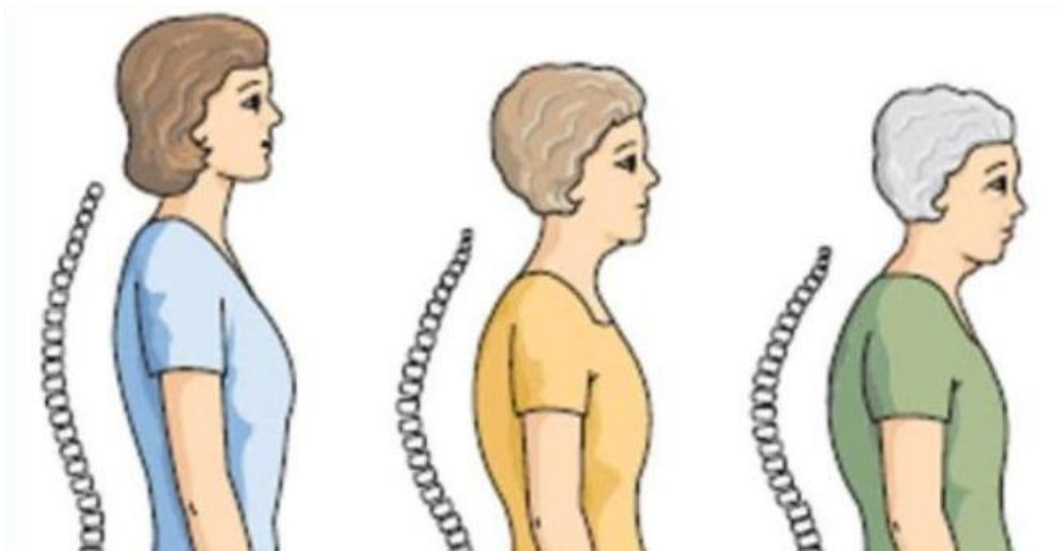




DAUN KELOR DAN KESEHATAN TULANG



Oleh

Dr. Syahrial, SKM. M.Biomed

Rasyid Avicena, S.Gz

Kata Pengantar

Pujisyukur senantiasa kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Berkehendak. Atas kehendak-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan buku ini. Penulisan buku ini bertujuan untuk menyediakan sebuah bahan bacaan dan referensi bagi para pembaca yang berkaitan dengan daun kelor dan ruang lingkungannya.

Buku ini terdiri dari tiga bagian, bab pertama berisi mengenai pendahuluan, sedangkan pada bab dua ialah isi yang mana menjelaskan mengenai substansi dari buku secara mendetail, lalu bab ketiga berisi kesimpulan.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu sehingga dapat diterbitkannya buku ini. Penulis menyadari bahwa buku yang telah disusun ini, masih mempunyai banyak kekurangan baik dalam gaya Bahasa maupun teknik penulisan. Oleh karena itu penulis sangat senang agar para pembaca mau memberikan kritik dan saran agar tulisan ini dapat diperbaiki dengan sempurna.

Padang, Juni 2021

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel	iv
Daftar Gambar.....	v
Bab 1 Pendahuluan.....	1
Bab 2 Isi	6
2.1 Daun Kelor	6
2.2 Zat Gizi Yang Terkandung Pada Daun Kelor	12
2.3 Mineral Pada Daun Kelor	15
2.4 Manfaat Daun Kelor	17
2.5 Kalsium Pada Daun Kelor	19
2.6 Kalsium dan Kesehatan Tulang.....	29
Bab 3 Kesimpulan	48
DAFTAR PUSTAKA	

Daftar Tabel

Tabel 1. Daftar Kandungan Zat Gizi Daun Kelor	13
Tabel 2. Nilai Gizi 100 g Daun kelor Segar dan Kering.....	15
Tabel 3. Daftar Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Untuk Kalsium	41
Tabel 4. Analisis Kandungan Makronutrien Nano Daun Kelor.....	46

Daftar Gambar

Gambar 1. Daun Kelor	7
Gambar 2. Metabolisme kalsium dalam tubuh	22
Gambar 3. Metabolisme Kalsium Dalam Tubuh	27
Gambar 4. Tulang.....	31
Gambar 5. Pertumbuhan Tulang Menurut Umur	42

Bab 1 Pendahuluan

Salah satu tanaman yang dikenal sebagai tanaman serbaguna adalah daun kelor (*Moringa oleifera*) yang merupakan spesies dari family monogenerik *Moringaceae*. Walaupun *moleifera* berasal dari Himalaya, beberapa negara seperti Afrika, Amerika Tengah dan Selatan, Sri Lanka, India, Meksiko, Malaysia, Indonesia dan Filipina juga banyak membudidayakan nya. Di beberapa bagian dunia *Moleifera* disebut sebagai 'pohon pala' atau 'daun pohon lobak'. Sedangkan di Thailand dikenal sebagai *makama* atau *Makonkom* (Anwar dan Bhangar 2003). Hampir semua bagian tanaman *Moringa oleifera* dapat digunakan sebagai bahan untuk pencegahan beberapa penyakit seperti asites, rematik, gigitan binatang berbisa, penyakit jantung dan stimulant sir kulasi darah. Beberapa bagian dari *Moringa oleifera* telah diketahui menunjukkan efek anti tumor, anti inflamasi, anti bakteri, anti helmintik, anti oksidan, hipotensif, *cardioprotective*, efekokular, anti urolitiatik, anti pasmodik, *hepatoprotective*, dan anti piretik (Anwar & Bhangar 2003; Singh *et al.* 2009; Yadav & Srivastava 2016; Ndong *et al.* 2007; Verma *et al.* 2009; Chumarket *al.* 2008; Vongsaket *al.* 2012).

Berdasarkan sejarahnya, tanaman yang dalam nama latinnya disebut *moringa oleifera* dari family *moringaceae* ini berasal dari kawasan Himalaya dan India yang kemudian menyebar di kawasan sekitarnya sampai ke benua Afrika dan Asia Barat⁽⁵⁷⁾. Pada beberapa Negara, Tanaman kelor dijadikan program pemulihan tanah kering dan gersang seperti di Ethiopia, Sudan, Madagaskar, Somalia, dan Kenya dengan ditanami kelor, yang memang tanaman kelor ini bisa hidup pada lahan tanah yang gersang, oleh karenanya tanaman kelor disebut sebagai *world's most valuable multipurpose trees and miracle tree* berkat kemampuannya yang dapat bertahan pada iklim ekstrim dan dapat menjadi solusi terhadap 300 penyakit yang dapat disembuhkan dengan mengkonsumsi langsung atau dengan dijadikan suplemen berbahan dasar tanaman kelor.

Mineral merupakan zat anorganik yang merupakan unsure atau senyawa kimia yang ditemukan di alam. Mineral tidak bisa disintesis oleh tubuh hewan dan harus disediakan dari tanaman atau air yang kaya mineral (Moshaget *al.* 1995). Organisme hidup menggunakan mineral untuk penyesuaian osmotik, mengaktif

kan enzim, hormon, dan molekul organik lainnya yang dapat meningkatkan pertumbuhan, fungsi dan pemeliharaan proses kehidupan (Aslam *et al.* 2005).

Beberapa mineral yang berasal dari *Moringa oleifera* terdiri dari kalsium, kromium, tembaga, fluorin, besi, mangan, magnesium, molybdenum, fosfor, kalium, yodium, selenium, sulfur, zinc, potassium (Krisnandi 2015; Okikieta *et al.* 2015; Yadav & Srivastava 2016). *Moringa oleifera* mengandung kalsium sebesar 440 mg per 100 g daun segar dan 2003 mg per 100 g daun kering (Marcu 2013). Kandungan kalsium per 100 g daun kelor tersebut mencapai 17 kali lebih banyak dibanding dengan susu dan bioavailabilitasnya 8.79 kali lebih baik. Selain itu *Moringa oleifera* juga memiliki kandungan air 3.06–3.34%, lemak 10.21–10.31%, serat 7.29–9.46%, protein 10.74–11.48%, karbohidrat 54.61–57.61% (Valdez-Solana *et al.* 2015).

Nano teknologi didasarkan pada kata awal "nano" dari bahasa Yunani yang berarti "kerdil". Kata "nano" berarti 10^{-9} atau seper miliar (Bhusban 2004). Nano partikel dengan ukuran yang sangat kecil memiliki kelarutan yang lebih baik (Mohanpuria *et al.* 2008; Min *et al.* 2008). Nano kalsium dapat langsung diserap oleh tubuh dengan sempurna dibandingkan makro kalsium dan sangat bermanfaat dalam pemenuhan kalsium tubuh yang optimal dan dapat dikonsumsi oleh segala usia (Suptijah 2009). Das *et al.* (2013) dalam penelitiannya tentang nano partikel pada *Moringa oleifera* yang dinamakan dengan *silver-nanoparticles* (Ag-NPs), dengan melakukan pencampuran suspensi segar daun kelor dengan AgNO_3 dan diaduk selama 24 jam pada suhu ruangan. Emulsi daun kelor akan menghasilkan nano partikel yang berwarna coklat. *Silver-nanoparticles* berasal dari penampakan ion-ion yang terkandung di dalam ekstrak daun kelor yang berwarna perak (*silver*) ketika dilakukan biosintesis. *Silver-nanoparticles* dikategorikan berdasarkan sinar UV, *X-ray diffraction* (XRD), *fourier transform infra-red spectroscopy* (FT-IR) dan *transmission electron microscopy* (TEM) (Sathyavathi *et al.* 2010).

Penelitian dengan menggunakan tikus percobaan yang telah dilakukan oleh Suptijah *et al.* (2012) *bioavailabilitas* nano kalsium tulang ikan tuna menunjukkan bahwa penyerapan nano kalsium mengalami peningkatan dari waktu yang telah ditentukan yaitu pada menit ke-3, ke-5, dan ke-7 setelah mengkonsumsi tepung

tulang ikan tuna dalam bentuk nano sebesar 8.5 %, 9.6 %, dan 63.3 %. Tingginya *bioavailabilitas* nano kalsium memberikan banyak keuntungan bagi manusia. Nano kalsium dapat difertifikasikan pada bahan pangan sehingga dapat memenuhi kebutuhan kalsium harian orang dewasa sekitar 800 mg/hari. Nano kalsium juga mengandung komponen mineral lain yaitu magnesium, kalium, natrium, fosfor, besi, zinc, dan mangan. Nano kalsium yang dihasilkan memiliki nilai pH sebesar 9.40 dengan ukuran partikel nano kalsium berkisar 37-127 nm.

Hasil penelitian Hyoen (2013) yang meneliti tentang efek nano-kalsium yang berasal dari cangkang tiram terhadap kesehatan tulang pada tikus yang di ovariektomi menunjukkan bahwa gangguan pada tulang secara signifikan dapat disembuhkan dengan pemberian nano kalsium. Tingkat kalsium yang berkurang dalam hati pada tikus yang di ovariektomi akan meningkat secara signifikan dengan penggunaan nano-kalsium, dan diketahui bahwa nano-kalsium akan menginduksi metabolisme tulang. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan adanya peningkatan kadar mineral tulang femur setelah pemberian nano-kalsium serta peningkatan bioavailabilitas atau penyerapan kalsium dan metabolisme tulang. Purwaningsih *et al.* (2012) melaporkan bahwa isolasi dan karakterisasi nano kalsium dari cangkang kijing lokal (*Pilsbryoconchaexilis*) dengan metode presipitasi mendapatkan ukuran partikel nano kalsium antara 120-573 nm.

Salah satu permasalahan kekurangan kalsium dalam tubuh disebabkan oleh kurangnya konsumsi kalsium. Hal ini mengakibatkan terjadinya defisiensi kalsium dan berdampak pada berbagai keluhan pada tulang, gigi, darah, saraf, dan metabolisme tubuh (Tongchanet *et al.* 2009). Kalsium tidak akan dapat diserap oleh tubuh apabila dalam bentuk molekul yang besar. Oleh sebab itu diperlukan bentuk ukuran nano agar kalsium dapat terserap oleh tulang dengan baik. Gao *et al.* (2007) melakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh bubuk mutiara ukuran nanometer terhadap absorpsi dan penggunaan kalsium pada tikus. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa diet bubuk mutiara ukuran nanometer dapat secara signifikan meningkatkan bioavailabilitas kalsium dibandingkan dengan bubuk mutiara ukuran mikrometer.

Kelainan metabolik tulang dapat ditandai antara lain dengan berkurangnya massa tulang, adanya kerusakan pada tekstur tulang, terjadinya peningkatan

kerapuhan tulang, dan menyebabkan peningkatan risiko fraktur (NIH 2000). Massa tulang yang berkurang akan membuat tulang semakin keropos dan rapuh sehingga mudah patah yang disebut osteoporosis (Suheimi 2003). Tulang akan selalu membentuk kembali secara terus menerus. Pembentukan kembali tulang tersebut terjadi melalui suatu cara yang sudah teratur yang disebut resorpsi dan absorpsi. Pada usiamuda (menjelang 20 tahun), proses pembentukan tulang sangat aktif, di atas usia 40 tahun dan proses resorpsi lebih aktif dibanding proses pembentukan tulang (Asbiran 2003). Ketika puncak masa tulang sudah tercapai pada usia 30-an resorpsi tulang akan melebihi formasi tulang. Pada saat inilah proses hilangnya massa tulang akan terjadi (Denioetal. 2004). Umumnya tulang pada orang keturunan Asia dan kulit putih lebih rendah dari ras lainnya. Orang kulit hitam mempunyai idensitas mineral tulang yang lebih besardari orang kulit putih pada jenis kelamin dan usia yang sama (Melton 2003).

Toba *et al.* (1999) melakukan penelitian terhadap tikus dengan diet yang mengandung 0.5% kalsium dan diberi intervensi magnesium dengan berbagai tingkatan. Hasil penelitian ini memperoleh bahwa tingkat absorpsi dan retensi kalsium pada tikus dengan diet 0.15% magnesium lebih rendah dibandingkan dengan tikus dengan diet 0.05%. Absorpsi dan retensi magnesium meningkat dengan terjadinya peningkatan pemberian dosis *Femoral bone mineral density* (BMD) dari tikus dengan diet 0.15%. Magnesium secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan tikus dengan diet 0.025% dan 0.05% magnesium pada level ini absorpsi dan retensi meningkat. Jumlah dari kalsium pada femoral tikus dengan diet 0.15% magnesium lebih rendah dibandingkan dengan tikus dengan 0.025% dan 0.05%. Diet magnesium dan kalsium saling berkompetisi dalam proses penyerapan di dalam usus. Magnesium mungkin mempunyai efek lebih besar pada metabolisme kalsium pada tulang dibandingkan dengan absorpsi kalsium. Sebaliknya, Zvinororaet *al.* (2015) melaporkan bahwa serbuk daun *Moringa oleifera* berbentuk pelet (mengandung protein 170g/kg, lemak 25 g/kg, serat 70 g/kg, kalsium 25 g/kg, fosfor 6 g/kg dan lisin 6.5 g/kg) yang diberikan teratur selama 5 minggu tidak berpengaruh terhadap massa tibia dan femora pada tikus.

Piguet-Carrinet *al.* (2013) telah melakukan penelitian tentang pemberian suplementasi kalsium pada tikus jantan (usia 28 hari) dengan berbagai tingkatan

kalsium (tinggi (1.2%), adekuat (0.5%) dan rendah (0.2%)) selama 4 minggu. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa tidak ada perubahan berat badan pada semua kelompok perlakuan dibandingkan dengan tikus yang mendapat kalsium cukup. Tikus yang mendapat kalsium rendah memiliki dampak yang merugikan pada pertumbuhan tulang, kekuatan tulang, arsitektur tulang, massa puncak tulang dan material tulang.

Patel *et al.* (2013) melaporkan bahwa daun kelor memiliki manfaat sebagai osteoprotektif. Penelitian *in vivo* memberikan hasil bahwa terjadi perkembangan *osteoblastogenic* pada beberapa bagian *Moringa oleifera* yang berpengaruh pada sel osteoblast. Ekstrakmetanol pada *Moringa oleifera* menunjukkan efek positif menstimulasi osteoblas, meningkatkan jumlah selosteoblas, meningkatkan aktifitas induksi formasi tulang, meningkatkan kandungan *hydroxyproline* dan pembentukan mineral tulang. Dengan demikian ekstrak *Moringa oleifera* memiliki manfaat preventif terhadap osteoporosis.

Penyerapan kalsium dan sekresi hormone paratiroid juga menurun terutama setelah usia 70 tahun. Hal tersebut terjadi karena menurunnya kadar vitamin D dalam serum dan berkurangnya reseptor vitamin D di usus. Penurunan kadar kalsium dalam serum akan menyebabkan peningkatan sekresi hormone paratiroid dan merangsang resorpsi tulang sehingga kadar kalsium serum tidak dapat dipertahankan. Pada usia muda asupan kalsium akan sama dengan efisiensi penyerapan kalsium dan pada masa usia lanjut kemampuan dari efisiensi ini berkurang (Soejonodan Czeresna 2002). Kemampuan penyerapan vitamin D akan berkurang seiring dengan bertambahnya usia, sehingga diperlukan tambahan makanan yang cukup mengandung vitamin D seperti susu dan produk olahannya, kuning laut dan ikan laut (Lubis 2015). Pada masa pertumbuhan tersedia kalsium yang cukup sehingga menyebabkan pertumbuhan tulang menjadi maksimal (Dalimartha 2004).

Bab 2 Isi

2.1 Daun Kelor

Tanaman kelor telah digunakan selama berabad-abad di Asia dan di banyak bagian Afrika. Banyak yang menyebut bahwa pohon ini sebagai "*dinamitgizi*" karena mengandung jumlah nutrisi penting seperti zat besi, kalsium dan vitamin A. Kelor pun digunakan sebagai bahan utama sebagai pencegahan berbagai penyakit, salah satunya adalah Karena adanya kandungan senyawa *novel isothiocynate*, yang merupakan kelas *Bioavailabilitas Phytochemicals* yang dilaporkan terdapat dalam daun dan pohon kelor. Dunia ilmu pengetahuan mengakui bahwa kelor merupakan tanaman paling kaya zat gizi karena mengandung lebih banyak dan lebih padat vitamin, mineral, anti-oksidan, dan asam amino esensial (Krisnandi 2015).

Moringa oleifera merupakan salah satu sayuran dari urutan Brassica dan keluarga Moringaceae. Moringaceae adalah keluarga genus tunggal dengan 13 spesies (Khawaja *et al.* 2010). *Moringa oleifera* adalah pohon asli kecil dari daerah sub-Himalaya North West India, yang sekarang keberbagai daerah di Afrika, Arab, Asia Tenggara, Pasifik, kepulauan Karibia dan Amerika Selatan. *Moringa oleifera* juga dikenal sebagai pohon lobak, Monge, Mulangay, Sajana, benzolive, Kelor dan Marango. Moringa adalah jenis obat lokal dan sayuran herbal India yang berubah menjadi familiar di negara-negara tropis dan subtropis.

Bunga dan polong, dari pohon ini digunakan sebagai sayuran bernutrisi di banyak negara, terutama di India, Pakistan, Filipina, Hawaii dan bagian Afrika (Anwar *et al.* 2003,2005) daun kelor telah dilaporkan sebagai sumber yang kaya β -karoten, protein, vitamin C, kalsium dan kalium dan sebagai sumber antioksidan (Dilardet *al.* 2000; Sidhurajaet *al.* 2003).



Gambar 1. Daun Kelor

Di Indonesia tanaman kelor dikenal dengan berbagai nama, masyarakat Sulawesi menyebutnya *keru*, *wori*, *kelo*, atau *keloro*. Orang-orang Madura menyebutnya *maronggih*, orang Sunda dan Melayu menyebutnya kelor, di Aceh disebut *murong*, di Ternate dikenal sebagai *kelo*, di Sumbawa disebut *kawona*, sedangkan orang-orang Minang mengenalnya dengan nama *marunggai* (Krisnandi 2015).

