keras pembentuk tinggi badan (Glinka, 2008). Telah dilakukan beberapa penelitian untuk mengetahui tinggi badan rerata pada laki-laki beberapa negara, kemudian diklasifikasikan menjadi beberapa ukuran

tinggi dari kerdil hingga raksasa. Beberapa peneliti memiliki standar nilai yang berbeda pada ukuran ketinggian tersebut (Tabel 1).

Tabel 1. Tinggi badan rerata laki-laki menurut beberapa peneliti (Indriati, 2010).

	Laki-laki			
	Vallois	Martin	Montandon	Vandervael
Kerdil	<125	<130	<135	<125
Sangat Pendek	-	130-149,9	135-146,9	125-155
Pendek	125-159,9	150-159,9	147-158,9	155-161
Sub-Medium	160-164,9	160-163,9	159-162,9	161,5-167,5
Medium	-	164-166,9	163-166,9	168-174
Supra-medium	165-169,9	167-169,9	167-170,9	174,5-180,5
Tinggi	170-199,9	170-179,9	171-182,9	181-187
Sangat Tinggi	-	180-199,9	183-194,9	187-200
Raksasa	>200	>200	>195	>200

Pada masa yang lalu, para ilmuwan telah menggunakan setiap tulang kerangka manusia dari femur sampai metakarpal dalam menentukan tinggi badan. Para ilmuwan telah mendapat kesimpulan bahwa tinggi badan dapat ditentukan bahkan dengan tulang yang kecil, meskipun mereka mendapati sebuah kesalahan kecil dalam penelitian mereka (Krishan, 2006). Pengukuran tinggi badan secara kasar dapat diperoleh melalui beberapa perhitungan ini:

- a. Mengukur jarak kedua ujung jari tengah kiri dan kanan pada saat direntangkan secara maksimum, akan sama dengan ukuran tinggi badan,
- b. Mengukur panjang dari puncak kepala (*Vertex*) sampai simfisis pubis dikali 2, ataupun ukuran panjang dari simfisis pubis sampai

ke salah satu tumit, dengan posisi pinggang dan kaki diregang serta tumit dijinjitkan,

- c. Mengukur panjang salah satu lengan (diukur dari salah satu ujung jari tengah sampai ke acromion di klavikula pada sisi yang sama) dikali dua (cm), lalu ditambah lagi 34 cm (terdiri dari 30 cm panjang 2 buah klavikula dan 4 cm lebar dari manubrium sterni)
- d. Mengukur panjang dari lekuk di atas sternum (*sternal notch*) sampai simfisis pubis lalu dikali 3,3,
- e. Mengukur panjang ujung jari tengah sampai ujung olekranon pada satu sisi yang sama, lalu dikali 3,7,
- f. Panjang femur dikali 4,
- g. Panjang humerus dikali 6.

II.2.2. Formula Pengukuran Tinggi Badan

Telah terdapat beberapa perhitungan tentang tinggi badan rerata yang dilakukan di beberapa belahan dunia. Beberapa diantaranya adalah rumus Karl Pearson, Trotter dan Gleser, Dupertuis dan Hadden, juga rumus Antropologi Ragawi UGM (Yudianto dan Kusuma, 2010).

II.2.2.1. Formula Karl Pearson

Formula ini telah dipakai luas diseluruh dunia sejak tahun 1898.

Formula ini membedakan formula untuk laki-laki dan perempuan untuk subjek penelitian kelompok orang-orang Eropa dengan melakukan pengukuran pada tulang-tulang panjang yang kering

seperti tulang femur, humerus, tibia dan radius (Yudianto dan Kusuma, 2010). Tabel 2 menunjukkan rumus yang digunakan pada laki-laki.

Tabel 2. Formula Karl Pearson untuk Laki-laki (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Laki-laki
$TB = 81.306 + 1.88 \times F1.$
$TB = 70.641 + 2.894 \times HI.$
$TB = 78.664 + 2.376 \times TI.$
$TB = 85.925 + 3.271 \times RI.$
$TB = 71.272 + 1.159 \times (F1 + T1).$
$TB = 71.443 + 1.22 \times (F1 + 1.08 \times TI).$
$TB = 66.855 + 1.73 \times (H1 + R1).$
$TB = 69.788 + 2.769 \times (H1 + 0.195 \times R1).$
$TB = 68.397 + 1.03 \times F1 + 1.557 \times HI$
$TB = 67.049 + 0.913 \times F1 + 0.6 \times T1 + 1.225 \times HI - 0.187 \times RI$

Keterangan:

F1 = Panjang maksimal tulang femur

H1 = Panjang maksimal tulang humerus

T1 = Panjang maksimal tulang tibia

R1 = Panjang maksimal tulang radius

II.2.2.2. Formula Trotter Glesser (1952)

