

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Remaja

2.1.1 Definisi dan Karakteristik Remaja

Masa remaja adalah suatu fase perkembangan yang dinamis dalam kehidupan seorang individu. Masa ini merupakan periode transisi dari masa anak ke masa dewasa yang ditandai dengan kecepatan pertumbuhan dan perkembangan fisik, mental, emosional serta sosial. Seseorang anak dikatakan remaja apabila anak telah mencapai umur 10-18 tahun untuk anak perempuan dan 12-20 tahun untuk anak laki-laki (Soetjiningsih, 2004).

Pertumbuhan dan perkembangan yang dialami remaja dalam menuju dewasa, berdasarkan kematangan psikososial dan seksual, semua remaja akan melewati tahapan berikut :

1. Masa remaja awal/dini (*Early adolescence*): umur 11-13 tahun
2. Masa remaja pertengahan (*Middle adolescence*): umur 14-16 tahun
3. Masa remaja lanjut (*Late adolescence*): umur 17-20 tahun

Tahapan ini mengikuti pola yang konsisten untuk masing-masing individu. Walaupun setiap tahap mempunyai ciri tersendiri tetapi tidak mempunyai batas yang jelas, karena proses tumbuh kembang berjalan secara berkesinambungan (Soetjiningsih, 2004).

Semua perubahan yang terjadi pada remaja membutuhkan zat gizi secara khusus. Usia remaja merupakan periode rentan gizi karena berbagai

sebab. Pertama, remaja memerlukan zat gizi yang lebih tinggi karena peningkatan pertumbuhan fisik dan perkembangan. Kedua, perubahan gaya hidup dan kebiasaan makan remaja mempengaruhi baik asupan maupun kebutuhan gizinya. Ketiga, remaja yang mempunyai kebutuhan gizi khusus, yaitu remaja yang aktif dalam kegiatan olahraga, menderita penyakit kronis, sedang hamil, melakukan diet secara berlebihan, pecandu alkohol atau obat terlarang (Almatsier *dkk.*, 2011).

2.1.2 Kebutuhan Gizi Remaja

Kebutuhan gizi remaja haruslah memenuhi semua zat gizi, baik itu zat gizi makro dan mikro. Pada masa remaja ada beberapa zat gizi yang sangat diperlukan dalam jumlah yang lebih banyak karena dimasa remaja merupakan masa pertumbuhan yang cepat nomor dua setelah masa bayi. Untuk kebutuhan energi remaja bervariasi tergantung aktivitas fisik dan tingkat kematangannya. Angka kecukupan gizi untuk remaja laki-laki usia 10-12 tahun adalah 2050 Kal, untuk usia 13-15 tahun 2400 Kal, dan untuk usia 16-18 tahun sebanyak 2600 Kal. Untuk remaja perempuan pada kelompok usia yang sama, AKG secara berturut-turut adalah 2050 Kal, 2350 Kal, dan 2200 Kal (Almatsier *dkk.*, 2011).

Angka kebutuhan protein remaja berkisar antara 0,29-0,32 g/cm tinggi badan untuk laki-laki dan 0,27 -0,29 g/cm tinggi badan untuk perempuan. Selain zat gizi makro, kebutuhan mineral dan vitamin pada masa remaja juga meningkat. Untuk kecukupan vitamin, karena kebutuhan energi meningkat, maka kebutuhan tiamin, riboflavin, dan niasin meningkat untuk melepas energi

yang berasal dari metabolisme karbohidrat. Kebutuhan vitamin B6, B12 dan asam folat meningkat karena peningkatan sintesis jaringan. Peningkatan kebutuhan vitamin D terjadi untuk pertumbuhan cepat kerangka tubuh. Vitamin A,C dan E dibutuhkan untuk pertumbuhan sel-sel baru (Almatsier *dkk.*, 2011).