Berdasarkan sejarahnya, tanaman yang dalam nama latinnya disebut *moringa oleifera* dari family *moringaceae* ini berasal dari kawasan Himalaya dan India yang kemudian menyebar di kawasan sekitarnya sampai ke benua Afrika dan Asia Barat. Pada beberapa Negara, Tanaman kelor dijadikan program pemulihan tanah kering dan gersang seperti di Ethiopia, Sudan, Madagaskar, Somalia, dan Kenya dengan ditanami kelor, yang memang tanaman kelor ini bisa hidup pada lahan tanah yang gersang, oleh karenanya tanaman kelor disebut sebagai *world's most valuable multipurpose trees and miracle tree* berkat kemampuannya yang dapat bertahan pada iklim ekstrim dan dapat menjadi solusi terhadap 300 penyakit yang dapat disembuhkan dengan mengkonsumsi langsung atau dengan dijadikan suplemen berbahan dasar tanaman kelor.

2.2. Daun Kelor dimata Dunia

Moringa oleifera Lam (sinonim: *Moringa pterygosperma* Gaertner) yang kita kenal dengan nama Kelor adalah species yang paling terkenal dari tiga belas spesies genus *Moringaceae*. Diduga memiliki asal-usul di Agra dan Oudh, terletak di barat laut India, wilayah pegunungan Himalaya bagian selatan. Nama "Shigon" untuk Kelor telah disebutkan dalam kitab "Shushruta Sanhita" yang ditulis pada awal abad pertama Masehi. Ada bukti bahwa Kelor ini telah dibudidayakan di India sejak ribuan tahun yang lalu.

Masyarakat kuno India tahu bahwa biji-bijian mengandung minyak nabati dan mereka menggunakannya untuk tujuan pengobatan. Sekarang, masyarakat India pada umumnya memanfaatkan Kelor sebagai pakan ternak atau sayuran. Meskipun merupakan tanaman asli kaki bukit selatan Himalaya, namun Kelor hadir di semua negara-negara tropis. Saat ini Kelor dibudidayakan di seluruh Timur Tengah, dan di hampir seluruh daerah tropis. Pertama kali diperkenalkan di Afrika Timur dari India pada awal abad 20. Di Nikaragua, Kelor dikenal dengan nama Marango dan diperkenalkan pada tahun 1920 sebagai tanaman hias dan untuk digunakan sebagai pagar hidup.

Pohon Kelor tumbuh sangat baik dan paling sering ditemukan di bagian Pasifik Nikaragua, tetapi Kelor pun dapat ditemukan di kawasan hutan di setiap negara bagiannya. Sumber lain menyebutkan, Kelor merupakan tanaman asli dari wilayah barat dan sekitar sub-Himalaya, India, Pakistan, Asia Kecil, Afrika dan Arabia (Somalia et al, 1984; Mughal et al, 1999) dan sekarang didistribusikan di Filipina, Kamboja, Amerika Tengah, Amerika Utara dan Selatan serta Kepulauan Karibia (Morton, 1991).

Kelor dikenal dengan banyak nama di berbagai negara dan dalam bahasa Dravida, ada banyak nama lokal untuk Kelor, tetapi semua berasal dari akar kata "Morunga". Dalam bahasa Inggris umumnya dikenal sebagai Horseradish tree, Drumstick tree, Never Die tree, West Indian Ben tree, dan Radish tree (Ramachandran et al., 1980). Kelor populer disebut 'drumstick' karena polongnya yang menyerupai stik drum. Sementara di wilayah lembah Nil, Kelor dikenal

dengan nama 'Shagara al Rauwaq', yang berarti 'pohon yang memurnikan' (Von Maydell, 1986).

Di Pakistan, Kelor secara lokal dikenal sebagai 'Sohanjna' serta tumbuh dan dibudidayakan di seluruh negeri (Qaiser, 1973, Anwar et al, 2005). 4 Kelor, Super Nutrisi Kelorina.Com Pohon yang dapat tumbuh dengan cepat ini digambarkan dunia sebagai salah satu tanaman yang paling bergizi yang pernah dikenal. Daun memiliki kandungan betakaroten melebihi wortel, mengandung protein melebihi kacang polong, lebih banyak mengandung vitamin C dibanding jeruk, kandungan kalsiumnya melebihi susu, mengandung zat besi lebih banyak dari bayam dan kandung kaliumnya lebih banyak dari pisang.

Belakangan ini, Kelor digunakan dengan sukses dalam memerangi kekurangan gizi pada anak-anak dan upaya untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh di banyak negara berkembang. Dunia pengobatan tradisional sudah lama menggunakan Kelor untuk pengobatan berbagai penyakit, termasuk pemulihan dari kerusakan hati.

Kelor pun sering digunakan untuk melengkapi obat-obatan modern pada penderita sakit kronis termasuk mereka yang menderita AIDS dan penyakit yang terkait dengan HIV. Hampir di setiap negara yang sudah menjadikan Kelor sebagai komoditas agribisnis, Kelor dimanfaatkan dalam berbagai cara dan menjadi komoditas utama sumber mata pencaharian petaninya. Pada umumnya ditanam untuk dimanfaatkan daun, buah, bunga dan akarnya, baik sebagai bahan pangan, obat-obatan, pewarna, pakan ternak dan penjernih air limbah.

Masyarakat di negara-negara berkembang di Afrika dan Amerika latin, sudah menganggap Kelor sebagai bagian dari kebutuhan konsumsi harian, baik di pedesaan maupun perkotaan. Tergantung pada tujuan dan kuantitas hasil panennya, masyarakat di negara-negara Afrika membuat pembibitan Kelor sebagai proyek komunitas melalui kelompok tani, atau dalam skala kecil di tingkat keluarga. Pohon Kelor berfungsi sebagai penahan angin, untuk pengendalian erosi tanah, pagar hidup, sebagai tanaman hias, atau tumpangsari bersama tanaman lain yang tidak memerlukan sinar matahari langsung. Pengembangan Kelor sebagai tanaman penting bagi masyarakat di negara-negara

berkembang di Afrika, terbukti efektif dan dapat memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan berkelanjutan dan pengurangan kemiskinan. Sumber lain menyebutkan, Kelor merupakan komoditas pangan yang penting sebagai sumber 'gizi alami daerah tropis'. Daun, buah, bunga dan polong yang belum matang dari pohon Kelor digunakan sebagai sayuran bernutrisi di banyak negara, terutama di Anugrah Kelor 5 Kelorina.Com India, Pakistan, Filipina, Hawaii dan banyak bagian Afrika (D'souza dan Kulkarni, 1993; Anwar dan Bhangar, 2003; Anwar et al, 2005.).

Daun Kelor telah dilaporkan menjadi sumber yang kaya β -karoten, protein, vitamin C, kalsium dan kalium, dan menjadi sumber makanan yang baik sebagai antioksidan alami, karena adanya berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam askorbat, flavonoid, fenolat dan karotenoid (Dillard dan Jerman, 2000; Siddhuraju dan Becker, 2003). Di Filipina, Kelor dikenal sebagai 'teman ibu terbaik' karena pemanfaatannya untuk meningkatkan produksi ASI dan kadang-kadang diresepkan untuk anemia (Estrella et al, 2000.; Siddhuraju dan Becker, 2003).

Sejak sepuluh tahun terakhir, dunia memandang Kelor sebagai pohon tropis yang paling berguna karena kandungan dan manfaat seluruh bagian tanamannya. Selain itu, Kelor relatif mudah dibudidayakan dan disebarluaskan, baik dengan cara seksual maupun aseksual, tidak memerlukan unsur hara dan air yang banyak sehingga sangat mudah dalam proses pengelolaan produksi dalam skala besar maupun skala rumah tangga. Kelor pun memiliki banyak fungsi seperti sumber makanan bergizi, apotek hidup, herbal, natural kosmetik, pelestarian alam dan lingkungan, konservasi, penyerapan karbon, sumber minyak nabati, energi terbarukan, peningkatan kualitas air, kebutuhan pakan ternak dan sumber pupuk serta pestisida alami. Para peneliti di berbagai negara seakan berlomba untuk melaporkan hasil penelitiannya yang menguatkan Kelor sebagai tanaman ajaib.

Penelitian yang dilakukan oleh Dahot (1998) melaporkan bahwa dalam ekstrak daun Kelor mengandung protein dengan berat molekul rendah yang mempunyai aktivitas antibakteri dan antijamur, sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Meitzer dan Martin (2000), daun Kelor yang dilarutkan dalam air

dapat digunakan untuk antibiotika. Makkar dan Becker (1997) melaporkan bahwa daun Kelor mengandung 27% protein. Sebagai sumber protein, daun Kelor memiliki kandungan asam amino esensial seimbang (Makkar and Becker, 1996). Tepung daun Kelor memiliki beberapa zat hypotensif, antikanker, dan antibakterial antara lain, niacimicin dan pterygospermin. Selain itu daun Kelor juga memiliki zat antioksidan antara lain sitosterol dan glukopyranoside (Guevara et al., 1999). 6 Kelor, Super Nutrisi Kelorina.Com Dr. Monica G Marcu, ilmuwan, peneliti dan penulis buku “Miracle Tree”, menyebutkan Kelor terkenal dan dicintai di berbagai belahan dunia, sementara ketenarannya menyebar dan mendorong proyek penelitian yang menarik di bidang pertanian, kehutanan, kesehatan, botani, industri makanan dan obat-obatan, serta kosmetik. Churches and Charities, Peace Corps, dan organisasi kemanusiaan lainnya seperti Educational Concerns for Hunger Organization (ECHO), Trees for Life – organisasi yang berbasis di Wichita, Kansas - tertarik kepada Kelor untuk alasan yang jelas.

Church World Service (the U.S. National Council of Churches' global service and witness ministry) baru-baru ini menyelenggarakan konferensi internasional pertama kalinya tentang pohon Kelor, sebagai sumber daya penduduk asli, untuk memerangi kelaparan dan kekurangan gizi. Konferensi itu diikuti oleh 27 negara, termasuk 12 negara Afrika, perwakilan dari industri swasta, pejabat kementerian, peneliti, sekuler dan ekumenis organisasi non-pemerintah tampak hadir di antara para peserta.

Yayasan Mata Internasional (berbasis di Maryland, USA) mempromosikan Kelor untuk pencegahan kebutaan pada anak (karena kekurangan gizi) di negara-negara miskin. Memang, Kelor yang kaya dengan kandungan vitamin, dapat menyelamatkan penglihatan anak-anak yang rentan kebutaan karena defisiensi vitamin A. Koran dan jurnal ilmiah di banyak negara semakin sering menyebutkan Kelor. Sebelumnya, Kelor ini tidak benar-benar dikenal di Barat, kecuali untuk botanis. Sekarang ini, Kelor sangat dikenal sebagai tanaman yang dapat menghentikan sikap putus asa kaum ibu dari negara tropis, yang menggunakannya untuk menyelamatkan anak-anak mereka yang kurang gizi.

Selain itu, Kelor pun tampil sebagai krim berbahan alami untuk mempercantik dan meremajakan kulit.

Peneliti dari Austria ke Australia, Nikaragua dan India, untuk melakukan penelitian tentang sifat dan pertumbuhan Kelor. The National Science Foundation dan National Geographic Society, bersama-sama dengan organisasi lainnya, sudah mulai membiayai pengumpulan koleksi dari semua spesies Kelor untuk mengumpulkan informasi lebih lanjut tentang kandungannya yang menyehatkan. Harus diakui, kini Dunia memang tengah terpesona dengan Keajaiban Pohon Kelor

2.2 Zat Gizi Yang Terkandung Pada Daun Kelor

Salah satu hal yang membuat kelor menjadi perhatian dunia dan memberikan harapan sebagai tanaman sumber nutrisi yang dapat menyelamatkan jutaan manusia dari kekurangan gizi adalah kelor. Kelor kaya serta padat dengan kandungan zat gizi dan senyawa yang dibutuhkan tubuh untuk menjadi bugar. Seluruh bagian tanaman kelor dapat dimanfaatkan untuk pencegahan, menjaga dan meningkatkan kualitas kesehatan manusia terutama sumber asupan gizi keluarga, bahkan, kandungan gizi kelor diketahui berkalilipat dibandingkan bahan makanan sumber nutrisi lainnya (Krisnandi 2015).

Kandungan senyawa dalam daun kelor telah diteliti dan dilaporkan oleh Gopalan *et al.*, (2010) yang dipublikasikan dalam *All Thing Moringa* (Bey 2010). Senyawa tersebut meliputi zat gizi seperti mineral, vitamin dan asam amino. Kandungan senyawa dari kelor dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini (Krisnandi 2015).

Tabel 1. Daftar Kandungan Zat Gizi Daun Kelor

Zatgizi	Bagian daunkelor		
	Polong	Daun segar	Daunkering
	Zatgizi (g/100g)		
Air	86.9	75.0	7.50
Energi	26.0 kkal	92.0 kkal	205.0 kkal
Protein	2.5	6.7	27.1
Lemak	0.1	1.7	2.3
Karbohidrat	3.7	13.4	38.2
Serat	4.8	0.9	19.2
Mineral	2.0	2.3	-
		Mineral (mg/100mg)	
Kalsium	30.0	440.0	2003.0
Magnesium	24.0	24.0	368
Fosfor	110.0	70.0	204.0
Kalium	259	259	1324
Tembaga	3.1	1.1	0.6
Zatbesi	5.3	0.7	28.2
Asamoksalat	10.0	101.0	0.0
Sulfur	137.0	137.0	870.0
		Vitamin (mg/100mg)	
Vitamin A	0.10	680.0	16.3
Vitamin B1	0.05	0.08	20.8
Vitamin B2	0.07	0.08	8.2
Vitamin B3	0.07	0.80	17.5
Vitamin C	120.0	220.0	113.0
		Asam amino (mg/100mg)	

Arginin	360	406.0	1325
Histidine	110	146.8	613
Lysine	150	342.4	1325
Triptopan	60	107	425
Threonine	490	117.7	1188
Leusine	650	492.2	1950
Isoleusine	440	299.6	825
Valine	540	374.8	1063

Sumber: Hakim (2010)

Dalam publikasinya di Afrika, Dr Gary Brace dalam *moringadirect.com*, menyebutkan bahwa serbuk daun Kelor mengandung Vitamin A (10 kali lebih banyak dibanding Wortel), Vitamin B1 (4 kali lebih banyak dibanding daging babi), Vitamin B2 (50 kali lebih banyak dibanding Sardines), Vitamin B3 (50 kali lebih banyak dibanding Kacang), Vitamin E (4 kali lebih banyak dibanding Minyak Jagung), Beta Carotene (4 kali lebih banyak dibanding Wortel), ZatBesi (25 kali lebih banyak dibanding bayam), Zinc (6 kali lebih banyak dibanding almond), Kalium (15 kali lebih banyak dibanding pisang), Kalsium (17 kali lebih banyak dibanding susu segar), Protein (9 kali lebih banyak dibanding Yogurt), Asam Amino (6 kali lebih banyak dibanding bawang putih), *Polyphenol* (2 kali lebih banyak dibanding *Red Wine*), Serat makanan (5 kali lebih banyak dibanding sayuran pada umumnya).

Daun kelor yang merupakan bagian dari tanaman kelor yang kegunaan dan kandungan gizinya telah banyak diteliti kaya akan nutrisi karena banyak mengandung asam amino esensial, vitamin, mineral, dan antioksidan. Daun yang karena jumlah vitamin dan mineralnya cukup tinggi, daun kelor memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami.

Zat gizi seperti kalsium, besi, protein, vitamin A, vitamin B dan vitamin C sangat kaya terkandung dalam daun kelor, sebagaimana hasil penelitian di Afrika yang menunjukkan bahwa vitamin C pada daun kelor lebih banyak tujuh kali dari buah jeruk, mengandung empat kali lebih banyak kalsium dari pada susu. Daun

kelor dapat dikonsumsi pada kondisi segar, dimasak, atau disimpan dalam bentuk tepung selama beberapa bulan tanpa pendinginan dan tanpa kehilangan nilai gizi ini memiliki zat besi yang terkandung pada daun kelor juga lebih tinggi dari pada sayuran lain sebesar 17,2 mg/100 g. Daun kelor sama sekali tidak mengandung zat berbahaya meski mengandung zat yang berasa pahit. Pada bahan kering daun kelor memiliki kandungan klorofil sebesar 6.890 mg/kg. Kandungan nilai gizi daun kelor segar dan kering per 100 g dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2. Nilai Gizi 100 g Daun kelor Segar dan Kering

Komponen Gizi	Daun Kelor Segar	Daun Kelor Kering
Kadar air (%)	94.01	4.09
Protein (%)	22.7	28.44
Lemak (%)	4.65	2.47
Kadar abu (%)	-	7.95
Karbohidrat (%)	51.66	57.01
Serat (%)	7.92	12.63
Kalsium (mg)	350-550	1600-2200
Energi (kkal/100 g)	-	307.30

Sumber: Aminah S, 2015.

Dengan kandungan gizi yang kaya akan vitamin dan mineral, maka daun kelor dirasa cocok untuk dioptimalkan pemanfaatannya menjadi sebuah produk pangan.

2.3 Mineral Pada Daun Kelor

Mineral (seperti tembaga, besi, kalsium, kalium) adalah nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah tertentu (sering dalam jumlah kecil) untuk menjaga kesehatan seperti halnya vitamin. Mineral adalah nutrisi penting untuk pemeliharaan kesehatan dan pencegahan penyakit. Mineral dan Vitamin bertindak secara interaksi dalam pencegahan penyakit. Kita perlu vitamin agar mineral dapat bekerja dan sebaliknya, tanpa beberapa mineral atau vitamin, beberapa vitamin atau mineral tidak akan berfungsi dengan baik. Perbedaan terbesar antara vitamin dan mineral adalah bahwa mineral merupakan senyawa anorganik sedangkan vitamin senyawa organik (Krisnandi, 2015).

Mineral dapat diklasifikasikan menurut jumlah yang dibutuhkan tubuh kita. Mineral utama (*mayor*) adalah mineral yang kita perlukan lebih dari 100 mg sehari, sedangkan mineral minor (*trace elements*) adalah mineral yang kita perlukan kurang dari 100 mg sehari. Kalsium, tembaga, fosfor, kalium, natrium dan klorida adalah contoh mineral utama, sedangkan kromium, magnesium, yodium, besi, flor, mangan, selenium dan zink adalah contoh mineral minor. Mineral minor tak kalah penting dibandingkan mineral utama. Kekurangan mineral minor akan menyebabkan masalah kesehatan yang juga serius (Krisnandi, 2015).

Penelitian Anjorinet *al* (2010) mengatakan bahwa komposisi mineral dari tangkai daun, polong biji, kulit biji, bubuk biji dan minyak biji kelor di Nigeria menunjukkan bahwa Ca, Mg, Fe dan Cu di daun *M. oleifera*, polong dan biji dari daerah Sheda relatif lebih tinggi dari pada yang dari daerah Kuje. Konsentrasi yang tinggi dari Ca dan Fe ditemukan di lamina dan biji tanaman dari kedua daerah. Zat Mg (0.185 mg mL) dalam minyak kernel benih kelor dari Sheda secara signifikan lebih rendah ($P \leq 0,05$) dibandingkan di bagian lain dari daun dan biji. Komposisi Fe dalam kulit biji dari Sheda adalah 0.2436 mg lebih di Kuje. Unsur beracun seperti Pb tidak ada di daun, polong dan biji kelor dari kedua lokasi. Penelitian ini menegaskan bahwa ada variasi dalam makro mineral dalam daun kelor, polong dan biji dari lokasi yang berbeda. Temuan ini dapat menjadi acuan dalam suplemen mineral pada hewan dan manusia (Anjorinet *al.* 2010).