Formula ini memakai subjek penelitian orang-orang Amerika kulit hitam (negro) dan kulit putih yang berusia antara 28-30 tahun (tabel 3). Pertama sekali diteliti pada tahun 1952 oleh Trotter (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Tabel 3. Formula Trotter Glesser (1952) (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Laki-laki kulit Putih	Laki-laki kulit Hitam
63.05 + 1.31 (femur + Fibula) ± 3.63 cm.	67.77 + 1.20 (femur + fibula) ± 3.63 cm.
67.09 + 1.26 (femur + tibia) ± 3.74 cm.	71.75 + 1.15 (femur + tibia) ± 3.68 cm.
75.50 + 2.60 fibula ± 3.86 cm.	72.22 + 2.10 femur ± 3.91 cm.
65.53 + 2.32 femur ± 3.94 cm.	85.36 + 2.19 tibia ± 3.96 cm.
81.93 + 2.42 tibia ± 4.00 cm.	80.07 + 2.34 fibula ± 4.02 cm.
67.97 + 1.82 (humerus + raditis) ± 4.31 cm.	73.08 + 1.66 (humerus + raditis) ± 4.18 cm.
66.98 + (humerus + ulna) ± 4.37 cm.	70.67 + 1.65 (humerus + ulna) ± 4.23 cm.
78.10 + 2.89 humerus ± 4.57 cm.	75.48 + 2.88 humerus ± 4.23 cm.
79.42 + 3.79 radius ± 4.66 cm.	85.43 + 3.32 radius ± 4.57 cm.
75.55 + 3.76 ulna ± 4.72 cm.	82.77 + 3.20 ulna ± 4.74 cm.

II.2.2.3. Formula Trotter-Glesser (1958).

Formula ini memakai subjek penelitian kelompok laki-laki ras mongoloid. Pada tabel 4 ditunjukkan bahwa ada 10 rumus total dengan 6 rumus menggunakan masing-masing dari tulang panjang, dan 4 rumus yang lain dengan penjumlahan dari beberapa tulang panjang (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Tabel 4. Formula Trotter-Glesser (1958) (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Tinggi Badan
2.68 X (H1) + 83.2 ± 4.3
3.54 X (R1) + 82.0 ± 4.6
3.48 X (U1) + 77.5 ± 4.8
2.15 X (F1) + 72.6 ± 3.9
2.39 X (T1) + 81.5 ± 3.3
2.40 X (Fi1) + 80.6 ± 3.2
1.67 X (H1 + R1) + 74.8 ± 4.2
1.68 X (H1 + U1) + 71.2 ± 4.1
1.22 X (F1 + T1) + 70.4 ± 3.2
1.22 X (F1 + Fi1) + 70.2 ± 3.2

Catatan:

Angka dengan tanda ± adalah nilai *standard error*, yang dapat dikurangi atau ditambah pada nilai yang diterima dari kalkulasi. Makin kecil SE, makin tepat taksiran menurut rumus regresi.

II.2.2.4. Formula Dupertuis dan Hadden

Merupakan formula yang didasarkan atas penelitian terhadap tulang-tulang panjang pada orang Amerika. Dijelaskan pada tabel 5, terdapat banyak rumus dengan menjumlahkan lebih dari satu tulang panjang (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Tabel 5. Formula Dupertuis dan Hadden (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Laki-laki
2.238 (femur) + 69.089 cm
2.392 (tibia) + 81.688 cm
2.970 (humerus) + 73.57 cm
3.650 (radius) + 80.405 cm
1.225 (Femur+tibia) + 69.294cm
1.728 (Humerus + Radius) + 71.429cm
1.422 (Femur) + 1,062 (Tibia) + 66,544cm
1.789 (Humerus) + 1.841 (Radius) + 66.400cm
1.928 (Femur) + 0.568 (Humerus) + 64.505cm
1.442 (Femur) + 0.931 (Tibia) + 0.083 (Humerus) + 0.480 (Radius) + 56.006 cm

II.2.2.5. Formula Telkka

Merupakan formula yang didasarkan dari pemeriksaan terhadap orang-orang Finisia (Davidson, 2009). Tabel 6 menunjukkan bahwa formula ini memiliki *standard error*, yang dapat dikurangi atau ditambah pada nilai yang diterima dari kalkulasi.

Tabel 6. Formula Telkka (Davidson, 2009).