Pada tahun-tahun masa pertumbuhan cepat, remaja membutuhkan mineral kalsium, besi, seng, magnesium dan nitrogen dua kali lebih besar dibandingkan tahun yang lain. Angka kecukupan kalsium untuk remaja putri usia 10-18 tahun adalah 1200 mg/hari (AKG, 2012). Sumber lain menuliskan bahwa remaja usia 9-13 tahun perkiraan rata-rata kebutuhan kalsium adalah 1100 mg/hr, angka kecukupan gizi untuk kalsium sebesar 1300 mg/hr dan dikatakan asupan dengan level tinggi apabila mencapai 3000 mg/hr (Ross *et al.*, 2011).

Sebenarnya tidak ada pedoman yang dikeluarkan untuk menyatakan asupan seseorang itu tinggi akan kalsium, meskipun asupan dengan jumlah melebihi 1500 mg kalsium perhari dalam bentuk suplemen tidak dianjurkan karena dapat menyebabkan sakit perut dan diare (Theobald, 2005). Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa diet yang kaya kalsium paling tidak mencapai 1500 mg/hr (Lappe *et al.*, 2004). Konsumsi kalsium yang baik agar terhindar dari osteoporosis harus sesuai dengan rekomendasi harian dan disarankan agar tidak melebihi 2500 mg/hr (*National Dairy Council*, 1997).

2.2 Menarche

2.2.1 Pengertian Menarche

Menarche adalah pemunculan periode menstruasi yang pertama, umumnya diantara usia 11 dan 16 tahun. Usia rata-rata mulai timbulnya adalah 12 tahun (Taber, 1994). Pendapat lain menuliskan bahwa usia rata-rata *menarche* adalah pada usia 13 tahun (Bobak 2004). Selanjutnya ada pula penulis yang menyatakan rata-rata rentang usia *menarche* lebih panjang yaitu pada rentang usia 9-19 tahun (Ali *et al*, 2011). Begitu pula usia rerata untuk *menarche* pada anak perempuan Kaukasia adalah $12,8 \pm 1,2$ tahun dan sekitar 4-8 bulan lebih awal pada anak perempuan Afrika-Amerika (Heffner and Schust, 2008). Usia rata-rata *menarche* di Indonesia berkisar antara usia 13-14 tahun yaitu sebesar 37,5%, usia 6-8 tahun sebesar 0,1%, usia 15-16 tahun sebesar 19,8% dan 4,5% pada usia 17 tahun keatas (Riskesdas,2010).

Menarche diartikan sebagai gambaran dari onset siklus menstruasi (Heffner and Schust, 2008). *Menarche* biasanya terjadi setelah lonjakan pertumbuhan mencapai puncaknya (Faust, 1977; Tanner, 1970) dan sekitar 2 tahun setelah mulainya perkembangan payudara (Henderson, 2005).

Menarche merupakan puncak dari rangkaian peristiwa yang kompleks yang meliputi pematangan aksis hipotalamus-hipofisis-ovarium (H-H-O) untuk memproduksi ovum ataupun endometrium matang sehingga dapat menunjang zigot jika terjadi pembuahan. Tiga tahap pematangan aksis H-H-O meliputi : (i) peningkatan pelepasan FSH dan LH dari kelenjar hipofisis; (ii) pengenalan dan respons ovarium terhadap gonadotropin sehingga memungkinkan terjadinya

produksi steroid ovarium (estrogen dan progesterone); (iii) terbentuknya pengaturan umpan balik positif pada kelenjar hipotalamus dan hipofisis oleh estrogen. Kombinasi dari peristiwa-peristiwa pematangan ini akan menyebabkan terjadinya ovulasi (Heffner and Schust, 2008).