Penelitian Jongrungruang choket *al.* (2010) bertujuan untuk membandingkan komposisi mineral daun kelor dari 11 wilayah iklim agro yang berbeda di Thailand. Daun mengandung 19.15-28.80% protein 2.06-2.47% lemak, 16.30-23.89% serat, 8.52-13.53% kadar air. Kalsium, kalium dan zat besi daun kelor (100 g berat kering) ditemukan di kisaran 1510.41-2951.13 mg, 1504.23-2054.05 mg dan 20.31-37.60 mg, masing-masing. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa daun kelor untuk daerah agro-iklim yang berbeda dari Thailand mengandung cukup banyak nutrisi dan dapat digunakan sebagai suplemen yang baik untuk beberapa nutrisi seperti protein, serat dan mineral.

2.4 Manfaat Daun Kelor



Tanaman Multiguna Berkhasiat Obat Semua bagian tanaman dapat dimanfaatkan, daun dibuat sayur seperti bayam atau kangkung, buah muda dimasak dalam berbagai cara yang berbeda, biji muda digunakan seperti kacang polong atau dibuat bubur seperti kacang hijau, minyak yang diambil dari bijinya digunakan untuk memasak dan bahan kosmetik, khususnya perawatan kulit sebagai nutrisi kulit, antiaging, pelembab dan tabir surya.

Akar Kelor dapat dibuat menjadi bumbu seperti empon-empon dan bunga yang dicampur dengan daun segar atau kering, sering digunakan untuk membuat teh herbal. 16 Kelor, Super Nutrisi Kelorina.Com Daun yang sudah tua diambil dengan rantingnya, dan lebih cocok untuk membuat serbuk daun kering melalui proses penggilingan. Untuk sayuran segar daun harus dipanen lebih awal di pagi hari dan diolah pada hari yang sama. Bunga dan polong yang dihasilkan selama tahun kedua pertumbuhan, dipanen ketika masih muda, bertekstur lembut dan

berwarna hijau. Saat ini Kelor sedang diteliti penggunaannya sebagai bio-enhancer karena kandungan senyawa antibiotiknya dan penggunaan bijinya atau pasta biji sebagai penjernih air karena kemampuannya menggumpalkan kotoran yang melayang dalam air. Manfaat bagian-bagian tanaman Kelor diantaranya:

1. Akar Antilithic

Pencegah/penghancur terbentuknya batu urine), rubefacient (obat kulit kemerahan), vesicant (menghilangkan kutil), karminatif (perut kembung), antifertilitas, anti-inflamasi (peradangan), stimulan bagi penderita lumpuh, bertindak sebagai tonik / memperbaiki peredaran darah jantung, digunakan sebagai pencahar, aborsi, mengobati rematik, radang, sakit artikular, punggung bawah atau nyeri ginjal dan sembelit.

2. Daun Pencahar,

diterapkan sebagai tapal untuk luka, dioleskan pada kening untuk sakit kepala, digunakan untuk kompres demam, sakit tenggorokan, mata merah, bronhitis, dan infeksi telinga, kudis dan penyakit selesma. Jus daun diyakini untuk mengontrol kadar glukosa, dan digunakan untuk mengurangi pembengkakan kelenjar.

3. Batang Rubefacient

digunakan untuk menyembuhkan penyakit mata dan untuk pengobatan pasien mengigau, mencegah pembesaran limpa dan pembentukan kelenjar TB leher (gondok), untuk menghancurkan tumor dan untuk menyembuhkan bisul. Jus dari kulit akar yang dimasukkan ke dalam telinga untuk meredakan sakit telinga dan juga ditempatkan di rongga gigi sebagai penghilang rasa sakit, dan memiliki aktivitas anti-TBC. Anugrah Kelor 17 Kelorina.Com

4. Getah

Digunakan untuk karies gigi, dan zat rubefacient, getahnya dicampur dengan minyak wijen, digunakan untuk meredakan sakit kepala, demam, keluhan usus, disentri, asma dan kadang-kadang digunakan sebagai aborsi, serta untuk mengobati sifilis dan rematik.

5. Bunga

Memiliki nilai khasiat obat yang cukup tinggi sebagai stimulan, afrodisiak, aborsi, cholagogue, digunakan untuk menyembuhkan radang, penyakit otot, histeria, tumor, dan pembesaran limpa, menurunkan kolesterol, fosfolipid serum, trigliserida, VLDL, kolesterol LDL rasio fosfolipid dan indeks aterogenik; menurunkan profil lipid hati, jantung dan aorta pada kelinci hiperkolesterol dan meningkatkan ekskresi kolesterol dalam feses.

6. Biji Ekstrak

biji memberikan efek perlindungan yang menurunkan lipid peroksida hati, antihipertensi, senyawa isothiocyanate thiocarbamate dan glycosids telah diisolasi dari fase asetat dari ekstrak etanol polong Kelor

5. Kalsium

Kalsium merupakan mineral paling banyak terdapat didalam tubuh yaitu 1,5-2% dari berat badan orang dewasa atau kurang lebih sebanyak 1 kg, dari jumlah ini 99% berada dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi dalam bentuk hidroksipatit. Kalsium tulang beradadalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma pada konsentrasi 2.25-2.60 mmol atau 9-10.4 mg/100 ml.

Densitas tulang berbeda menurut menurut umur, meningkat pada bagian pertama kehidupan dan menurun pada usia dewasa. Kalsium tersebar dalam tubuh, cairan ekstraselular dan intraselular. Kalsium memegang peranan penting dalam mengatur fungsi sel, seperti sel syaraf, kontraksi otot, pengumpalan darah, menjaga permeabilitas membran sel serta mengatur pekerjaan hormone factor pertumbuhan (Almatsier 2009).

Susu merupakan sumber kalsium yang paling banyak kita kenal. Meminum susu secara teratur memastikan tubuh memiliki tulang yang kuat dan tumbuh dengan baik. Tulang terus tumbuh dan berkembang sampai usia kita 30 tahun. Setelah itu pertumbuhan tulang tidak secepat penyusutannya, jika tubuh tidak mendapatkan cukup kalsium, maka tulang akan keropos di usia 50 tahun. Kalsium dapat memperlambat proses pengeroposan tulang (Krisnandi, 2015).

Kalsium adalah mineral terbesar yang dibutuhkan oleh tubuh, sekitar 2-3 % dari berat badan kita adalah kalsium, di mana 98% tersimpan di dalam tulang dan gigi dan 1% dalam darah, selain untuk pemeliharaan tulang dan gigi, kalsium juga membantu dalam kontraksi dan relaksasi otot, pembekuan darah, fungsi hormon, sekresi enzim, penyerapan vitamin B12 dan pencegahan batu ginjal serta penyakit jantung (Yesufu dan Husaini 2014).

Salahsatu tumbuhan yang kaya akan kalsium adalah kelor dimana kelor mengandung mineral berlimpah dan beberapa diantaranya merupakan mineral utama yang meliputi kalsium, tembaga, besi, kalium, magnesium, mangan dan seng (Marcu, 2013). Kelor mengandung 440 mg/100gram daun segar dan 2003 mg/100gram daun kering. Kandungan itu 17 kali lebih banyak dibanding susu dan 8.79 kali lebih tinggi bio availabilitas kalsiumnya (Krisnandi, 2015).

Kalsium merupakan salah satu mineral yang paling penting untuk pertumbuhan, pemeliharaan, dan reproduksi dari tubuh manusia. Pembekuan darah, transmit siimpuls saraf, kontraksi otot dan relaksasi, detakjantung normal, stimulasi sekresi hormon, aktivasi reaksi enzim, dan fungsi lainnya, semuanya memerlukan sejumlah kecil kalsium (Krisnandi, 2015).

Moringa oleifera atau tanaman kelor dilihat dari setiap bagian tubuh tumbuhan memiliki manfaat masing-masing, dibagian akar dapat untuk menyuburkan tanah, dari bagian daun manfaat yang dihasilkan sebagai pelancar ASI dan nutrisi sebagai Makanan Pendamping Air Susu Ibu atau MPASI, serta nutrisi untuk balita yang sedang dalam masa pertumbuhan. Selain itu daun kelor juga bermanfaat untuk mencegah osteoporosis karena mengandung beberapa unsure zatgizi mikro yang sangat dibutuhkan seperti kalsium, fosfor, dan nitrogen yang bermanfaat untukmencegah osteoporosis terutama pada wanita menopause.

Manfaat dari kandungan daun kelor yang sering terabaikan ialah pada kandungan mineralnya, padahal dengan mengkonsumsi daun kelor sebagai menu makanan dapat memenuhi kebutuhan mineral tubuh, serta informasi kandungan dan kadar mineral yang tepat pada daun kelor sangat diperlukan untuk mengetahui takaran jumlah konsumsi harian.

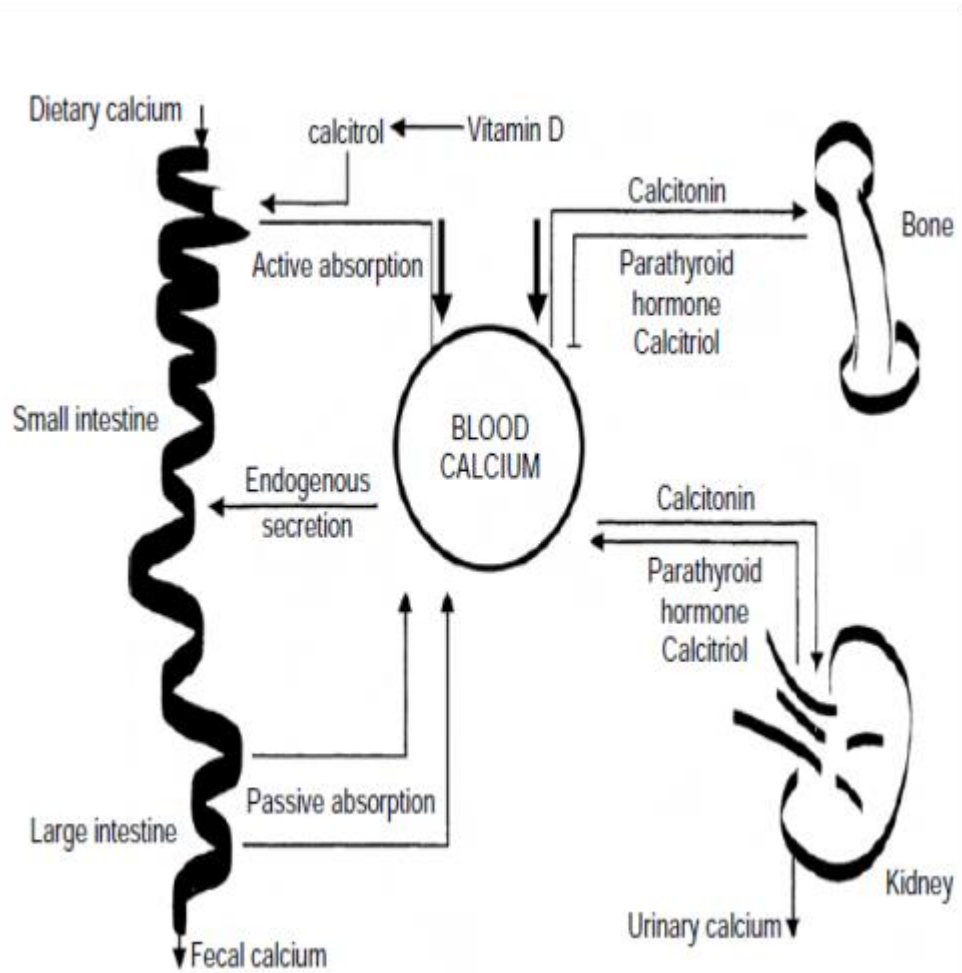
Daun kelor segar terkandung zatgizi yang setara dengan empat kali vitamin A yang terkandung pada wortel, tujuh kali vitamin C yang terkandung pada jeruk, empat kali mineral kalsium yang terkandung pada susu, tiga kali mineral potassium yang terkandung pada pisang, tiga per empat kali zatgizi yang terkandung pada bayam, dan dua kali protein yang terkandung pada yoghurt, sedangkan pada daun kelor kering atau dalam bentuk tepung kandungan gizinya yang setara dengan sepuluh kali vitamin A yang terkandung pada wortel, setengah kali vitamin C yang terkandung pada jeruk, tujuhbelas kali mineral kalsium yang terkandung pada susu, lima belas kali mineral potassium yang terkandung pada pisang, duapuluh lima kali zatbesi yang terkandung pada bayam, dan Sembilan kali protein yang terkandung pada yoghurt.

Daun kelor sejak zaman dahulu diketahui memiliki berbagai manfaat terkhusus untuk kesehatan, hal ini terlihat dari orangtua dahulu memanfaatkan daun kelor untuk penyembuhan beberapa macam penyakit dengan khasiat sebgai antimikroba, antibakteri, antioksidan, mempercepat dalam proses penyembuhan penyakit radang, mengobati flu dan pilek, bronchitis, cacingan, kanker, dan tiroid. Potensi lain dari daun kelor ialah dapat digunakan sebagai minuman probiotik untuk minuman kesehatan, atau sebagai fortifikan yang memperkaya nilai gizinya, juga manfaat berikutnya dari kelor ialah selain daun dan buah, bijinya juga dapat diolah untuk menjadi bentuk tepung yang bermanfaat sebagai penambah nutrisi pada tubuh balita.

Manfaat penting daun kelor tidak hanya bisa digunakan untuk balita, tetapi juga bisa untuk wanita menopause dikarenakan kalsium yang terkandung dalam daun kelor tinggi sehingga dapat mencegah osteoporosis pada masa menopause, dimana kandungan kalsium pada ekstrak daun kelor sendiri mencapai 1600-2200 mg. Berdasar dari penelitian pada kadar kalsium yang dilakukan menggunakan metode *AAS(Atomic Absorption Spektrophotometry)* yang telah dilakukan didapatkan kadar kalsium daun kelor lebih tinggi dari susu sapi segar.

Metabolisme Kalsium

Kalsium (Ca) adalah zat gizi penting yang diserap dalam usus, digunakan untuk membangun tulang, dan gigi serta memelihara plasma ekstra dan intraseluler dan diekskresikan melalui feses, urin, an sampai batas tertentu dari kulit dan rambut (Gambar 2).



Gambar 2. Metabolisme kalsium dalam tubuh (Roberfroid 2005)

Sebanyak 99.9% kalsium di dalam tubuh berada di jaringan tulang, dan sisanya 0.1% ditemukan dalam plasma dan cairan ekstraseluler. Jumlah Ca terdiri dari 3 fraksi yaitu sekitar 45% protein-terikat, sekitar 10% sebagai sitrat, fosfat dan garam bikarbonat, dan sekitar 45% ion Ca bebas di dalam plasma. Kondisi Ca di plasma dalam keadaan terionisasi dan berperan pada cairan ekstraseluler (Institute of Medicine 1997).

Fisiologi Ca di bawah kontrol homeostatik dan berhubungan erat dengan proses seperti penyerapan, ekskresi dan sekresi, serta penyimpanan di tulang. Konsentrasi Ca dalam plasma diatur dalam kisaran yang ketat melalui sistem fisiologis kompleks yang terdiri dari interaksi hormon kalsitropik seperti hormon paratiroid 1.25-dihydroxycholecalciferol (atau 1.25-dihidroksi-vitamin D3), dan kalsitonin, dengan jaringan target tertentu (ginjal, tulang, dan usus) yang berfungsi untuk meningkatkan atau mengurangi masuknya Ca ke dalam ruang ekstraseluler (Bronner 1999).

Sekresi hormon ini diatur sepenuhnya, atau sebagian sesuai dengan konsentrasi Ca terionisasi di plasma sehingga membentuk sistem umpan balik negatif. Hormon paratiroid dan 1.25-dihydroxycholecalciferol disekresikan ketika Ca plasma rendah, sementara kalsitonin disekresikan ketika Ca plasma tinggi (Roberfroid 2005).

Dua proses penyerapan utama Ca ada di usus, yaitu melalui transpor aktif dan pasif yang pada dasarnya terjadi pada duodenum dan sebagian kecil terjadi di usus besar. Konsentrasi Ca yang rendah akan dimediasi melalui produksi senyawa metabolik vitamin D 1.25-dihydroxycholecalciferol (Veum 2010).

Efisiensi penyerapan Ca secara fisiologis akan lebih tinggi selama masa pertumbuhan dan masa remaja serta kehamilan tetapi lebih rendah setelah 50 tahun. Biasanya sekitar 30-35% dari Ca dalam makanan diserap tetapi bisa lebih tinggi atau lebih rendah, tergantung pada komposisi makanan tetapi juga mungkin pada faktor genetik (Roberfroid 2005).

Pada keadaan normal sebanyak 30-50% kalsium yang dikonsumsi diabsorpsi tubuh. Kemampuan absorpsi lebih tinggi pada masa pertumbuhan dan menurun pada proses penuaan. Kemampuan absorpsi pada laki-laki lebih tinggi dari pada perempuan pada semua golongan umur. Absorpsi kalsium terutama terjadi dibagian atas usus halus yaitu duodenum. Kalsium membutuhkan pH 6 agar tetap berada dalam keadaan terlarut. Absorpsi kalsium terutama dilakukan secara aktif dengan menggunakan alat angkut protein sebagai pengikat kalsium (Fairweather-Tait 1996).

Pengaturan dan Penyerapan Kalsium

Total konsentrasi kalsium dalam tubuh manusia diatur supaya berada diantara 8.5-10.5 mg/dl dalam darah dan tiga organ seperti tulang, ginjal dan usus halus. Secara teratur kalsium masuk dan keluar dari dalam darah melalui tiga organ tersebut, dimana pergerakannya diatur oleh hormon paratiroid, kalsitonin dan metabolit pertama dari vitamin D 1.25 dehidrokolekalsiferol. Paratiroid meningkatkan konsentrasi kalsium dengan cara meningkatkan resorpsi di tulang dimulai dengan mendorong reabsorpsi kalsium di ginjal dan meningkatkan terbentuknya 1.25 dehidrokalsiferol di ginjal (Panusunan, 2004).

Penyerapan kalsium juga dipengaruhi oleh diet seperti protein. Protein memberikan efek yang menguntungkan terhadap penyerapan kalsium karena garam-garam yang dapat larut dan mudah diabsorpsi (Mary E. Beck, 2000) Perubahan rata-rata kalsium 1000 mg kalsium dikonsumsi setiap harinya, tapi hanya sepertiga yang diabsorpsi dan sekitar 190 mg keluar melalui usus halus sehingga jumlah yang terserap hanya 170 mg dan setara dengan kalsium yang dikeluarkan melalui urin.

Dari rata-rata 1000 mg kalsium yang terdapat dalam tubuh, 550 mg melakukan pertukaran melalui tulang dan cairan tubuh, sehingga pada keadaan yang stabil jumlah kalsium yang keluar dan masuk adalah tetap. Pada keadaan yang sedang tumbuh retensi kalsium akan terjadi untuk pembentukan tulang. Semakin tinggi kalsium yang masuk kedalam tulang maka akan diseimbangkan oleh meningkatnya absorpsi dan berkurangnya sekresi kalsium di urin (Panusunan, 2004).

2.5 Kalsium Pada Daun Kelor

 Kelor	3 kali	4 kali	25 kali	7 kali	4 kali	2 kali
	Potassium Pisang	Vitamin A Wortel	Zat Besi Bayam	Vitamin C Jeruk	Calcium Susu	Protein yogurt
	15 kali	10 kali	25 kali	1/2 kali	17 kali	9 kali
	Potassium Pisang	Vitamin A Wortel	Zat Besi Bayam	Vitamin C Jeruk	Calcium Susu	Protein yogurt

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh yaitu 1.5-2 % dari berat badan orang dewasa atau kurang lebih sebanyak 1 kg. Dari jumlah ini 99% berada dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi. Kalsium tulang berada dalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma pada konsentrasi 2.25-2.60 mmol/l (9-10.4 mg/100ml) (Almatsier 2009).