Laki-laki
169.4 + 2.8 (Humerus – 32.9) ± 5.0
169.4 + 3.4 (Radius – 22.7) ± 5.0
169.4 + 3.2 (Ulna – 23.1) ± 5.2
169.4 + 2.1 (Femur – 45.5) ± 4.9
169.4 + 2.1 (Tibia – 36.6) ± 4.6
169.4 + 2.5 (Fibula – 36.1) ± 4.4

II.2.2.6. Formula Mohd. Som dan Syed Abdul Rahman

Penelitian ini dilakukan terhadap laki-laki dari 3 suku bangsa terbesar di Malaysia yaitu Melayu, Cina dan India (Davidson, 2009). Pengukuran dalam formula ini tulis dalam satuan sentimeter (Tabel 7).

Tabel 7. Formula Mohd. Som dan Syed Abdul Rahman (Davidson, 2009).

Melayu	Cina	India
$2.44 H + 101.6$	$2.48 H + 101.9$	$3.71 H + 69.3$
$1.96 R + 117.9$	$3.05 R + 91.8$	$5.32 R + 35.5$
$1.86 U + 119.1$	$1.49 U + 130.0$	$6.86 U + (-7.4)$
$1.30 T + 122.5$	$1.95 T + 97.7$	
$0.93 F + 133.0$	$1.35 F + 117.5$	
$1.16Fi + 127.1$	$1.68Fi + 108.5$	

Keterangan:

H = Panjang humerus (cm)

R = Panjang Radius (cm)

U = Panjang Ulna (cm)

T = Panjang Tibia (cm)

F = Panjang Femur (cm)

II.2.2.7. Formula Antropologi Ragawi UGM

Formula ini (Tabel 8) merupakan pengukuran tinggi badan untuk jenis kelamin pria dewasa suku Jawa (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Tabel 8. Formula Antropologi Ragawi UGM (Yudianto dan Kusuma, 2010).

Laki – laki	
Tinggi badan	= $897 + 1.74 y$ (femur kanan)
Tinggi badan	= $822 + 1.90 y$ (femur kiri)
Tinggi badan	= $879 + 2.12 y$ (tibia kanan)
Tinggi badan	= $847 + 2.22 y$ (tibia kiri)
Tinggi badan	= $867 + 2.19 y$ (fibula kanan)
Tinggi badan	= $883 + 2.14 y$ (fibula kiri)
Tinggi badan	= $847 + 2.60 y$ (humerus kanan)
Tinggi badan	= $805 + 2.74 y$ (humerus kiri)
Tinggi badan	= $842 + 3.45 y$ (radius kanan)
Tinggi badan	= $862 + 3.40 y$ (radius kiri)
Tinggi badan	= $819 + 3.15 y$ (ulna kanan)
Tinggi badan	= $847 + 3.06 y$ (ulna kiri)

II.2.2.8. Formula Djaja Surya Atmadja

Merupakan formula yang dilakukan oleh jaya terhadap orang dewasa yang hidup, panjang tulang-tulang panjang diukur dari luar tubuh, berikut kulit diluarnya (Budiyanto, 1997). Formula ini menggunakan tulang panjang tibia dan fibula (Tabel 9).

Tabel 9. Formula Djaja Surya Amadja (Budiyanto, 1997).

	Formula
Pria	$TB = 72,9912 + 1,7227 (\text{tib}) + 0,7545 (\text{fib}) (\pm 4,2961 \text{ cm})$ $TB = 75,9800 + 2,3922 (\text{tib}) (\pm 4,3572 \text{ cm})$ $TB = 80,8078 + 2,2788 (\text{fib}) (\pm 4,6186 \text{ cm})$

II.2.2.9. Formula Amri Amir

Rumus regresi hubungan tinggi badan dengan tulang panjang pada laki-laki dengan nilai R^2 untuk masing-masing tulang (Davidson, 2009). Nilai koefisien determinasi (R^2) ini mencerminkan seberapa besar variasi dari variabel terikat Y dapat diterangkan oleh variabel bebas X (Tabel 10).

Tabel 10. Formula Amri Amir (Davidson, 2009).

Tulang	Rumus Regresi	r ²
Humerus	$TB = 1.34 \times H + 123.43$	0.22
Radius	$TB = 3.13 \times Ra + 87.91$	0.45
Ulna	$TB = 2.88 \times U + 91.27$	0.43
Femur	$TB = 1.42 \times Fe + 109.28$	0.30
Tibia	$TB = 1.12 \times T + 124.88$	0.23
Fibula	$TB = 1.35 \times Fi + 117.20$	0.29

II.3. Gambaran suku Lampung dan suku Jawa

Etnis Lampung yang biasa disebut Ulun Lampung (Orang Lampung) secara tradisional geografis adalah suku yang menempati seluruh Provinsi Lampung dan sebagian Provinsi Sumatera Selatan bagian selatan dan tengah yang menempati daerah Martapura, Muaradua di Komering Ulu, Kayu Agung, Tanjung Raja di Komering Ilir, Merpas di sebelah selatan Provinsi Bengkulu serta Cikoneng di pantai barat Provinsi Banten (Sujadi, 2013).