2.2.2 Proses Terjadinya *Menarche*

Selama masa kanak-kanak, konsentrasi FSH dan LH dalam kelenjar hipofisis dan plasma pada anak laki-laki dan perempuan adalah rendah. Manifestasi endokrinologis pertama pada pubertas adalah peningkatan amplitude denyut FSH dan LH. Akhir-akhir ini diketahui bahwa terdapat dua tanda metabolik yang dapat bekerja secara sentral dan merupakan penyebab peristiwa-peristiwa dalam pubertas, yaitu IGF-I dan leptin. Kadar IGF-I dalam serum meningkat selama anak-anak dan memuncak saat pubertas, peningkatan ini bersamaan dengan dehidroepiandrosteron sulfat (DHEA-S), yang merupakan penanda adrenarke. Leptin, sebuah hormon yang merupakan tanda dari rasa kenyang, bekerja menghambat neuropeptida-Y (NPY). NPY merupakan mediator pada asupan makanan dan juga mengontrol aktivitas neuronal GnRH di hipotalamus. Kadar leptin dalam serum meningkat pada anak laki-laki dan perempuan sesaat sebelum pubertas. Peningkatan kadar leptin akan menghambat NPY. Hal ini selanjutnya akan melepaskan GnRH dari keadaan inhibisi pada masa prapubertas. Kadar leptin terus meningkat selama pubertas pada wanita yang sehat, namun pada pria, kadarnya menurun dengan cepat setelah pubertas (Heffner and Schust, 2008).

Pematangan ovarium saat pubertas menyebabkan dimulainya produksi estrogen oleh sel-sel granulose yang mengelilingi ovum. Siklus dari sel granulose menyebabkan perkembangan dan atresia saat pubertas. Ovum mulai matang dibawah pengaruh estrogen ovarium yang diproduksi oleh sel granulose tersebut. Selain untuk pematangan oosit, estrogen dari sel granulose akan mengatur produksi gonadotropin oleh kelenjar hipofisis. Dengan aksis H-H-O yang telah mengalami pematangan sempurna, estrogen akan menyebabkan pematangan folikel ovarium yang dominan, yang selanjutnya menyebabkan ovulasi. Setelah ovum yang pertama berovulasi, folikel ovarium yang kolaps mengubah dirinya menjadi korpus luteum dan mulai memproduksi progesterone. Respon endometrium terhadap estrogen adalah proliferasi dan terhadap progesterone adalah dengan berubah menjadi jaringan sekretorik yang mampu menunjang implantasi embrio. Pada tahun-tahun pertama setelah *menarche*, banyak terjadi siklus menstruasi yang anovulatoir. Ini menggambarkan kurang matangnya respon umpan balik positif hipotalamus terhadap estrogen ovarium. Pola perdarahan saat menstruasi seringkali terjadi lebih awal setelah *menarche* yang menggambarkan paparan estrogen yang terus menerus pada ovarium dan peluruhan endometrium yang berproliferasi atau hiperplastik. Karena tidak terbentuknya korpus luteum pada keadaan anovulasi, endometrium tidak dapat memperlihatkan efek progesterone yang membuat menstruasi menjadi fenomena yang berhenti sendiri (*self-limited*). Perdarahan anovulatoir ini dapat tidak terduga dan sangat parah. Setelah 5 tahun sejak onset *menarche*, 90%

anak perempuan akan mengalami siklus menstruasi yang teratur dan ovulatoir. (Heffner and Schust, 2008).

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kejadian *Menarche*

Menarche merupakan tonggak penting dalam kehidupan seorang wanita karena menunjukkan awal dari kapasitas reproduksi. Faktor pubertas terdiri dari dua faktor yaitu genetik dan lingkungan, yang mana hal ini mempengaruhi usia *menarche*. Faktor-faktor yang mempengaruhi *menarche* diantaranya adalah status gizi (IMT), konsumsi makanan (sumber energi, karbohidrat, lemak dan protein), aktifitas olahraga, keterpaparan terhadap media informasi orang dewasa, usia *menarche* ibu dan status sosial ekonomi orang tua (Ginarhayu, 2002). Penulis lain menuliskan bahwa faktor-faktor terjadinya *menarche* dipengaruhi oleh faktor yang kompleks, diantaranya oleh faktor lingkungan, termasuk didalamnya adalah zat gizi, olahraga, kondisi sosial ekonomi, kesehatan secara umum, ras, BMI, geografi, dan persentase lemak tubuh serta genetik (riwayat keluarga merupakan prediktor kuat *menarche* dini, terutama sangat berkorelasi dengan usia *menarche* Ibu) (Long *et al.*, 2005; Karapanou and Papadimitriou, 2010; Heffner and Schust, 2008).