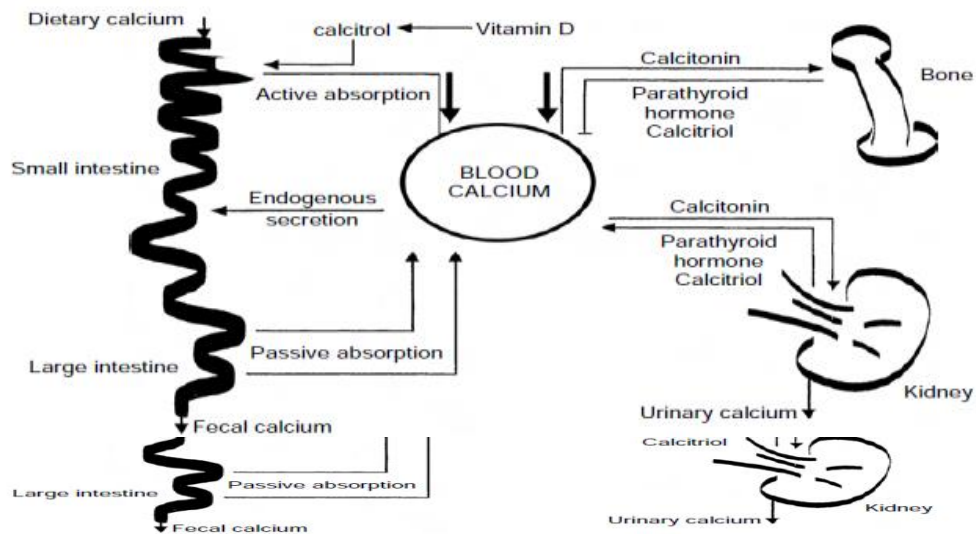
Mineral yang terdapat dalam tubuh dengan jumlah terbesar ialah kalsium. Sebanyak sekitar 1,5-2% dari berat badan jumlah kalsium yang terdapat dalam tubuh manusia, artinya pada seseorang dengan berat badan 50 kg 0,75 sampai dengan 1 kg nya terdiri dari kalsium yang 99% berada di jaringan keras seperti tulang dan gigi.

Kalsium merupakan unsure makromineral yang terlibat dalam sejumlah besar proses biologi dan metabolisme tubuh yang penting. Konsumsi kalsium yang rendah atau kurang akan mengakibatkan terjadinya gangguan kesehatan pada seseorang. Konsumsi kalsium pada masa pertumbuhan, dewasa awal, dan premenopause pada wanita sangat penting untuk mendapatkan massa tulang yang optimal sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya gangguan kesehatan seperti osteoporosis.

Bersama dengan fosfor, kalsium ialah elemen utama penyusun tulang, kekurangan konsumsi kalsium di masa remaja dan dewasa mengakibatkan resiko osteoporosis meningkat. Dengan mengkonsumsi kalsium sebanyak 1.000-1.200 mg perhari disertai dengan makanan seimbang dapat mencegah terjadinya osteoporosis, dikarenakan dengan mengkonsumsi kalsium dapat mempercepat laju dari pembentukan tulang. Kebutuhan kalsium sangat tinggi untuk disemua 500-1.200 mg, serta pada orang dewasa dianjurkan sebanyak 1.000-1.200 mg.

Di Negara-negara berkembang asupan kalsium dari makanan masih rendah dikarenakan konsumsi susu tidak menjadi bagian dalam konsumsi harian masyarakat di Negara berkembang. Kekurangan asupan kalsium cenderung dapat mengakibatkan seseorang terkena osteoporosis. Oleh karena itu diperlukan upaya sumber asupan kalsium lain sebagai upaya dalam memenuhi kebutuhan tersebut, salah satunya ialah dengan pemanfaatan bahan pangan yang tinggi kalsium seperti biskuit berbahan dasar daun kelor dan tulang ikan tuna yang ditepungkan.

Di dalam tubuh manusia kalsium memiliki metabolisme nya sendiri. Kalsium (Ca) adalah nutrisi penting yang diserap dalam usus, digunakan untuk membangun tulang, dan gigi serta memelihara plasma ekstra dan intraseluler dan diekskresikan melalui feses, urin, dan sampai batas tertentu dari kulit dan rambut (Gambar 3).



Gambar 3. Metabolisme Kalsium Dalam Tubuh (Roberfroid 2005)

Jaringan mineral mengandung 99.9% dari semua Ca tubuh, dan sisanya 0.1% ditemukan dalam plasma dan cairan ekstraseluler. Jumlah Ca terdiri dari 3 fraksi yaitu sekitar 45% protein-terikat, sekitar 10% sebagai sitrat, fosfat dan garam bikar bonat, dan sekitar 45% ion Ca bebas di dalam plasma. Kondisi Ca di plasma dalam keadaan terionisasi dan berperan pada cairan ekstraseluler (Institute of Medicine 1997).

Fisiologi Ca di bawah control homeostatik dan berhubungan erat dengan proses seperti penyerapan, ekskresi dan sekresi, serta penyimpanan di tulang. Konsentrasi Ca dalam plasma diatur dalam kisaran yang ketat melalui system fisiologis kompleks yang terdiri dari interaksi hormone kalsitropik seperti hormone paratiroid 1.25-dihydroxycholecalciferol (atau 1.25-dihidroksi-vitamin D3), dan kalsitonin, dengan jaringan target tertentu (ginjal, tulang, dan usus) yang berfungsi untuk meningkatkan atau mengurangi masuknya Ca kedalam ruang ekstraseluler (Bronner 1999). Sekresi hormone ini diatur sepenuhnya, atau sebagian sesuai dengan konsentrasi Ca terionisasi di plasma sehingga membentuk system umpan balik negatif. Hormon paratiroid dan 1.25-dihydroxycholecalciferol

disekresikan ketika Ca plasma rendah, sementara kalsitonin disekresikan ketika Ca plasma tinggi (Roberfroid 2005).

Dua proses penyerapan utama Ca ada di usus, yaitu melalui transpor aktif dan pasif yang pada dasarnya terjadi pada duo denum dan sebagian kecil terjadi di usus besar. Konsentrasi Ca yang rendahakan dimediasi melalui produksi senyawa metabolik vitamin D *1.25-dihydroxycholecalciferol* (Veum 2010).

Efisiensi penyerapan Ca secara fisiologis akan lebih tinggi selama masa pertumbuhan dan masa remaja serta kehamilan tetapi lebih rendah setelah 50 tahun. Biasanya sekitar 30-35% dari Ca dalam makanan diserap tetapi bisa lebih tinggi atau lebih rendah, tergantung pada komposisi makanan tetapi juga mungkin pada faktor genetik (Roberfroid 2005).

Pada keadaan normal sebanyak 30-50% kalsium yang dikonsumsi diabsorpsi tubuh. Kemampuan absorpsi lebih tinggi pada masa pertumbuhan dan menurun pada proses penuaan. Kemampuan absorpsi pada laki-laki lebih tinggi dari pada perempuan pada semua golongan umur. Absorpsi kalsium terutama terjadi di bagian atas usus halus yaitu duodenum. Kalsium membutuhkan pH 6 agar tetap berada dalam keadaan terlarut. Absorpsi kalsium terutama dilakukan secara aktif dengan menggunakan alat angkut protein sebagai pengikat kalsium (Fairweather-Tait 1996).

Manfaat penting dari daun kelor sangat banyak, tidak hanya bisa digunakan untuk balita, tetapi juga bisa untuk wanita menopause dikarenakan kalsium yang terkandung dalam daun kelor tinggi sehingga dapat mencegah osteoporosis pada masa menopause, dimanakan dengan kalsium pada ekstrak daun kelor sendiri mencapai 1600-2200 mg. Berdasar dari penelitian pada kadar kalsium yang dilakukan menggunakan metode *AAS(Atomic Absorption Spektrophotometry)* yang telah dilakukan didapatkan kadar kalsium daun kelor lebih tinggi dari susu sapi segar.

2.6 Kalsium dan Kesehatan Tulang

Sel-sel yang bertanggung jawab dalam pembentukan dan resorpsi tulang adalah osteoblas dan osteoklas. Osteoblas melakukan pembentukan tulang baru dengan mengeluarkan komponen yang mengandung kolagen tulang yang kemudian termineralisasi. Enzim alkali fosfatase disekresi oleh osteoblas secara aktif menyertakan matriks tulang. Fosfatase alkali menuju aliran darah dan oleh karenanya digunakan sebagai penanda klinis tingkat pembentukan tulang. Osteoblas memiliki reseptor untuk vitamin D, estrogen, dan hormone paratiroid (PTH). Akibatnya, hormone ini memiliki efek kuat pada kesehatan tulang melalui aktivitas osteoblas (Guyton 1996)

Setelah selesai mensekresikan matriks, osteoblas mati menjadi lapisan sel, atau berubah menjadi osteosit, sejenis sel tulang yang tertanam jauh di dalam matriks organik (Raisz, 2004). Osteosit membuat 90-95% dari semua sel-sel tulang dan berumur panjang hingga puluhan tahun (Bonewald 2011). Mereka mengeluarkan faktor yang mempengaruhi osteoklastik dan osteoblastik dan memainkan peran sentral dalam remodeling tulang dalam menanggapi stress mekanik (Khosla *et al.* 2012).

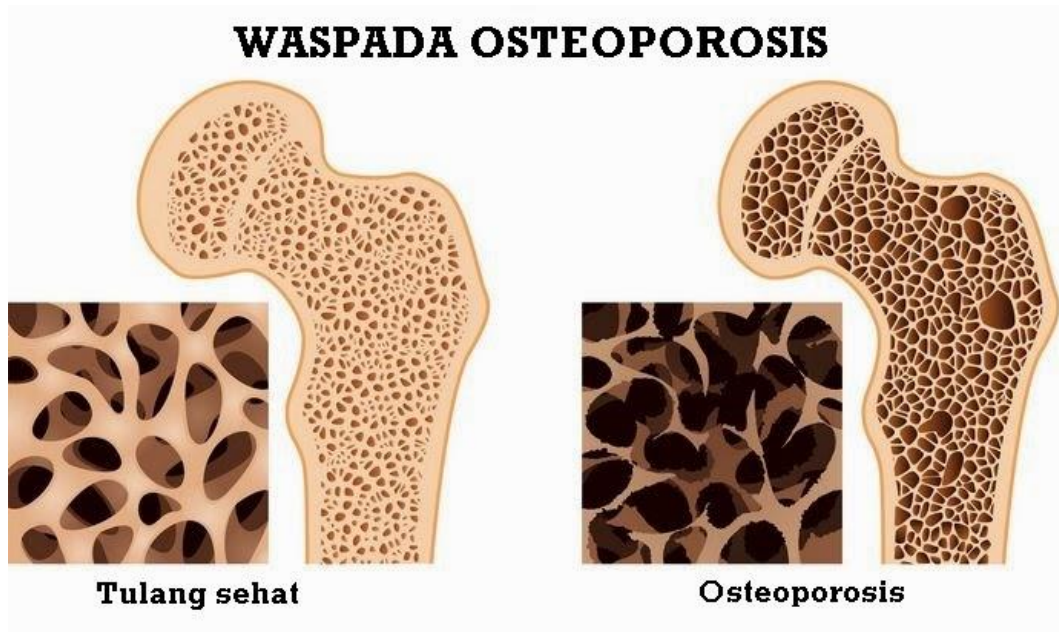
Osteoklas mengikis permukaan tulang dengan mengeluarkan enzim dan asam yang melarutkan tulang. Lebih khususnya enzim mendegradasi matriks organik dan asam yang melarutkan garam mineral tulang. Kerja dari osteoklaster konsentrasi dan membutuhkan waktu sekitar tiga minggu untuk melarutkan tulang. Pada saat itulah osteoblas menyerburuan untuk membentuk jaringan tulang baru, dengan demikian resorpsi tulang dan pembentukan akan terjadi. Produk akhir dari matriks tulang adalah hidroksiprolin dan peptide kolagen yang diekskresikan dalam urin dan dapat digunakan sebagai penanda biokimia resorpsi tulang (Guyton 1996).

Ada tiga fase perkembangan tulang yaitu pertumbuhan, pemodelan (atau konsolidasi). Selama fase pertumbuhan, ukuran tulang meningkat. Pertumbuhan tulang yang cepat dimulai dari lahir sampai usia dua tahun, secara terus menerus sampai remaja, dan akhirnya berhenti di akhir remaja pada awal dua puluhan. Meskipun tulang berhenti tumbuh panjang sekitar 20 tahun, tapi tulang berubah bentuk dan ketebalan Massa tulang terjadi selama kedua pertumbuhan dan

modeling/konsolidasi fase perkembangan tulang. Tahap renovasi terdiri dari proses konstan resorpsi tulang (*breakdown*) dan pembentukan yang mendominasi saat dewasa dan terus sepanjang hidup. Dimulai sekitar usia 34, tingkat resorpsi tulang melebihi pembentukan tulang yang menyebabkan kerugian yang tak terelakkan dari massa tulang seiring dengan penambahan usia (Nordin 1990).

Massa tulang adalah unsure utama kerangka tubuh yang menyokong struktur-struktur berdaging dan memberi bentuk tubuh. Tanpa tulang manusia bagaikan setumpuk kain tebal yang teronggok lemas. Dengan adanya tulang alat tubuh kita yang sangat vital namun rentan terhadap trauma, seperti otak, jantung, paru, hati, usus dan ginjal bisa terlindungi. Melalui cairan setengah padat yang berada di bagian dalam yang disebut sumsum tulang. Tulang juga berperan dalam pembentukan sel-sel darah merah, selain itu tulang juga menyediakan gudang alamiah utama dalam penyediaan senyawa kalsium (Hartono 2001).

Secara terus menerus tulang akan selalu membentuk kembali. Pembentukan kembali tulang tersebut terjadi melalui suatu cara yang sudah teratur yang disebut dengan resorpsi dan absorpsi. Pada usia muda menjelang usia 20 tahun proses pembentukan tulang sangat aktif terjadi jauh melampaui proses tersebut terjadi hampir sama aktifnya, sedangkan di atas 40 tahun proses resorpsi lebih aktif dibanding proses pembentukan tulang (Asbiran 2003).



Gambar 4. Tulang

Massa tulang ditentukan oleh kuantitas tulang, baik matriks maupun mineral. Massa tulang meningkat pada masa remaja dan puncaknya terjadi pada remaja kedua puluhan. Jumlah maksimum tulang dikenal sebagai puncak massa tulang (PBM) (Heaney *et al.* 2000). Pencapaian PBM seseorang ditentukan secara genetik yang dipengaruhi oleh beberapa factor lingkungan (Weaver *et al* 2008). Jaringan tulang, baik mineral dan matriks organik, yang secara terus-menerus rusak dan dibangun kembali dalam suatu proses yang dikenal sebagai renovasi atau omset. Selama renovasi, resorpsi tulang dan pembentukan tulang selalu digabungkan (Barker 2011). Tujuan dari renovasi adalah untuk memperbaiki dan mempertahankan kerangka yang sehat, beradaptasi struktur tulang beban baru, dan mengatur konsentrasi kalsium dalam cairan ekstraseluler (Heaney 2000). Siklus remodeling tulang, yang mengacu pada waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh rangkaian selular dari resorpsi ke mineralisasi akhir, yang berlangsung sekitar 40 minggu (Heaney 1994; Raisz 2004).

Uush (2013) melakukan penelitian pada subjek dengan jumlah 835 anak dan diacak menurut 4 tingkat strata ekonomi di Ulaan Baatar Mongol. Data yang diambil adalah asupan makan, rata-rata asupan kalsium dari diet dan sampel darah. Anak-anak di kelompokkan menurut grup umur: 1-3 tahun, 4-7 tahun, dan 8-14 tahun. Dari hasil penelitian didapatkan rata-rata asupan sehari kalsium adalah

273 ± 30.0 mg pada usia 1–3 tahun, 309.0 ± 30.0 mg pada usia 4–7 tahun, dan 317.0 ± 31.0 mg pada usia 8–14 tahun. Terdapat perbedaan secara signifikan asupan kalsium berdasarkan tingkat usia ($p < 0.001$). Tingkat asupan kalsium pada semua kelompok umur lebih rendah dibandingkan dengan yang direkomendasikan (39%, 30.9%, dan 24.4%). Persentase anak yang memiliki kalsium darah yang rendah adalah 22.1%. Rendahnya asupan kalsium merefleksikan kondisi hipokalsium pada anak-anak di Mongolia. Hal ini menunjukkan bahwa perlu perbaikan konsumsi susu, dan produk susu pada anak-anak di Mongolia. Perlu suplementasi vitamin D karena dengan suplementasi vitamin D, kalsium pada anak akan meningkat.

Adapun jika Massa Tulang Rendah maka akan berikibat seperti hal – hal berikut ini:

Kegagalan untuk mencapai puncak massa tulang yang optimal

Selain dipengaruhi oleh faktor genetik juga dipengaruhi oleh gaya hidup, terutama asupan kalsium dan aktivitas fisik pada saat masa pertumbuhan tulang (Teegarden *et al.* 1999; Heinonen *et al.* 2000).

Peningkatan resorpsi tulang

Defisiensi estrogen merupakan factor utama pada wanita terutama wanita *post menopause*. Defisiensi kalsium dan vitamin D akan menyebabkan berkurangnya absorpsi kalsium pada usia lanjut, abnormalitas endokrin (hiperparatiroid dan hipertiroid), sitokin dan factor local lainnya yang dapat berperan (Falahitiet *al.* 2001)

Formasi tulang tidak cukup

Tidak cukupnya formasi tulang terjadi karena hilangnya elemen tulang secara total oleh karena resorpsi yang berlebihan, sehingga elemen tulang yang diperlukan dalam formasi tulang menjadi terganggu. Gangguan fungsi osteoblas yang berhubungan dengan usia serta perubahan factor lokal dan sistemik dapat mempengaruhi regulasi formasi tulang. Aktivitas fisik mempunyai efek positif pada massa tulang. Hasil studi yang bersifat observasi dan retrospektif menunjukkan bahwa aktivitas yang bersifat menahan beban akan meningkatkan

massa tulangnya. Pada pemain tenis ketebalan kortikal lebih besar 10-35% pada lengan yang digunakan untuk bermain dibanding pada lengan yang tidak digunakan (Bayley *etal.* 1999).

Pada studi lain anak-anak dan dewasa muda yang melakukan aktivitas fisik mempunyai lebih banyak mineral tulang dibandingkan dengan anak-anak atau remaja muda yang kurang melakukan aktivitas fisik. Pada studi tersebut dilakukan pengawasan lanjut selama 27 tahun, termasuk aktivitas fisik yang bersifat jangka Panjang dan berkaitan dengan densitas mineral tulang. Hasil penelitian menunjukkan pentingnya untuk melanjutkan olahraga setelah masa pertumbuhan berhenti (Delvaux *etal.* 1998). Berkurangnya massa tulang dimulai setelah masa pertumbuhan berhenti. Sebagai contoh tulang femur bagian leher, hilangnya massa tulang dimulai sebelum dimulainya usia 20-an dan bersifat linear pada pria dan wanita. Diperkirakan bahwa 35% Wanita kulit putih pasca menopause mempunyai osteoporosis pada pinggul, tulang belakang, atau lengan bawah bagian distal dan mempunyai peningkatan resiko patah tulang (Kanis *etal.* 2000; Melton *etal.* 2003;).

Pada tulang sendiri terdapat metabolismenya. Dimana tulang kortikal merupakan tiga perempat dari seluruh berat kerangka tubuh dan merupakan daerah yang sangat kompak di daerah tepi terutama tulang-tulang panjang. Sepertiga dari proses remodeling terjadi di daerah kortek. Perubahan yang terjadi pada tulang kortikal lanjut usia adalah dengan menipisnya kortek tulang tersebut dan berkurangnya densitas tulang. Menipisnya tulang terjadi akibat resorpsi sedangkan berkurangnya densitas terjadi akibat erosis temhepar (Soejono dan Czeresna 2002).