Pada dasarnya jurai Ulun Lampung adalah berasal dari Sekala Brak, namun dalam perkembangannya, secara umum masyarakat adat Lampung terbagi dua, yaitu masyarakat adat Lampung Saibatin, sebagai suku bangsa asli dan masyarakat adat Pepadun yaitu suku bangsa pendatang. Masyarakat adat Saibatin kental dengan nilai aristokrasinya, sedangkan masyarakat Pepadun yang baru berkembang belakangan kemudian memiliki nilai-nilai demokrasi yang berbeda dengan nilai-nilai aristokrasi yang masih dipegang teguh oleh masyarakat adat Saibatin (Sujadi, 2013).

Masyarakat adat Lampung Saibatin mendiami wilayah adat: Labuhan Maringgai, Pugung Jabung, Kalianda, Raja Basa, Teluk Betung, Padang Cermin, Cukuh Balak, Way Lima, Talang Padang, Kota Agung, Semaka, Suoh, Sekincau, Batu Brak, Belalau, Liwa, Pesisir Krui, Ranau, Martapura, Muara Dua dan Kayu Agung. Empat kota yang terahir disebutkan ini ada di Provinsi Sumatera Selatan, Cikoneng di Pantai Banten dan bahkan Merpas di Selatan Bengkulu. Masyarakat adat Saibatin seringkali juga dinamakan

Lampung Pesisir karena sebagian besar berdomisili di sepanjang pantai timur, selatan, dan barat Lampung (Sabaruddin, 2010).

Masyarakat adat Lampung Pepadun terdiri dari Abung Siwo Mego, Mego Pak Tulangbawang, Pubian Telu Suku, Waykanan Buway Lima, dan Bungkey Bunga Mayang. Wilayah adat yang didiamin masyarakat adat Lampung Pepadun adalah: Kotabumi, Seputih Timur, Sukadana, Labuhan Maringgai, Jabung, Gunung Sugih, Terbanggi, Menggala, Mesuji, Panaragan, Wiralaga, Tanjungkarang, Balau, Bukujadi, Tegineneng, Seputih Barat, Padang Ratu, Gedungtataan, Pugung, Negeri Besar, Pakuan Ratu, Blambangan Umpu, Baradatu, Bahuga, Kasui, Sungkay, Bunga Mayang, Ketapang dan Negara Ratu (Sabaruddin, 2010).

Berdasarkan hasil pencacahan Sensus Penduduk 2010, jumlah penduduk Provinsi Lampung adalah 7.608.405 jiwa dengan penduduk yang memiliki suku asli Lampung 1.380.660 jiwa (Na'im dan Syaputra, 2010). Hal tersebut menunjukkan bahwa penduduk Lampung yang merupakan pendatang memiliki persentase yang cukup besar yaitu 84%. Kelompok etnis terbesar adalah Jawa sebesar 30%, Banten/Sunda sebesar 20%. Minangkabau sebesar 10% dan Sumendo 12%. Banyaknya penduduk pendatang ini akibat adanya program relokasi yang dilakukan sejak tahun 1905 oleh pemerintah kolonial Belanda dengan memindahkan petani dari Bagelan Jawa Tengah dan membangun Kota Wonosobo dan Kota Agung (Sujadi, 2013).

Suku Jawa merupakan suku bangsa terbesar di Indonesia yang berasal dari Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Yogyakarta. Setidaknya 41,7% penduduk

Indonesia merupakan etnis Jawa (Suryadinata, dkk., 2003). Suku Jawa termasuk ras Malayan Mongoloid golongan Deutro Melayu dengan ciri khas dari ras ini adalah berkulit hitam sampai kekuning-kuningan, berambut lurus atau ikal, dan muka agak bulat (Koentjaraningrat, 1997).

Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah diperoleh beberapa nilai rata-rata tinggi badan pada Suku Lampung yaitu 151.73 ± 3.776 cm pada jenis kelamin wanita menurut Kuntoadi (2008), 162.64 cm pada jenis kelamin pria menurut Sulijaya (2013) dan 163.16cm pada jenis kelamin pria menurut Thaher (2013), sedangkan panjang tulang humerus rata-rata data yang diperoleh hanya pada wanita yang dilakukan oleh Kuntoadi (2008) yaitu 31.41 ± 1.9846 cm. Rata-rata tinggi badan pria Suku Jawa yang diperoleh pada penelitian Sulijaya (2013) adalah 161.9cm dan pada penelitian Fatati (2013) di Universitas Airlangga tinggi badan pria Suku Jawa adalah 167.59 cm.