Tulang trabecular merupakan 25% dari seluruh tulang tubuh terdapat pada tulang pipih dan ujung tulang panjang. Tulang trabecular bersifat keropos serta merupakan tempat remodeling. Sejalan dengan penambahan usia maka akan terjadi pengurangan massa tulang sebagai akibat dari penipisan tulang (Soejono dan Czeresna 2002). Tulang sebagai jaringan yang dinamis mempunyai fungsi ganda yaitu sebagai fungsi mekanik dan fungsi metabolik. Dalam fungsi mekanik tulang merupakan bagian jaringan terkeras dalam tubuh manusia yang merupakan penyusun kerangka dan memberi bentuk tubuh manusia, juga sebagai tempat

melekatnya otot, serta melindungi alat tubuh bagian vital yang memungkinkan tubuh dapat bergerak dengan baik. Sebagai fungsi metabolic tulang merupakan organ dinamis yang berubah setiap saat sehingga dapat berfungsi sebagai cadangan kalsium (Tjok 2000).

Tulang sebagai organ yang dinamis, dalam fungsi metabolisme dapat merupakan cadangan dan pengatur keseimbangan berbagai mineral dalam tubuh seperti kalsium, fosfor dan magnesium. Semuanya ini dipengaruhi oleh berbagai hormon dan keadaan lain seperti vitamin D, hormone paratiroid, hormone kalsitonin, hormone tiroid, hormone pertumbuhan, kadar kalsium atau fosfor darah. Tulang merupakan jaringan yang kaya akan pembuluh darah. Diperkirakan aliran darah ke tulang mencapai 200-400 ml/menit yang berguna dalam membantu metabolisme tulang. Terdapat berbagai kelainan tulang yang disebabkan oleh gangguan metabolisme tulang akibat berbagai sebab salah satunya adalah osteoporosis. Osteoporosis merupakan kelainan tulang akibat peningkatan klasifikasi tulang, yang dapat disebabkan karena hipoparatiroid. Osteoporosis terjadi oleh karena penurunan penulangan sebagai akibat peningkatan resorpsi atau penurunan pembentukan tulang antara lain disebabkan karena immobilisasi lama atau akibat kelainan hormone glukokortikoid (Tjok 2000).

Tulang manusia terdiri atas tulang trabekular 20% dan tulang kortikal 80%. Sepanjang kehidupan kita tulang akan mengalami proses resorpsi *osteoklast* dan formasi *osteoblast* yang disebut "*bone remodeling*" (Soeatmadji 2002). Kecepatan resorpsi dan formasi tersebut akan menyebabkan berkurangnya massa tulang. Tulang trabekular lebih aktif mengalami metabolisme dibandingkan dengan tulang kortikal (Cecilia 2003).

Awal kehidupan pembentukan tulang lebih besar dari penyerapan sampai tulang mencapai kepadatan maksimal. Puncak kepadatan tulang (*peak bone mass*) tercapai pada usia sekitar 30 tahun. Setelah usia tersebut penyerapan tulang akan terjadi lebih cepat dibanding dengan pembentukan tulang baru dan akan terjadi kehilangan massa tulang sekitar 0.5 sampai dengan 1 tahun. Dan pada usia 40 tahun aktifitas sel pembentukan tulang mulai menurun secara perlahan. Menurunnya aktifitas sel-sel pembentukan tulang ini seiring dengan bertambahnya usia dan apabila ini terus terjadi akan menyebabkan rendahnya

densitas mineral tulang (Gopalan 1993). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Agus *etal.* (2005) tentang densitas massa tulang (BMD) pada 85 subjek dengan hipertirodisme menunjukkan adanya 29 subjek (34.1%) osteoporosis, 37 subjek (43.5%) osteopenia, 19 subjek (22.4%) normal.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengurangan Densitas Massa Tulang pada Usia Lanjut ialah salah satunya Determinan massa tulang. Menurut Pramudyo (2000) Massa tulang maksimal pada usia dewasa ditentukan oleh berbagai factor antara lain genetik, mekanis, dan nutrisi atau hormonal:

1. Faktor genetik

Perbedaan genetic mempunyai pengaruh terhadap derajat kepadatan tulang. Beberapa orang mempunyai tulang yang cukup besar dan yang lainnya kecil. Sebagai contoh orang kulit hitam pada umumnya mempunyai struktur tulang lebih kuat atau berat daripada bangsa kaukasia. Jadi seseorang yang mempunyai tulang yang kuat terutama kulit hitam relative tahan terhadap fraktur karena osteoporosis (Pramudyo 2000). Pada wanita menopause, hormon estrogen berkurang sehingga pengaruh PTH pada tulang tidak ada yang mengerem dan resorpsi tulang akan meningkat. Hal ini diimbangi oleh penurunan kadar PTH dengan akibat penurunan resorpsi kalsium dari ginjal dan saluran cerna. Hasil akhir adalah penurunan massa tulang. Dalam hal ini adalah gangguan utamanya adalah hormonal, akan tetapi pengaruhnya mencakup perubahan dalam hal pemakaian makanan dan pembentukan tulang (Pramudyo 2000).

2. Faktor mekanis.

Beban mekanis berpengaruh terhadap massa tulang. Bertambahnya beban akan menambah massa tulang dan berkurangnya beban akan mengakibatkan berkurangnya massa tulang. Dengan kata lain, dapat disebutkan bahwa ada hubungan langsung dan nyata antara massa otot yang besar dan juga massa tulang yang besar (Pramudyo 2000). Peningkatan beban mekanis ternyata akan merangsang pembentukan tulang *osteoblast* untuk melakukan pembentukan tulang melebihi kemampuan penyerapan tulang *osteoklas* dalam mereabsorpsi tulang. Mineralisasi tulang yang baru mengakibatkan kalsium

ekstraseluler menurun. Hal ini akan mengakibatkan peningkatan PTH yang selanjutnya akan meningkatkan resorpsi kalsium dari ginjal dan usus. Peningkatan PTH juga mengakibatkan peningkatan pembentukan tulang. Jadi perubahan beban mekanis akan menimbulkan perubahan hormonal pembentukan tulang dan penggunaan komponen makanan dengan hasil akhir adalah peningkatan massa tulang (Pramudyo 2000).

3. Faktor makanan dan hormon

Pada seseorang dengan pertumbuhan hormone dengan nutrisi yang cukup (protein dan mineral) pertumbuhan tulang akan mencapai maksimal sesuai dengan pengaruh genetik yang bersangkutan. Pemberian makanan yang berlebihan (misalnya kalsium) di atas kebutuhan maksimal selama masa pertumbuhan, disangsikan akan dapat menghasilkan massa tulang yang melebihi kemampuan pertumbuhan tulang yang bersangkutan. Jadi massa seluruh atau Sebagian tertentu kerangka ditentukan oleh genetik, beban mekanis, nutrisi dan hormon (Pramudyo 2000). Masukan kalsium yang rendah akibat makanan secara homeostatic keadaan ini akan meningkatkan pelepasan PTH yang selanjutnya akan meningkatkan meningkatkan resorpsi kalsium dari ginjal. Proses pembentukan tulang juga akan berubah halinikan menyebabkan perubahan hormonal dan pembentukan dengan hasil akhir pengurangan massa tulang (Pramudyo 2000).

Faktor yang berpengaruh terhadap penurunan massa tulang pada lanjut usia yang dapat mengakibatkan fraktur osteoporosis, pada dasarnya sama seperti faktor yang mempengaruhi massa tulang yaitu genetik, mekanis, nutrisi dan hormonal.

1. Faktorgenetik

Faktor genetic berpengaruh terhadap resiko terjadinya fraktur. Pada seseorang dengan tulang yang kecil akan lebih mudahmen dapatresiko fraktur daripada seseorang dengantulang yang besar. Sampai saat ini tida ukuran universal yang dapat dipakai sebagai ukuran tulang normal. Apabila individu dengan tulang yang besar kemudian terjadi penurunan massa tulang osteoporosis sehubungan lanjut usia, maka individu tersebut relative masih mempunyai

tulang lebih banyak dariin dividu yang mempunyai tulang yang kecil pada usia yang sama (Pramudyo 2000).

2. Faktor mekanis

Faktor mekanis merupakan factor terpenting dalam proses penurunan massa tulang sehubungan dengan lanjut usia. Walaupun demikian telah terbukti bahwa ada interaksi penting antara factor mekanis dengan factor nutrisi dan hormonal. Seiring dengan bertambahnya usia maka aktivitas fisik juga menurun sementara masa tulang pun juga akan menurun seiring dengan bertambahnya usia (Pramudyo 2000).

Faktor-faktor lain seperti: kalsium, protein, estrogen, rokok dan kopi, serta alkohol. Kalsium dan factor makanan merupakan nutrisi yang sangat penting dan ternyata memegang peranan penting dalam proses penurunan massa tulang sehubungan dengan bertambahnya usia, terutama pada Wanita *post menopause*. Protein juga merupakan faktor yang penting dalam mempengaruhi penurunan massa tulang. Makanan yang kaya protein akan mengakibatkan eksresi asam amino yang mengandung sulfat melalui urin, hal ini akan meningkatkan eksresi kalsium. Pada umumnya protein tidak dimakan tersendiri tetapi bersamaan makanan lain. Apabila makanan tersebut mengandung fosfor maka fosfor akan mengurangi eksresi kalsium melalui urine. Hasil akhir dari makanan yang mengandung protein berlebihan akan mengakibatkan kecendrungan untuk terjadi keseimbangan kalsium yang negatif (Pramudyo 2000). Berkurang dan hilangnyahormon estrogen dari dalam tubuh akan mengakibatkan terjadinya gangguan keseimbangan kalsium. Hal ini disebabkan oleh karena menurunnya efisiensi absorbs kalsium dari makanan dan juga menurunnya konservasi kalsium dan ginjal. Rokok dan minum kopi dalam jumlah banyak cenderung akan mengakibatkan penurunan massa tulang, lebih-lebih bila masukan kalsium yang rendah.

Hubungan kalsium dengan tulang ialah Tulang terdiri atas matrik organic keras yang diperkuat oleh endapan garam kalsium. Tulang yang padat rata-rata mengandung matrik 30% berat dan 70% terdiri dari garam. Tulang yang baru dibentuk memiliki presentase matrik yang lebih tinggi daripada garam-garamnya. Substansi dasar tulang terdiri atas cairan ekstraseluler yang diubah dengan

proteoglikan khususnya kondroitin sulfat. Fungsi yang sebenarnya dari setiap bahan-bahan ini tidak diketahui secara pasti, namun bahan-bahan ini memang dapat membantu dalam mengatur pengendapan garam-garam kalsium (Hersey 2002). Kalsium merupakan mineral yang paling banyak di dalam tubuh manusia 1.5–2% dari berat badan orang dewasa atau lebih kurang 1 kg. Dari jumlah tersebut 99 % berada dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi terutama dalam bentuk hidroksiapatit. Kalsium tulang berada dalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma sementara densitas tulang berada menurut umur dan meningkat pada awal kehidupan kemudian menurun secara berangsur setelah dewasa (Almatsier 2009).

Penelitian Viguet-Carrin *et al* (2013) tentang suplementasi pada tikus jantan (usia 28 hari) dengan berbagai tingkatan kalsium: tinggi kalsium (1.2%), cukup Ca (0.5%) dan rendah kalsium (0.2%) selama 4 minggu menunjukkan tidak ada perubahan berat badan pada semua kelompok perlakuan dibandingkan dengan tikus yang cukup Ca. Tikus yang diberi rendah Ca memiliki dampak yang merugikan pada pertumbuhan tulang, kekuatan tulang, arsitektur tulang, massa puncak tulang dan material tulang. Hal ini disebabkan karena gangguan hormonal dalam metabolisme Ca. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa suplementasi tinggi Ca dibandingkan dengan cukup Ca dapat memperbaiki kekuatan dan material tulang tetapi tidak pada masa tulang, ukuran, mikro arsitektur dan turnover tulang. Perbandingan antara kadar hormon IGF-1 menunjukkan suplementasi dengan rendah Ca menyebabkan kadar IGF 1 yang lebih rendah dibandingkan dengan suplementasi cukup Ca dan tinggi Ca.

Mengkonsusmis kalsium yang cukup dapat meningkatkan Kesehatan tulang, terutama pada kategori usia dan kondisi tertentu yang memang membutuhkan asupan kalsium yang optimal seperti pada saat premenopause, menopause, postmenopause, atau lansia untuk mencegah terjadinya osteoporosis. Kalsium merupakan mineral yang paling banyak di dalam tubuh manusia 1.5–2 % dari berat badan orang dewasa atau lebih kurang 1 kg. Dari jumlah tersebut 99% berada dalam jaringan keras yaitu tulang dan gigi terutama dalam bentuk hidroksiapatit. Kalsium tulang berada dalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma, sementara itu densitas tulang berbeda menurut umur dan meningkat pada

awal kehidupan kemudian menurun secara berangsur setelah dewasa (Almatsier 2009).

Suleiman (1997) menyatakan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara asupan kalsium dan densitas mineral tulang. Metzetal (1993) juga menyatakan adanya hubungan yang bermakna antara kalsium dan mineral tulang dan juga terdapat hubungan asupan protein dengan densitas mineral tulang.

Mineral kalsium ditemukan dalam jaringan mineral, tulang, dan gigi (99.9% dari semua tubuh) dalam bentuk garam fosfat, yaitu hidroksiapatit atau $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ bersama-sama dengan komponen kecil garam karbonat yang menyediakan deposit selama pertumbuhan dan pematangan yang terjadi pada tulang sampai awal usia 20-an pada manusia. Jumlah yang terakumulasi dalam kerangka rata-rata 150 mg/hari. Pada usia sekitar 50 pada pria dan usia menopause pada wanita, keseimbangan tulang menjadi negatif dan tulang akan hilang yang ditandai dengan tulang keropos.

Kenaikan tingkat patah tulang terjadi pada semua jenis kelamin, terutama terjadi pada wanita. Oleh karena itu asupan Ca yang memadai sangat penting untuk mencapai puncak massa tulang yang optimal selama masa remaja dan menahan laju kehilangan tulang terkait dengan risiko penyakit patah tulang sebagai akibat dari Kesehatan tulang yang tidak memadai yaitu osteoporosis.

Penyakit skeletal dapat ditandai dengan adanya massa tulang yang rendah dan kerusakan *microarchitectural* jaringan tulang yang selanjutnya berakibat pada peningkatan kerapuhan tulang dan kerentanan fraktur. Peningkatan risiko patahtulang (terutam apinggul, pergelangan tangan, dan patah tulang belakang), osteoporosis merupakan masalah Kesehatan utama, terutama di Eropa dan Amerika Utara. Dari tingkat kejadian fraktur kerapuhan pada salah satu dari tiga lokasi di Amerika Utara, Melton *et al.* (2003) telah memperkirakan bahwa risiko seumur hidup.

Kejadian patah tulang di kalangan perempuan kulit putih dan laki-laki berusia 50 tahun adalah 40% dan 13%. Selain itu patah tulang sering dikaitkan dengan morbiditas yang cukup besar dan fraktur yang dapat mengurangi secara

keseluruhan angka kelangsungan hidup sekitar 15%. Perkembangan massa tulang yang maksimal terjadi selama pertumbuhan dan pengurangan kehilangan tulang terjadi di usiatua. Jumlah makronutrien dan mikronutrien yang dikonsumsi merupakan factor penentu Kesehatan tulang.

Penelitian yang dilakukan oleh Toba *et al.* (1999) pada tikus dengan diet yang mengandung 0.5% kalsium dan diberi intervensi berbagai tingkatan magnesium menunjukkan bahwa absorpsi dan retensi kalsium pada tikus dengan diet 0.15% magnesium lebih rendah dibandingkan dengan tikus dengan diet 0.05% dan 0.025% magnesium. Jumlah dari kalsium pada femoral tikus dengan diet 0.15% magnesium juga lebih rendah dibandingkan dengan tikus dengan diet 0.05% dan 0.025% magnesium. Magnesium dan kalsium saling berkompetisi dalam proses penyerapan didalam usus. Magnesium mungkin mempunyai efek terhadap metabolisme kalsium pada tulang dibandingkan dengan absorpsi kalsium.

Kalsium merupakan salah satu mineral yang sangat dibutuhkan untuk berbagai fungsi tubuh (Gobinathan *et al.* 2009). Salah satu fungsi dari mineral kalsium bagi tubuh diantaranya adalah sebagai nutrisi untuk tumbuh, untuk menunjang perkembangan fungsi motorik agar lebih optimal dan berkembang dengan baik. Pada orang dewasa jumlah kalsium yang dibutuhkan adalah sebanyak 800 mg/hari. Kekurangan kalsium pada masa pertumbuhan akan dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan tulang, osteoporosis, dan osteomalasia (Nieves 2005). Daftar angka Kecukupan Gizi kalsium yang dianjurkan dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Daftar Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan Untuk Kalsium

KelompokUmur	Kalsium (mg)
Bayi/anak	
7- 9 Tahun	1000
Laki-laki	
10-12 Tahun	1200
13-15 Tahun	1200
16-18 Tahun	1200
19-29 Tahun	1100
30-49 Tahun	1000
Perempuan	
10-12 Tahun	1200
13-15 Tahun	1200
16-18 Tahun	1200
19-29 Tahun	1100
30-49 Tahun	1000
50-64 Tahun	1000

Sumber: Kemenkes RI (2013)

Asupan kalsium yang tidak adekuat dapat mengakibatkan berbagai permasalahan Kesehatan seperti salah satunya ialah osteoporosis. Adapun factor resiko terjadinya osteoporosis adalah sebagai berikut.

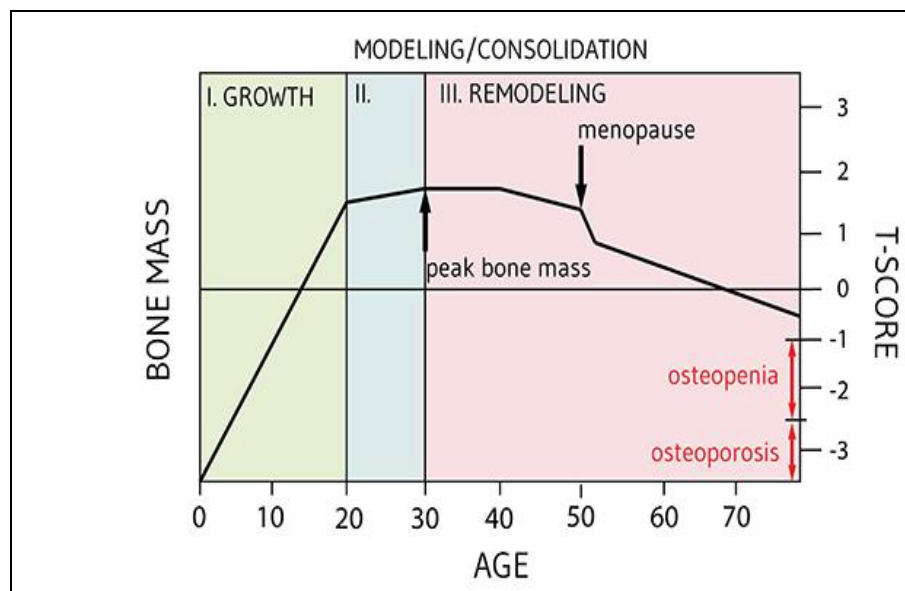
Umur

Mineral tulang mencapai puncak di usia awal masa dewasa, kemudian secara perlahan-lahan menurun Bersama umur. Penurunan tersebut tidak dapat dihindarkan terjadi pada Wanita setelah menopause sehingga hal ini menyebabkan osteoporosis (Linder 1992)

Osteoporosis terutama sekali disebabkan kehilangan massa tulang sesuai dengan pertambahan umur. Terdapat 3 fase perubahan tulang. Fase pertama yang merupakan puncak massa tulang merupakan hasil pertumbuhan tulang dan konsolidasi massa tulang selama tahun-tahun post puber. Konsolidasi baru sempurna pada umur 20-30 tahun.

Faktor yang turut menentukan massa tulang adalah jenis kelamin, ras, herediter, nutrisi dan aktivitas fisik. Laki-laki secara signifikan lebih tinggi massa tulang dari wanita. Intake kalsium diketahui sangat penting dalam pertumbuhan tulang. Fase kedua adalah umur 30-40 tahun terjadi penurunan massa tulang yang lambat dan ini tergantung umur. Fase ketiga terjadi sangat signifikan pada wanita. Terjadi penurunan massa tulang yang cepat postmenopausal karena kekurangan hormon estrogen.

Semakin lanjut usia seseorang, maka semakin besar kehilangan massa tulangnya dan semakin besar pula kemungkinan timbulnya osteoporosis. Di samping itu, semakin tua akan semakin berkurang pula kemampuan saluran cerna untuk menyerap kalsium (Dalimartha 2004).



Gambar 5. Pertumbuhan Tulang Menurut Umur (Suheimi 2003)

Menopause

Menopause adalah berhentinya haid seseorang secara menetap pada akhir masa subur. Menopause merupakan masalah kesehatan yang semakin sering dikemukakan. Di Indonesia dengan 200 juta penduduk, 7% penduduk berusia 60 tahun keatas 53% adalah perempuan, maka lebih dari 10 juta orang akan mengalami menopause bukanlah terjadi secara mendadak waktu usia 48 tahun atau 52 tahun. Oleh karena itu menopause dibagi kedalam tiga fase yaitu pre-menopause dan post menopause (Silver Age 2001).

Menopause sebenarnya hanyalah hari dimana menstruasi atau haid berhenti, yang terjadi adalah kelenjer endokrin ovarium tidak memproduksi telur lagi dan pada waktu yang sama estrogen menurun dan terhentinya produksi progesteron. Secara fisiologi selama perempuan masih menstruasi yang bersangkutan terlindungi terhadap serangan jantung dan kehilangan massa tulang yang menyebabkan osteoporosis, sehingga mudah patah tulang pinggul akibat menurunnya estrogen. Gejala ini merupakan akibat jangka panjang yang diawali dengan nyeri tulang (Silver Age 2001).

Wanita pada masa peri *menopause* dengan masukan kalsium yang rendah dan absorpsi yang rendah akan menyebabkan keseimbangan kalsium negatif, sedangkan mereka dengan masukan kalsium yang baik dan absorpsi yang baik menunjukkan keseimbangan positif. Dari keadaan ini jelas, bahwa wanita masa menopause ada hubungan yang erat antara masukan kalsium dengan keseimbangan kalsium dalam tubuhnya. Pada Wanita dalam masa *menopause* keseimbangan kalsiumnya terganggu sebagai akibat masukan dan absorpsi yang kurang serta ekskresi melalui urine yang bertambah. Hasil akhir dari kekurangan dan kehilangan estrogen pada masa *menopause* adalah merupakan persentase keseimbangan kalsium yang negative mekanismenya untuk 25 mg kalsium sehari (Pramudyo 2000).

Menopause dan osteoporosis merupakan dua keadaan yang menyerang perempuan, karena hubungan dengan berhentinya produksi kelenjer endokrin

ovarium untuk memproduksi estrogen. Berkurangnya estrogen dalam tubuh sangat mempengaruhi 300 fungsi tubuh (Silver Age, 2001). Tiga puluh tahun yang lalu jarang sekali terdengar orang Indonesia mengeluh tentang menopause atau osteoporosis dan kemungkinan besar tidak pernah mendengar kata-kata ini. Kedua penyakit ini lebih dianggap sebagai penyakit perempuan barat yang manja dan tidak ada pekerjaan. Baru sekarang kita sadar bahwa pada waktu itu usia harapan hidup Indonesia hanya 47 tahun sampai 51 tahun sehingga tidak pernah mengalami efek kehidupan bertahun-tahun tanpa estrogen (Silver Age 2001).

Penelitian yang dilakukan oleh *Johnet al* (2005) tentang frekuensi osteoporosis pada 510 wanita posmenopausal yang berumur 45-85 tahun menunjukkan bahwa diantara mereka yang menderita osteoporosis 282 (55.3%), osteopenia 170 (33.3%) dan normal 48 (9.4%). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa kejadian osteoporosis sangat tinggi terjadi pada wanita. Penelitian yang dilakukan oleh *Sambo et al* 2005 tentang osteoporosis pada laki-laki menemukan bahwa dari 142 subjek yang berumur 50-89 tahun sebanyak 45 subjek (31.7%) menderita osteoporosis, 60 subjek (42.3%) menderita osteopenia dan 37 subjek (26%) normal.

2.7 Kandungan Makronutrien Nano Daun Kelor

Nano partikel sendiri memiliki beberapa definisi yang diuraikan sebagai berikut:

United States Food and Drug Administration (US FDA, 2011)

Ketika mempertimbangkan suatu produk mengandung partikel berukuran nano atau melibatkan penerapan nano teknologi, FDA akan mempertimbangkan bahwa bahan rekayasa atau produk akhir memiliki satu dimensi dalam rentang skala nano (sekitar 1 nm hingga 100 nm) atau bahan yang direkayasa menunjukkan sifat atau fenomena tertentu, termasuk sifat fisik atau kimia atau efek biologis, yang disebabkan oleh bahan jika berada di luar rentang skala nano, hingga satu micrometer (produk kosmetik, farmasi, makanan).

European Parliament and the Council

Bahan rekayasa nano partikel berarti setiap bahan yang diproduksi secara sengaja yang memiliki satu atau lebih dimensi dari urutan 100 nm atau kurang yang terdiri dari bagian fungsional yang terpisah, baik secara internal maupun pada permukaan, banyak di antaranya memiliki satu atau lebih dimensi ukuran 100 nm atau kurang, termasuk struktur, yang mungkin memiliki ukuran di atas 100 nm tetapi mempertahankan sifat-sifat yang merupakan karakteristik dari skala nano. Karakteristik skala nano meliputi luas permukaan, sifat fisiko-kimia yang berbeda dibandingkan dengan bahan yang sama tetapi tidak berukuran nano."

Health Canada

Health Canada memasukkan segala zat atau produk yang diproduksi atau setiap komponen, bahan, perangkat, atau struktur sebagai bahan nano apabila ukuran partikelnya berada pada atau dalam skala nano, setidaknya dalam satu dimensi eksternal, atau memiliki struktur internal atau permukaan pada skala nano, atau jika lebih kecil atau lebih besar dari skala nano di semua dimensi dan menunjukkan satu atau lebih sifat skala nano/fenomena. Sifat/fenomena nano mengacu pada sifat yang dikaitkan dengan ukuran substansi dan efek ukuran.

Swiss Federal Office of Public Health and Federal Office for the Environment

Mengacu pada Komisi Eropa (EC, 2011), rekomendasi tentang definisi nano material termasuk partikel hingga ukuran 500 nm dan partikel terhirup hingga 10 mikron dengan rantai samping berskala nano. Nano partikel memiliki luas permukaan yang berlipat ganda. Meningkatnya luas permukaan berarti memberikan peluang terjadinya reaksi kimia, aktivitas biologi dan karakteristik lain yang lebih banyak apabila dibandingkan dengan partikel yang berukuran lebih besar meskipun berasal dari bahan yang sama. Oleh karena ukurannya yang sangat kecil, nano partikel juga leluasa memasuki bagian tubuh yang dikenal *bioavailabilitas*. Hal ini membuat nano partikel akan lebih mudah diserap oleh sel-sel secara individu dan organ tubuh.

Analisis yang digunakan adalah analisis proksimat nano daun kelor yang bertujuan untuk mengetahui kandungan air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan

energi serta kandungan serat kasar, hasil analisis ini dapat dilihat pada Tabel 6.6 dibawah ini.

Tabel 4. Analisis Kandungan Makronutrien Nano Daun Kelor

Parameter (%)	Nano daun kelor					
	Basis basah (%bb)±SD		<i>p</i> *	Basis kering (%bk)±SD		<i>p</i> *
	750 nm	450 nm		750 nm	450 nm	
Air	4.81 ± 0.44	8.32 ± 0.14	0.00*	-	-	
Abu	10.79 ± 0.03	10.56 ± 0.04	0.00*	11.33±0.03	9.06±0.16	0.00*
Protein	26.83 ±0.06	26.22 ± 0.49	0.1	28.18 ±0.01	28.59±0.01	0.00*
Lemak	4.25 ± 0.90	4.32 ± 0.60	0.92	4.45 ± 0.59	4.70 ± 0.65	0.15
Karbohidrat	53.32± 1.07	50.58 ± 0.27	0.01*	56.54± 0.48	55.17 ± 0.01	0.00*
Seratkasar	9.74 ± 0.29	7.75 ± 0.72	0.01*	10.44 ± 0.65	8.45 ± 0.78	0.03*
Energi (kkall)	359±1.27	346± 0.72	0.00*	377.±0.02	378 ± 0.01	0.00*

*signifikan dengan nilai $p < 0.05$, uji *independent t-test*

Berdasarkan Tabel 7 terdapat perbedaan yang signifikan pada kandungan makronutrien nano daun kelor dalam berat basah, yaitu kadar air, kadar abu, kadar karbohidrat, energi dan serat kasar ($p < 0.05$), kecuali protein dan lemak. Hal yang sama juga terjadi kadar makronutrien berat kering, kecuali kadar lemak. Selanjutnya jika dibandingkan dengan kadar makronutrien antara nano 750 basah dan kering, bahwa kadar makronutrient lebih tinggi pada nano 750 kering, kecuali kadar lemak lebih rendah, sementara pada nano 450 kadar makronutrien lebih tinggi pada nano kering, kecuali kadar Abu.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berbeda dengan Becker *et al.* (2017) dan Noguera *et al.* (2003) tentang pengaruh penggilingan (*grinding*) dan

pengayakan (*sieving*) terhadap kandungan gizi pada bubuk *Hieracium pilosella* L. Terdapat beberapa ukuran partikel berbeda pada bubuk *H. pilosella* dan diperoleh hasil partikel dengan ukuran yang lebih kecil mengandung kadar protein, lemak dan mineral yang lebih tinggi disbanding sampel dengan ukuran partikel lebih besar. Sebaliknya, kadar air dan karbohidrat akan lebih rendah pada sampel dengan ukuran partikel yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Noguera *et al.* (2003) yang menyatakan kandungan gizi tersedia akan menurun kadarnya dengan peningkatan ukuran partikel.

Jongrung ruang *choket et al.* (2010) menganalisis kandungan proksimat pada 11 varietas *M. oleifera* Lamk (syn. *Moringa pterygosperma*) asli (*indigenous*) Thailand dan diperoleh hasil sebagai berikut: kadar air berkisar antara 8.52-13.52%; kadar abu berkisar antara 6.39-7.99%; kadar lemak berkisar antara 2.06-2.47%; kadar protein total berkisar antara 19.15-27.34%; dan kadar serat kasar berkisar antara 16.30-23.89%. Kandungan gizi pada daun kelor yang ditanam di Meksiko adalah sebagai berikut: kadar protein $22.75 \pm 1.2\%$ kadar lemak 4.65 ± 0.3 g/100g; kadar kalsium (mineral) adalah 13.02 ± 0.9 g/100g; kadar serat kasar 7.92 ± 1.0 g/100 gram; dan kadar karbohidrat larut adalah 51.66% basis kering (Melo *et al.* 2013). Perbedaan kandungan gizi yang dianalisis ini dapat dipengaruhi oleh variasi tempat tumbuhnya daun kelor, kondisi tanam dan kondisi tanah, perubahan cuaca, perbedaan varietas, kondisi penyimpanan atau dipengaruhi pula oleh periode analisis (Elkhalifa *et al.* 2007; Imeh dan Khokhar 2002).

Kandungan energi lebih tinggi pada serbuk daun kelor (750nm) dibandingkan kandungan energi pada nano daun kelor (450nm). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dikemukakan oleh Krisnadi (2015), bahwa kandungan energi pada serbuk daun kelor adalah sebesar 358 kkal. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ferreira *et al.* (2008), analisis proksimat yang dilakukannya kandungan protein dan lipid daun kelor termasuk tinggi. Shirikiet *et al.* (2015) menyatakan bahwa kandungan karbohidrat pada tepung daun kelor segar, yaitu 51.66 %. Nilai tersebut relative sama dengan kadar pada serbuk dan nano daun kelor.

Bab 3 Kesimpulan

Beberapa mineral yang terdapat di alam juga dapat diperoleh dari daun kelor (*Moringa oleifera*) seperti kalsium, kromium, tembaga, fluorin, besi, mangan, magnesium, molybdenum, fosfor, kalium, yodium, selenium, sulfur, zink, potassium (Krisnandi 2015; Okikiet *al.* 2015; Yadav & Srivastava 2016). *Moringa oleifera* mengandung kalsium sebesar 440 mg per 100 g daun segar dan 2003 mg per 100 g daunkering (Marcu 2013). Kandungan kalsium per 100 g daun kelor tersebut mencapai 17 kali lebih banyak disbanding dengan susu segar dan bioavailabilitas kalsiumnya 8.79 kali lebih baik. *Moringa oleifera* dilaporkan memiliki kadar air 3.06 – 3.34%, lemak 10.21 – 10.31%, serat 7.29 – 9.46%, protein 10.74 – 11.48%, karbohidrat 54.61 – 57.61% (Valdez-Solana *et al.* 2015).

Nano partikel dengan ukuran yang sangat kecil memiliki kelarutan di dalam tubuh yang lebih baik dibandingkan dengan yang berukuran biasa (Mohanpuria *et al.* 2008; Min *et al.* 2008). Nano kalsium dapat langsung diserap oleh tubuh dengan sempurna dibandingkan makrokalsium dan sangat bermanfaat untuk pemenuhan kalsium yang optimal bagi tubuh dan dapat dikonsumsi oleh segala usia (Suptijah 2009).

Penelitian menggunakan tikus percobaan yang telah dilakukan oleh Suptijah *et al.* (2012) menunjukkan bahwa penyerapan nano kalsium mengalami peningkatan dari waktu yang telah ditentukannya itu menit ke-3, ke-5, dan ke-7 setelah konsumsi tepung tulang ikan dalam bentuk nano sebesar 8.5 persen, 9.6 persen, dan 63.3 persen. Berdasarkan hasil penelitian Hyoen (2013) yang meneliti tentang efek nano-kalsium yang berasal dari cangkang tiram terhadap Kesehatan tulang tikus yang diovariectomi diketahui bahwa gangguan pada tulang secara signifikan dapat disembuhkan dengan pemberian nano kalsium. Kadar kalsium yang berkurang pada hati pada tikus yang diovariectomi akan membaik secara signifikan dengan penggunaan nano-kalsium, dan diketahui bahwa nano-kalsium akan menginduksi metabolisme tulang. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan adanya peningkatan kadar mineral tulang femur setelah pemberian nano-kalsium

serta peningkatan bioavailabilitas atau penyerapan kalsium dan metabolisme tulang.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan 3 tahapan penelitian. Penelitian tahap 1 dilakukan untuk menganalisis kandungan makronutrien, mineral, vitamin, uji kelarutan serta *bioavailabilitas* kalsium secara *in vitro* maupun *in vivo* dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian tahap 2 mengkaji pengaruh pemberian nano daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar Ca, P, Mg serum darah dan tulang pada tikus *Sprague Dawley* jantan tumbuh dengan rancangan acak kelompok (RAK); sedangkan penelitian tahap 3 bertujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian nano daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar Ca, P, Mg serum darah dan tulang pada tikus *Sprague Dawley* betina yang diovariectomi dengan rancangan acak kelompok (RAK).

Penggunaan tikus jantan tumbuh dimaksudkan mewakili periode dimana penyerapan Ca dalam tubuh sangat tinggi pada kondisi tersebut, sedangkan tikus betina yang diovariectomi digunakan untuk mewakili pada kelompok usia *menopause* dimana kebutuhan kalsium pada masa ini lebih tinggi dikarenakan terjadi penurunan kemampuan tubuh dalam menyerap Ca. Pada setiap tahap percobaan individu sebanyak 27 ekor tikus jantan tumbuh dan tikus betina yang diovariectomi berumur 2 bulan yang dibagi kedalam 3 kelompok perlakuan, yaitu kelompok standar yang diberi CaCO_3 sebagai sumber Ca (K-standar) kelompok nano 750 nm (K-750) dan kelompok nano 450 nm (K-450). Tikus diadaptasi selama 7 hari, kemudian intervensi pakan dilakukan selama 60 hari.

Dari penelitian diperoleh daun kelor dengan ukuran nano daun kelor sebesar 750 nm dan 450 nm. Secara fisik nano daun kelor ukuran 450 nm lebih larut dibandingkan dengan nano daun kelor ukuran 750 nm. Hasil analisis beberapa makronutrien, mineral, dan vitamin menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan ($p < 0.01$) antara nano daun kelor ukuran 750 nm dan nano daun kelor ukuran 450 nm khususnya kandungan energy, protein, karbohidrat, serat kasar, Ca, Mg, P, Zn, K, Na dan vitamin C. Bioavailabilitas kalsium secara *in vitro* nano daun kelor 450 nm lebih tinggi (30.52%) dibandingkan 750 nm (18.29 %). Nilai

bioavailabilitas mineral Ca secara *in vivo* pada ketiga kelompok perlakuan pada rentang nilai di atas 90 persen.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berbeda dengan hasil yang dilaporkan oleh Becker *et al.* (2017) dan Noguera *et al.* (2003) tentang pengaruh penggilingan (*grinding*) dan pengayakan (*sieving*) terhadap kandungan gizi pada bubuk *Hieracium pilosella*. Terdapat beberapa ukuran partikel yang berbeda pada bubuk *H. pilosella* dan diperoleh partikel dengan ukuran yang lebih kecil serta mengandung kadar protein, lemak dan mineral yang lebih tinggi dibanding partikel lebih besar. Sebaliknya, kadar air dan karbohidrat akan lebih rendah pada sampel dengan ukuran partikel yang lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian Noguera *et al.* (2003) yang menyatakan kandungan gizi akan menurun kadarnya dengan peningkatan ukuran partikel.

Kandungan kalsium dan kalium yang dianalisis dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan kadar kalsium dan kalium daun kelor dari penelitian Jong rung ruangchok *et al.* (2010), yaitu dengan kadar Ca berkisar antara 1510.41 ppm hingga 2 951.13 ppm dan kadar K berkisar antara 1 504.41 hingga 2 054.10 ppm. Selain itu, kadar mineral lainnya juga lebih tinggi dibandingkan kadar mineral menurut Moyo *et al.* (2011) yaitu kalsium sebanyak $3.65 \pm 0.036\%$; magnesium $0.50 \pm 0.005\%$; fosfor $0.30 \pm 0.004\%$; kalium $1.50 \pm 0.019\%$; dan natrium $0.164 \pm 0.017\%$; serta mineral zink sebanyak 31.03 ± 3.410 mg/kg sampel kering (Moyo *et al.* 2011).

Turunnya kandungan vitamin C diduga berkaitan dengan proses pembuatan nano daun kelor melalui metode HEM (*high-energy milling*). Proses HEM menggunakan *ball milling* melibatkan benturan, deformasi berulang kali yang dapat menyebabkan penurunan kandungan gizi seperti vitamin (Torres dan Schaeffer 2010). Tingkat bioavailabilitas kalsium pada daun kelor ukuran 450 nm lebih tinggi yaitu $30.52 \pm 4.42\%$ dibandingkan bioavailabilitas nano daun kelor 750 nm yaitu $18.29 \pm 6.03 \%$. Terdapat perbedaan signifikan *bioavailabilitas* mineral kalsium antara dua ukuran dengan nilai $p=0.047$. Bioavailabilitas mineral merupakan jumlah mineral yang tersedia dalam bahan pangan yang dapat diserap oleh lumen usus halus dan digunakan oleh tubuh. Penyerapan mineral dapat

dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti tanin, asamoksalat, fitat, serat, vitamin C, dan protein (Burhanuddin *et al.* 2017).

Dari penelitian ini diketahui bahwa persentase kalsium yang terserap pada tikus jantan tumbuh lebih banyak terdapat pada kelompok nano dibandingkan kelompok standar. Tidak ada perbedaan yang nyata pada persentase kalsium yang terserap K-750 dan K-450. Meskipun demikian persentase kalsium yang diserap pada ketiga kelompok perlakuan berada pada rentang nilai diatas 90 %. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Gao *et al.* (2007) pada tikus yang menunjukkan bahwa terdapat peningkatan penyerapan kalsium. Tikus yang diberikan tepung berukuran nanometer memiliki tingkat penyerapan mineral kalsium yang lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol.

Data yang diperoleh dari intervensi pada tikus betina yang diovariectomi menunjukkan persentase kalsium yang terserap lebih banyak terdapat pada K-750 dibanding dengan K-standar. Nilai bioavailabilitas kalsium semua berada pada rentang nilai diatas 90 %. Penelitian ini sejalan dengan yang dilakukan oleh Arezzo *et al.* (2014) yang melakukan penelitian dengan mengoptimalkan susu bubuk yang diperkaya nano kalsium pada 64 tikus betina ovariektomi. Hasilnya mengungkapkan bahwa tikus ovariektomi menunjukkan penyerapan kalsium yang lebih tinggi apabila diberikan diet yang diperkaya kalsium berukuran nano. Persentase penyerapan kalsium dari bubuk susu yang diperkaya kalsium dengan ukuran nano pada tikus ovariektomi adalah 63.54%

Data dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa bioavailabilitas kalsium pada kelompok perlakuan K-standar tidak berbeda nyata dengan kelompok perlakuan K-750, namun berbeda sangat nyata dengan kelompok K-450 ($p < 0.01$). Penelitian ini berbeda dengan hasil yang diperoleh Arezzo *et al.* 2014 yang bertujuan untuk mengoptimalkan susu bubuk yang diperkaya kalsium ukuran nano pada 64 tikus betina ovariektomi. Dari penelitian tersebut, bioavailabilitas kalsium bubuk susu yang diperkaya kalsium berukuran nano pada tikus ovariektomi adalah 24.64%. Selanjutnya Suptijah *et al.* 2012 mendapatkan hasil bioavailabilitas *in vivo* nano kalsium yang dibuat dari cangkang udang *Vannamei* sebesar 63.3% dibandingkan kalsium dalam ukuran mikro.

Hasil penelitian tahap II menunjukkan bahwa seluruh perlakuan K-standar, K-750nm dan K-450nm dapat meningkatkan kadar Ca, P, Mg serum dan tulang pada tikus jantan tumbuh. Peningkatan kadar mineral secara nyata hanya terjadi pada perlakuan K-standar untuk P dan Mg ($p = 0.04$) dan K-450 nm ($p = 0.01$). Seluruh perlakuan mampu meningkatkan kadar mineral Ca, P, Mg pada tulang femur dan tibia. Namun perlakuan K-450 nm memberikan pengaruh yang lebih baik pada peningkatan kadar Mg pada tulang tibia.

Toba *et al.* (1999) melakukan penelitian dengan menggunakan tikus jantan dengan perlakuan berbagai tingkatan kadar kalsium dan magnesium. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa magnesium dan kalsium saling berkompetisi dalam proses penyerapan di dalam usus. Magnesium memberikan efek yang lebih besar pada metabolisme kalsium tulang dibandingkan dengan absorpsi kalsium. Data yang diperoleh dari penelitian ini bahwa peran Mg lebih nyata terlihat pada tulang tibia.

Selanjutnya Tongchan *et al.* (2009) yang melakukan penelitian tentang efek pemberian kalsium dari tulang ikan *Priacanthutayenus* pada tikus Wistar jantan yang diberipakan standar dengan kandungan kalsium murni selama tujuh minggu menunjukkan hasil bahwa efek dari suplementasi kalsium dapat meningkatkan bioavailabilitas kalsium secara signifikan ($p < 0.05$) dengan peningkatan suplementasi kalsium akan dapat meningkatkan panjang dan tebal tulang femur dengan demikian komposisi penyusun mineral juga meningkat. Sementara Zvinorora *et al.* (2015) dari hasil penelitiannya menemukan bahwa serbuk *Moringa oleifera* berbentuk pellet dengan kalsium yang rendah (0.2%) yang diberikan selama 5 minggu terhadap tikus dalam masa pertumbuhan tidak berpengaruh terhadap massa tulang tibia dan femur tikus. Intervensi kalsium yang rendah berdampak merugikan bagi pertumbuhan tulang, kekuatan tulang, arsitektur tulang, massa puncak tulang dan material tulang. Hal ini disebabkan oleh karena perbedaan dosis, lama intervensi dan ukuran dari bahan yang diberikan.

Carinetet *al* (2013) melaporkan hasil penelitannya yang melakukan suplementasi kalsium pada tikus jantan (usia 28 hari) dengan berbagai tingkatan yaitu tinggi kalsium (1.2%), adequate/cukup (0.5%) serta rendah kalsium (0.2%)

selama 4 minggu. Dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa kalsium yang rendah memiliki dampak yang merugikan pada pertumbuhan tulang, kekuatan tulang, arsitektur tulang, massa puncak tulang dan material tulang, berbeda dengan suplementasi tinggi kalsium yang menunjukkan hasil bahwa suplementasi tinggi kalsium dapat memperbaiki kekuatan, pertumbuhan, dan arsitektur tulang.

Hasil penelitian tahap III menunjukkan bahwa kadar Ca, P, Mg dalam serum darah tikus betina yang diovariectomi mengalami penurunan untuk semua perlakuan. Kadar Ca dan P pada serum darah tikus betina yang diovariectomi lebih tinggi secara signifikan ($p < 0.05$) dibandingkan K-standar. Peningkatan kadar Ca, P, dan Mg setelah perlakuan juga terjadi pada tulang femur dan tibia tikus betina yang diovariectomi. Bila dibandingkan antar perlakuan, maka selisih peningkatan kadar mineral yang signifikan ($p < 0.05$) terjadi pada P dan Mg tulang femur dengan peningkatan tertinggi terjadi pada perlakuan K-450.

Kadar Ca pada tulang tibia tikus betina yang diovariectomi meningkat secara signifikan ($p < 0.05$) setelah perlakuan. Peningkatan kadar mineral secara signifikan pada tulang tibia juga terjadi pada mineral Mg tikus yang diberi perlakuan K-750 ($p = 0.02$) dan K-450 ($p = 0.01$). Dengan demikian, maka pengaruh perlakuan lebih signifikan terlihat pada K-450. Semua perlakuan dapat meningkatkan kadar mineral tulang femur maupun tibia, namun perlakuan K-450 memberikan pengaruh yang lebih tinggi pada peningkatan kadar mineral P dan Mg tulang femur, sementara Ca pada perlakuan K-450nm.

Hasil penelitian Hartiningsih *et al* (2012) tentang pengaruh panhisterektomi terhadap retensi kalsium (Ca) dan fosfor (P) tikus putih *Sprague Dawley* yang diberipakan ikan teridenganrasioCa:P=3:1 selama 12 minggu menunjukkan adanya penurunan retensi kalsium dan fosfor tikus panhisterektomi dan peningkatan ekskresi kalsium dalam feses dan urin tikus panhisterektomi yang berbeda dengan tikus kontrol. Hasil penelitian ini sejalan dengan Hartiningsih *et al* (2012) dalam hal terjadinya penurunan kadar serum darah Ca dan P pada tikus betina yang diovariectomi.

Patel *et al.* (2013) menyatakan bahwa daun kelor memiliki manfaat sebagai osteoprotektif. Penelitian tersebut menunjukkan hasil adanya sifat *osteoblastogenic* pada beberapa bagian dari *Moringa oleifera* yang berpengaruh pada sel osteoblast. Ekstrakmetanol pada *Moringa oleifera* menunjukkan efek menstimulasi osteoblas, meningkatkan jumlah selosteoblas, meningkatkan aktifitas induksi pembentukan tulang, meningkatkan kandungan *hydroxyproline* dan pembentukan mineral tulang.

Sejalan dengan penelitian di atas, Tangalayuk *et al.* (2015) menyatakan bahwa kadar kalsium tulang tibia tikus perlakuan cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya pemberian dosis perlakuan. Bila dibandingkan dengan tikus perlakuan control meskipun tidak berbeda nyata, kadar fosfor cenderung meningkat secara signifikan dengan meningkatnya dosis perlakuan. Sebaliknya rasio kalsium dan fosfor tulang tibia menurun dengan meningkatnya pemberian dosis tepung tempe rendah lemak meskipun tidak berbeda nyata.

Pemberian daun kelor ukuran nano mampu meningkatkan kadar Ca, P dan Mg pada serum darah tikus jantan tumbuh, tetapi belum mampu meningkatkan kadar ketiga mineral tersebut pada serum darah tikus betina yang diovariectomi. Pemberian daun kelor ukuran nano mampu meningkatkan kadar Ca, P dan Mg tulang femur dan tibia tikus jantan tumbuh dan tikus betina yang diovariectomi. Dari ketiga perlakuan yaitu pakan standar, pakan berisi daun kelor ukuran 750 nm dan pakanberisidaun kelor ukuran 450 nm diketahui bahwa pada respon tikus jantan tumbuh, kadar serum darah secara nyata terlihat pada Mg diperlakuan K-450. Pada tikus betina yang diovariectomi kadar Ca dan P pada serum darah ditemukan lebih tinggi secara signifikan ($p < 0,05$) setelah diberikan perlakuan daun kelor dibandingkan K-standar. Selisih peningkatan kadar Mg tertinggi antara sebelum sesudah perlakuan paling signifikan ($p < 0,01$) terjadi pada tulang femur tikus betina yang diovariectomi dan mendapatkan perlakuan K-450. Kadar Ca paling tinggi secara signifikan ($p < 0,05$) didapatkan pada tulang tibia tikus yang diberikan perlakuan K-450. Peningkatan kadar mineral secara signifikan pada tulang tibia juga terjadi pada mineral Mg tikus yang diberi perlakuan K-750 ($p = 0.02$) dan K-450 ($p = 0.01$). Dengan demikian hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan K-450 memberikan potensi

pemanfaatan mineral di tulang yang lebih baik dibanding K-750 dan standar, khususnya pada kondisi adanya gangguan penurunan kapasitas penyerapan kalsium di tulang, hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan kadar kalsium dan fosfor pada tulang tibia yang signifikan, apabila dibandingkan dengan keberadaannya ditulang femur maupun serum darah tikus.

Studi ini memberikan manfaat bagi usia pertumbuhan dan usia menopause. Usia pertumbuhan adalah usia dimana asupan kalsium sangat dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tulang sementara usia menopause adalah usia dimana telah terjadi defisiensi kalsium karena pada kondisi ini hormon estrogen sudah kurang atau tidak diproduksi lagi. Penelitian ini berimplikasi pada munculnya pemikiran bahwa proses penyerapan mineral berukuran nano akan lebih baik dibandingkan dengan yang berukuran bukan nano (mikro) yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan pada periode usia remaja dan mempertahankan kondisi pada masa menopause. Partikel berukuran nano yang dihasilkan dalam penelitian dapat dijadikan alternatif dalam upaya pemenuhan zat gizi mineral pada masa pertumbuhan dan masa terjadi defisiensi kalsium. Implikasi dari hasil penelitian ini juga diharapkan dapat diterapkan untuk membantu pencegahan dan penanggulangan masalah osteoporosis sehingga memungkinkan pengembangan produk daun kelor untuk dijadikan sebagai pangan fungsional. Pengkajian lebih lanjut diperlukan untuk mempelajari (1) Pengaruh konsumsi nano daun kelor pada penderita osteoporosis; (2) Pembuatan nano partikel daun kelor dengan ukuran lebih kecil. Penelitian ini memiliki keterbatasan, yaitu teknik pembuatan nano partikel daun kelor yang membutuhkan peralatan khusus sehingga membutuhkan biaya yang relatif mahal, ukuran serta periode penelitian yang masih terbatas.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus P, Sambo 2005. *Bone Mineral Density in Subjects With Hyperthyroidism* [Disertation]. Devision of Endocrinology and MetabolisDepartement of Internal Medicine Faculty of Medicine Hasanudin University makasar Indonesia.
- Almatsier S. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta (ID). Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Anjorin I, Okolo. 2010. Mineral composition of *Moringa oleifera* leaves, pods and seeds from two regions in Abuja, Nigeria. *Intern J Ofmagr and Bio*. 12:431–434.
- Anwar F, Ashraf M, Bhangar MI. 2005. Interprovenance variation in the composition of *Moringa oleifera* oilseeds from Pakistan. *J Am Oil Chem Soc*. 82:45–51.
- Anwar F, Bhangar MI. 2003. Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *J Agric Food Chem*. 51:6558–6563.
- [AOAC] The Association of Official Analytical Chemists. 2005. *Official methods of analysis*. Horwitz W, editor. Maryland (US): AOAC International.
- Aras NK,Ataman OY. 2006. *Trace Element Analysis of Food and Diet*. Cambridge (UK): RSC Publishing.
- Arezzo E, Hamed M, Mohd YA, Mohd HB. 2014 Influence of nano-size reduction on absorption and bioavailability of calcium from fortified milk powder in rats. *Food Researc International*. 66: 1-11.
- Asbiran N. 2003. *Marker Biokimia pada Osteoporosis*. NaskahLengkapPertemuanIlmiah Nasional I Padang Perhimpunan Osteoporosis Indonesia.
- Aslam M, Anwar F, Nadeem F, Rashid U, Kazi TG, Nadeem M. 2005. Mineral composition of *Moringa oleifera* leaves and pods from different regions of Punjab, Pakistan. *Asian J. Plant Sci*. 4:417–421.
- Astriandari A, Safitri. 2013. AU Moutwash Based of nanocalcium and nanochitosan for *dental health care in away that is practical and efficient*. *JMHHM*. 1:96-100.
- Bayley DA, Mckay HA, Mirwald RL, Crocker PR, Faulkner RA. 1999. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral actual in growing children: The University of Saskadchewan Bone Mineral Accrual Study. *J Bone Miner Res*. 14:1672–1679.

- Barker ME, Blumsohn A. 2011. *Human nutrition*. In: *Geissler C, Powers HJ, eds. Human nutrition*. 12th ed. New York: Churchill Livingstone
- Becker L, Zaiter A, Petit J, Karam MC, Sudol M, Baudelaire E, Scher J, Dicko A. 2017. How do grinding and sieving impact on physicochemical properties, polyphenol content, and antioxidant activity of *Hieracium pilosella* L. powders?. *Journal of Functional Food*. 35 : 666-672.
- Bey H. 2010. All things moringa: the story of an amazing tree of life. Tersedia pada: www.allthingsmoringa.com.
- Bhusban B. 2004. *Nano Teknologi*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Bloom, Fawcett. 2002. *Buku Ajar Histologi*. Edisi 12. Jakarta: EGC.
- Bonewald LF. 2011. The amazing osteocyte. *J Bone Miner Res*. 26:229– 238.
- Bronner F, Pansu. 1999. Nutritional aspects of calcium absorption. *J. Nutr*. 129 1:9–12.
- Burhanuddin WR, Damanik R, Marliyati SA. 2017. Pengaruh variasi pengolahan dan pemanasan ulang terhadap kandungan zat gizi dan bioavailabilitas mineral daun kelor [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Cecilia P. 2003. *Osteoporosis dan Penatalaksanaannya*. Disampaikan pada “Simposium Nasional Osteoporosis” Kelompok Study Lansia. Fakultas Kedokteran Unika Atma Jaya Jakarta.
- Chumark P, Khunawat P, Sanvarinda Y. 2008. The in vitro and ex vivo antioxidant properties, hypolipidaemic and antiatherosclerotic activities of water extract of *Moringa oleifera* Lam. Leaves. *J. of Ethnopharmacol*. 3:439–446.
- Dalimartha S. 2004. Resep tumbuhan obat untuk penderita osteoporosis. 3-31, Jakarta.
- Damilakis J, Maris TG, Karantanas AH. 2006. An update on the assessment of osteoporosis using radiologic techniques. *Eur Radiol*. 36:440–52.
- Das S, Parida UK, Bindhani BK. 2013. Green biosynthesis of silver nanoparticles using *Moringa oleifera* L. leaf. *Intern. J. Nanotech. And Appl*. 2:51-62.
- Dawson-Hughes B. 1991. Calcium supplementation and bone loss: a review of controlled clinical trials. *Am J Clin Nutr*. 1:274–280.
- Delvaux K, Lvferve J, Philipaerts RI. 2001. Bone mass and lifetime physical activity in Flemish male. a 27 year follow-up study. *Med Sci Sport Exercise*. 11:68–75.
- Denio A, Ridjab, Rani M. 2004. Osteoporosis (patofisiologi dan patogenesis): bagian ilmu penyakit dalam Fakultas Kedokteran Unika Atma Jaya.

- Majalah Kedokteran Atma Jaya*. 1:65–69.
- Dillard CJ dan German JB. 2000. Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J.Sci Food Agric*. 12:1744–1756.
- Elkhalifa AO, Ahmed SA, Adam S. 2007. Nutritional evaluation of Moringa Oleifera leaves and extracts. *Ahfad Journal* 24:13–22.
- European Parliament and the Council of the European Union on the provision of food information to consumers
- Fairweather-Tait S, Hurrell RF. 1996. Bioavailability of Minerals and Trace Elements. *Nutrition Research Review*.):295
- Falahiti-Nini A, Riggs BL, Atkinson EJ. 2001. Relative contribution of testosterone and estrogen in regulation bone resorption and formation in normal elderly. *Men J Clin Invest*. 12:53–60.
- Ferreira PMP, Farias DF, Oliveira JTA. 2008. Moringa oleifera: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de Nutricao Campinas* 4:431–437.
- Fogelman I. 1999. Screening for Osteoporosis. *BMJ*. 319(7218):1148–1149.
- Fuglie LJ. 1999. *The Miracle Tree: Moringa oleifera: Natural Nutrition for the Tropics*. Senegal (SN): Church World Service.
- Gao H, Chen H, Chen W, Tao F, Zheng Y, Jiang Y, Ruan H. 2007. Effect of nanometer pearl power on calcium absorption and utilization in rats. *J of Food Chemistry*. 3:493–498.
- Gobinathan P, Murali PV, Panneerselvam R. 2009. Interactive effects of calcium chloride on salinity-induced proline metabolism in *Pennisetum typhoides*. *Advances in Biological Research* 5-6:168–173.
- Gopalan C. 1993. Osteoporotic Fracture An Emerging Public Health Problem In Asia. Available from <http://www.nutritionfoundationfindia.orj>.
- Guyton AC, Hall JE. 1996. *Textbook Of Medical Physiology*. 9th ed. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Hakim B. 2010. *All Thing Moringa. The story of an amazing tree of life*. [Internet]. [diunduh 15 April 2016]. Tersedia pada: <http://www.all thing moringa.com>.
- Hartiningsih, Devita A. Dan DA. 2012. Respons metafisis tulang femur distalis tikus ovariektomi yang mengkonsumsi kalsitriol. *J Kedokteran Hewan*. 6(2)
- Hartono M. 2001. *Mencegah dan Mengobati Osteoporosis*. Jakarta (ID): PuspaSwara.
- Haque FAK, Noor E, Juniawati. 2015. Karakteristik nanoemulsi ekstrak jahe

- (*Zingiber Officinale* Var. *Amarum*)[Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Park HS, Jeon BJ, Ahn J, Kwak HS, 2007. Effects of Nanocalcium Supplemented Milk on Bone Calcium Metabolism in Ovariectomized Rats Department of Food Science and Technology, Sejong University, 98 Kunja-dong, Kwangjin-ku, Seoul 143-747, Korea *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*:1266– 1271.
- Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, Weaver C. 2000. Peak bone mass. *Osteoporos Int.* 12:985–1009.
- Heaney RP. 1994. The bone-remodeling transient: implications for the interpretation of clinical studies of bone mass change. *J Bone Miner Res.* 10:1515–1523.
- Heaney RP. 2000. Calcium, dairy products and osteoporosis. *J Am Coll Nutr.* 2:83–99.
- Heinonen A, Sievänen H, Kannus P, Oja P, Pasanen M & Vuori I. 2000. High-impact exercise and bones of growing girls: a 9-month controlled trial. *Osteoporos Int.* 11:1010–1017.
- Holst S. 2000. *Moringa Nature's Medicine Cabinet*. Siera Sun Rise Book.
- Hyeon-Son Choi, Jeung Hi Han, Seungsik Chung. 2013 Nano-Calcium Ameliorates Ovariectomy-Induced Bone Loss in Female Rats Department of Food and Nutrition, Korea University, Korean. *J. Food An.* 33:515–521.
- Imeh U, Khokhar S. 2002. Distribution of conjugated and free phenols in fruits: antioxidant activity and cultivar variations. *J Agric Food Chem* 50:6301–06.
- Institute of Medicine. 1997. *Dietary Reference Intakes: Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*. Washington (US): National Academy Pr
- John MF, Adam, Sambo AP. 2005. *Frequency of Osteoporosis in Postmenopausal Women. Result of Bone Mineral Density measurement Using Dual Energy X-Ray Absorptiometry*. Division of Endocrinology and Metabolis, Dr Wahidin Sudirohusodo Hospital, Department of Internal Medicine Faculty of Medicine Hasanudin University Makasar Indonesia.
- Jongrungruangchok SB, Bunrathep SS, Songsak T. 2010. Nutrien and mineral content of eleven different sample of *Moringa oliefera* cultivated in Thailand. *J Health Res.* 3:123–127.
- Kanis JA, Johnel O, Oden A. 2000. Risk of hipfracture according to the World Health Organization criteria for osteopenia and osteoporosis. *Bone.* 5:584–90.
- Kanis JA, Johnel O, Oden A. Dawson A. De Laet C, Jonson B. 2001. Ten year probabilities of osteoporotic fracture according to BMD and diacnostic

- thresholds. *Osteoporos Int.* 12: 989–995.
- Khawaja TM, Tahira M, Ikram UK. 2010. *Moringa oleifera*: a natural gift-a review. *J Pharm Sci Res.* 11: 775–81.
- [KEMENKES RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 tahun 2013 tentang Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan bagi bangsa Indonesia.
- Kholsa S, Melton LJ, Atkinson EJ. 2001. Relationship of serum sex steroid levels in longitudinal change in bone density in young versus elderly men. *J Clin Endocrinol Metab.* 8:355561.
- Khosla S, Oursler MJ, Monroe DG. 2012. Estrogen and the skeleton. *Trends Endocrinol Metab.* 11:576–581.
- Krisnandi D. 2015. *Moringa Oliefera*, Kelor Super Nutrisi. Buku Pusat Informasi dan pengembanganTanamanKelor Indonesia.
- Linder MC. 1992. *Biokimianutrisi dan metabolisme*. Parakkasi A, penerjemah. Jakarta (ID): UI Pr.
- Lubis A, Sukandar D, Khomsan A. 2015. Faktor – Faktor Yang Berhubungan Dengan Status Vitamin D Serta Dampaknya Terhadap Gejala Stres Kerja Pada Pekerja Perempuan Usia Subur [tesis]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.
- Lunt M, Felsenberg D, Reeve J, Benevolenskaya L, Cannata J, Dequeker J. 1997. Bone density variation and its effect on risk of vertebral deformity in men and women studied in thirteen european centers: the EVOS studi. *J Bone Miner Res.* 11:1883–1894.
- Manolagas SC. 2000. Birth and death of bone cell: basic regulatory mechanisms and implications for the pathogenesis and treatment of osteoporosis. *endocrine review.* 2:115–137.
- Marcu.MG. 2013. *Miracle Tree*. ISBN 1-49594-609-6. American Fork, UT 84003.
- Melton LJ. 2003. Epidemiologiworld wideendocrinol. *Metab Clin N AM.* 1:1–13.
- Metz JA, Anderson JJ, Galagher PN Jr. 1993. Intake of calcium phosphorus and protein and physical-activity level are realed to radial bone mass in young adult woment. *Am J Clin Nutr.* 4:37–42.
- Min SKMN, Shun JJ, Jeong SK, Hee JP, Ha SS, Reinhard HHN, and Sung JH. 2008. Preparation, characterization and *in vivo* evaluation of amorphous atorvastatin calcium nanoparticles using supercritical antisolvent (SAS) process. *European J. of Pharm. and Biopharm.* 2:454–465.
- Mohanpuria P, Rana NK, Yadav SK. 2008. Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. *J. Nanopart. Res.* 3: 507–

517.

- Mohanraj VJ, Chen Y. 2006. Nanoparticles—a review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 1:561–573.
- Mosha TC, Pace RD, Adeyeye S, Mtebe K, Laswai H. 1995. Proximate composition and mineral contents of selected Tanzanian vegetables and effect of traditional processing on the retention of ascorbic acid, riboflavin in and thiamine. *Plant Food Hum Nutri*.3:235–245.
- Moyo B, Masika P, Hugo A, Muchenje V. 2011. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *Afr J Biotechnol*. 10: 12925–12933.
- [NIH] National Institute of Health. 2000. *NIH Consensus Statement: Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy volume 17, number 1*. Kensington (MD): National Institute of Health.
- [NSET] The Nanoscale Science, Engineering and Technology. 2004. Instrumentation and metrology for nano technology. Report of the national Nanotechnology Initiative Workshop.
- Ndong M, Uehara M, Katsumata SI, Suzuki K. 2007. Effects of oral administration of *Moringa oleifera* Lam on glucose tolerance in Goto-Kakizaki and wistar rats. *J. of Clin. Biochemis. And Nutrition*. 40(3):229–233.
- Nieves JW. 2005. Osteoporosis: The role of micronutrient. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 80:1232–1239.
- Noguera P, Abad M, Puchades R, Maquiera A, Noguera V. 2003. Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container medium. *Communications in soil science and plant analysis*. 34:593–605.
- Nordin BE, Need AG, Chatterton BE, Horowitz M, Morris HA. 1990. The relative contributions of age and years since menopause to postmenopausal bone loss. *J Clin Endocrinol Metab*. 1:83–88.
- Nur A, Jumari A, Setyawan H. 2012. Sintesis dan Karakterisasi *Monetite* Ukuran Nano Secara Elektrokimia. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III; 2012 Nov 3; Yogyakarta, Indonesia*. ISSN: 1979-911X.
- Okiki PA, Osibote LA, Balogun A, Oyinloye BE, Idris O, Olufunke A, Asoso SO, Olagbemide PT. 2015. Evaluation of Proximate, Minerals, Vitamins and Phytochemical Composition of *Moringa oleifera* Lam. Cultivated in Ado Ekiti, Nigeria. *Advances in Biological Research*. 6:436–443.
- Otles MS. 2008. Modification of surface properties of biopowder by dry particle

- coating [disertasi]. Perancis (FR): Université de Toulouse.
- Patel C, Rangrez A, Parikh P. 2013. The anti-osteoporotic effect of *Moringa oleifera* on osteoblastic cells: SaOS2. *J. of Pharmacy and Biol. Scie.* 2:10–17.
- Pramudyo R. 2000. *Osteoporosis Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid I edisi III* Persatuan Ahli Ilmu Penyakit Dalam Indonesia Universitas Indonesia.
- Pratima D. Khatake¹, Sushma S. Jadhav², 2014. A Clinical Study on Serum Calcium levels and Bone Mineral Density in Pre and Postmenopausal Indian Women. Resident, 2 Associate professor} Department of Physiology, Government Medical College, Latur, Maharashtra India. *International Medical Journal*, ISSN: 2348-2516, EISSN 1: 2348-1897.
- Purwaningsih S, Suptijah P, dan Khoerunisa. 2012. Isolasi dan karakterisasi nano kalsium dari cangkang kijing lokal (*Pilsbryconcha Exelis*) dengan metode presipitasi. Jurusan teknik hasil perikanan Institut Pertanian Bogor [skripsi].
- United States Food and Drug Administration (US FDA, 2011)
- Rahmawati S, Prasetyoko D, Ediati R. 2011. Sintesis Partikel Nano CaO dengan metode kopresipitasi dan Karakterisasinya. Prosiding Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Rahmawati S, Prasetyoko D, Ediati R. 2012. Sintesis hidroksiapatite berukuran nano dengan menggunakan metode elektrokimia menggunakan *pulse direct current* (PDC) sebagai bio implant tulang dan gigi. *Jurnal Teknik POMITS*. 1:1–4.
- Raisz LG. 2004. *Bone Physiology: Bone Cells, Modeling, and Remodeling*. In: *Holick MF, Dawson-Hughes B, Eds. Nutrition And Bone Health*. Totowa NJ: Humana Press.
- Ramachandran C, Peter KV, Gopalakrishnan PK. 1980. Drumstick (*Moringa oleifera*); a multipurpose Indian Vegetables. *Economic Botany*. 3:276–283.
- Razis AF, Ibrahim MD, Ktaya SB. 2014. *Moringa oleifera*. mini review i. doi.org/10.7314/APJCP.2014.15.20.8571.
- Roig MJ, Alegria A, Barbera R, Farre R, Lagarda MJ. 1999. Calcium bioavailability in human milk, cow milk and infant formulas-comparison between dialysis and solubility methods. *Food Chemistry*. 65:353–357
- Tangalayuk RR, Suarsana IN, Utama IH. 2015. Kadar kalsium dan fosfor pada tulang tikus betina yang diberitapi dengan lemak. *Buletin Veteriner Udayana*. 7(1):59–65.
- Roberfroid MB. 2005. *Inuline-Type Fructans Food Ingredient*. Washington (US):

CRC.

- Rochman. 2009. Aplikasi Nanomaterial Bidang Farmasi dan Kosmetik. Seminar nano teknologi. Bogor.
- Sambo AP, Adriansyah. 2005. *Bone Mineral Density in Subjects With Hyperthyroidism*. Division of Endocrinology and Metabolis Departement of Internal Medicine Faculty of Medicine Hasanudin University makasar Indonesia.
- Sambo AP, Adriansyah. 2005. *Osteoporosis In Male*. Devision of Endrocrinology and Metabolis Departement of Internal Medicine Faculty of Medicine Faculty of medicine Hasanudin university Makasar Indonesia,
- Sathyavathi R, Krishna MBM, Rao DN. 2010. Biosynthesis of silver nanoparticles using *moringa oleifera* leaf extract and its application to optical limiting. *J. Nanoscience and Nanotech.* 10 : 1–5.
- Senjen R. 2007. Nano silver- a threat to soil, water and human health?. Tersedia pada: <http://nano.foe.org.au/node/189>.
- Shargel L, Yu ABC. 1999. *Applied biopharmaceutics and pharmacokinetics 4ed*. New York (US) : McGraw Hill
- Sherry Huang, Jin Ching Chen, ChinWei Hsu and Walter H Chang. 2009. Effects of nano calcium carbonate and nano calcium citrate on toxicity in ICR mice and on bone mineral density in an ovariectomized mice model Department of Biomedical Engineering, Chung Yuan Christian University, Chung Li 32023, Taiwan Nanotechnology 20(7pp): doi:10.1088/0957-4484/20/37/375102.
- Shiriki D, Igyor MA, Gernah DI. 2015. Nutritional evaluation of complementary food formulations from maize, soybean and peanut fortified with moringa oleifera leaf powder. *Food and Nutrition Sciences.* 6:494–500.
- Siddhuraja P, Becker K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agro climatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* lam) leaves. *J Agric Food Chem.* 8:2144–2155.
- Singh BN, Singhet RL. 2009. Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant, and anti-quorum sensing potentials of *Moringa oleifera*. *Food and Chem. Toxicol.* 6:1109–1116.
- Soeatmadji DW. 2002. Kendali hormonal metabolisme calcium dan skeletal. Makalah lengkap dalam kursus dasar metabolisme kalsium penyakit tulang (PERKENI). Malang.
- Soejono H, Czeresna. 2002. Metabolisme tulang pada usia lanjut. Penatalaksanaan Pasien Geriatri/usia lanjut secara terpadu dan paripurna.

Temu Ilmiah Geriatri FKUI Jakarta.

- Suheimi HK. 2003. Osteoporosis Post Menopause. Naskah Lengkap Pertemuan Ilmiah Nasional I Padang Perhimpunan Osteoporosis Indonesia.
- Suleiman S, Nelson M, Li F, Buxton Thomas M, Moniz C. 1997. Effect of calcium intake and physical activity level on bone mass and turnover in health whytepostmenopausal women. *Am J Clin Nutr.* 4:937–943.
- Suptijah P. 2009. *Nanokalsium hewanidariperairan*. Di dalam: Buklet 101 Inovation. Penerbit: BIC Kmenterian Ristek.
- Suptijah P, Jacob AM, Deviyanti A. 2012. Karakterisasi dan bioavailabilitas nano kalsium cangkang udang vanamei (*Litopenaeus vanamei*). *Jurnal Akuntika.* 1:63–73.
- Swiss Federal Office of Public Health and Federal Office for the Environment – *Advisory*
- Teegarden D, Lyle RM, Proulx WR, Johnson CC, Weaver CM. 1999. Previous milk consumption is associated with greater bone density in young women. *Am J Clin Nutr.* 5:1014–1017.
- Thompson J, Manore M. 2009. *Nutrition: An Applied Approach. 2nd ed.* San Francisco (US): Pearson/Benjamin Cummings.
- Tjok RP. 2002. Metabolisme Tulang Dalam Buku ajar Ilmu Penyakit dalam Jilid I edisi III. Persatuan Ahli Ilmu Penyakit Dalam.
- Toba Y, Masuyama R, Kato K, Takada Y, Aoe S, Suzuki K. 1999. Effects of dietary magnesium level on calcium absorption in growing male rats. *Nutrition Research.* 5:783–793.
- Tongchan P, Prutipanlai S, Niyomwas S, Thongraung S. 2009. Effect of calcium compound obtained from fish byproduct on calcium metabolism in rats. *J. Food Ag-Ind.* 4:669–676.
- Torres CS, Schaeffer L. 2010. Effect of High Energy Milling on the Microstructure and Properties of Wc-Ni Composite. *Materials Research.* 3: 293–298
- Uush T. 2013. Calcium intake and serum calcium status in Mongolian children. *J Steroid Biochem Mol Biol* 144 :167–171.
- Valdez-Solana M, Mejia-Garcia VY, Tellez-Valencia A, Garcia-Arenas G, Salas-Pacheco J, Alba-Romero JJ, Sierra-Campos E. 2015. Nutritional content and elemental and phytochemical analyses of Moringa oleifera grown in Mexico. *Journal of Chemistry.* :Volume 2015, Article ID 860381, 9 pages.
- Verma AR, Vijayakumar M, Mathela CS, Rao CV. 2009. In vitro and in vivo antioxidant properties on different fractions of *Moringa oleifera* leaves. *Food and Chem. Toxicol.* 47:2196–2201.

- Veum TL. 2010. *Phosphorus and Calcium nutrition metabolism in : Phosphorus Utilization and Requirement in farm Animal*. Missouri (US): CAB International.
- Viguet-Carrin S, Hoppler M, Scalfo FM, Vuichoud J, Vigo M.. 2013. Peak bone strength is influenced by calcium intake in growing rats. *Bone*. 68:85–91.
- Vongsak B, Sithisarn P, Gritsanapan W. 2012. HPLC quantitative analysis of three major antioxidative components of *Moringa oleifera* leaf extracts. *Planta Medic*. 78:1055
- Weaver CM. 2008. The role of nutrition on optimizing peak bone mass. *Asia Pac J Clin Nutr*. 17:135–137.
- Yadav S, Srivastava J. 2016. Moringa Oleifera: A Health Promising Plant with Pharmacological Characters. *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences*. 6:24–33.
- Yesufu HB, Husaini. 2014. Studies on dietary mineral composition of the fruit of *Sarcocephaluslatifolius* (Smith) Bruce (*Rubiaceae*). *J Nutr Food Sci*.
- Zvinorora P.I, Lekhanya, Erlwanger. 2014. Dietary effects of *Moringa oleifera* leaf powder on growth, gastrointestinal morphometry and blood and liver metabolites in Sprague Dawley rats. <https://doi.org/10.1111/jpn>.

Biodata Penulis



Dr. Syahrial, SKM., M.Biomed. Lulus S1 di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Baiturrahmah pada tahun 2002, lalu melanjutkan pascasarjana di Fakultas Kedokteran Ilmu Biomedik Universitas Andalas pada tahun 2007 dan kemudian melanjutkan Kembali program doktoral di Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor pada tahun 2019. Saat ini adalah dosen tetap program Studi Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas. Mata kuliah yang diampu terdiri dari Dasar Ilmu Gizi, epidemiologi gizi, gizi dan Gizi Masyarakat Minang, Stunting, Metabolisme Zat Gizi. Riwayat penelitian sendiri seperti Analisis zat gizi Daun Kelor di 3 Provinsi sebagai bahan dasar dalam pembuatan Nano Daun kelor, Hubungan asupan Makanan dengan Massa Tulang Pada Anak SMA di Kota Padang tahun 2012, Model penanggulangan masalah stunting di tiga etnis batak minang dan jawa di pasaman barat, Model penanggulangan masalah stunting berdasarkan mikrobiota dan metabolomik di tiga etnis batak minang dan jawa di pasaman barat, dan lainnya. Selain penelitian bebrapa pengabdian masyarakat yang telah dilakukan penulis ialah seperti Pemberdayaan Masyarakat melalui peningkatan Pengetahuan, Sikap dan Perilaku tentang Gizi Seimbang pada Anak Sekolah Dasar di Kota Padang Propinsi Sumatera Barat tahun 2011, Pemberdayaan Masyarakat dalam Upaya Peningkatan Status Kesehatan dan Gizi di Kelurahan Jati Kota Padang 2012, dan lain – lain. Beberapa publikasi ilmiah yang telah diterbitkan seperti Analisis zat gizi Daun Kelor di 3 Provinsi sebagai bahan dasar dalam pembuatan Nano Daun kelor, Pengaruh waktu Milling Dano Daun Kelor dengan Ukuran Nano dan masih banyak beberapa pulikasi ilmiah yang lain.

SinopsisBelakangBuku

Moringa oleifera merupakan salah satu sayuran dari urutan Brassica dan keluarga Moringaceae. Moringaceae adalah keluarga genus tunggal dengan 13 spesies. *Moringa oleifera* adalah pohon asli kecil dari daerah sub-Himalaya North West India, yang sekarang keberbagai daerah di Afrika, Arab, Asia Tenggara, Pasifik, kepulauan Karibia dan Amerika Selatan. Moringa adalah jenis obat lokal dan sayuran herbal India yang berubah menjadi familiar di negara-negara tropis dan subtropis. *Moringa oleifera* merupakan komoditas pangan penting yang telah memiliki perhatian besar sebagai nutrisi alami dari daerah tropis. Daun, buah, bunga dan polong, dari pohon ini digunakan sebagai sayuran bernutrisi di banyak negara, terutama di India, Pakistan, Filipina, Hawaii dan bagian Afrika, daun kelor telah dilaporkan sebagai sumber yang kaya β -karoten, protein, vitamin C, kalsium dan kalium dan sebagai sumber.

Salah satu tumbuhan yang kaya akan kalsium adalah kelor dimana kelor mengandung mineral berlimpah dan beberapa diantaranya merupakan mineral utama yang meliputi kalsium, tembaga, besi, kalium, magnesium, mangan dan seng Kelor mengandung 440 mg/100 gram daun segar dan 2003 mg/100 gram daun kering. Kandungan itu 17 kali lebih banyak dibanding susu dan 8.79 kali lebih tinggi bioavailabilitas kalsiumnya.

Beragam manfaat dari aun kelor yang kaya akan kalsium tentu sangat berguna dalam pencegahan terjadinya osteoporosis terutama pada usia lanjut dan pada peripode premenopause, menopause maupun postmenopause. Oleh karenanya masih perlu dieksplere lebih jauh lagi melalui penelitian – penelitian yang berkaitan dengan daun kelor dan pemanfaatannya bagi Kesehatan terutama Kesehatan tulang.