Beberapa penelitian menemukan bahwa asupan zat gizi makro dan mikro adalah sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi usia *menarche*. Salah satu zat gizi mikro tersebut adalah kalsium. Asupan kalsium yang meningkat pada anak perempuan sebelum pubertas dapat mempercepat terjadinya pematangan seksual dan dalam penelitian tersebut diperoleh bahwa

usia *menarche* dan asupan kalsium mempunyai korelasi yang negative. Artinya semakin tinggi asupan kalsium maka usia *menarche* akan semakin dini (Chevalley *et al.*,2005). Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa dengan tingginya asupan kalsium maka besar faktor resiko terjadinya *menarche* dini adalah sebesar 4 kali. Jadi level intake kalsium selama prapubertas dapat mempengaruhi waktu *menarche* yang dialami oleh remaja putri (Susanti, 2012).

Beberapa penelitian tentang zat gizi mikro menunjukkan bahwa asupan sumber kalsium, magnesium dan fosfor juga dapat mempengaruhi kejadian *menarche*. Penelitian ini mendapatkan bahwa tingginya asupan dari kalsium, magnesium dan phosphor berkorelasi terhadap usia *menarche* dini pada remaja putri. Sebaliknya rendahnya asupan kalsium berasosiasi dengan penurunan adrenal androgen dan meningkatnya hormone sex yang berikatan dengan globulin (SHBG). Hal ini akhirnya mengarah pada terlambatnya perkembangan pubertas pada remaja (Tehrani, 2013). Keadaan ini diperkuat lagi oleh penelitian yang hasilnya menunjukkan bahwa rendahnya intake kalsium berisiko rendah terhadap *menarche* dini (Wiley, 2011).

Faktor lain yang ikut berperan seperti yang telah dibuktikan dalam berbagai penelitian dalam hubungannya dengan kejadian *menarche* adalah status gizi. Remaja yang memiliki berat badan dan tinggi badan lebih besar cenderung mengalami *menarche* lebih dini walaupun dengan usia yang sama. Sebaliknya pada gadis yang *menarche* lambat, beratnya lebih rendah daripada yang telah *menarche* pada usia yang sama, walaupun tinggi badannya sama. Hal ini mengartikan bahwa remaja yang mengalami *menarche* dini memiliki IMT

yang lebih tinggi dibanding remaja yang terlambat *menarche* (Soetjningsih, 2004). Faktor lain yang juga berpengaruh adalah faktor aktivitas. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa anak perempuan yang mengikuti kegiatan fisik yang makin meningkat sebelum datangnya *menarche* akan mengalami penundaan *menarche* dan terjadinya ketidakteraturan menstruasi (Hartono, 1999).

2.2.4 Akibat dari *Menarche* Dini

Menarche merupakan variabel penting dalam mempengaruhi durasi dari paparan hormon estrogen terhadap jaringan dan mempengaruhi kesehatan dikemudian hari. Wanita dengan usia *menarche* dari usia 10 tahun atau 11 tahun memiliki resiko 2,2 kali lebih besar terkena kanker payudara dibanding wanita yang memiliki periode menstruasi pertama pada usia 12 tahun atau lebih. Remaja dengan usia *menarche* dari 17 tahun atau lebih memiliki resiko 45% lebih rendah terhadap kanker endometrium. Namun *menarche* terlambat juga dikaitkan dengan massa tulang yang rendah dan peningkatan resiko osteoporosis dan fraktur (Long *et al*, 2005).

Usia *menarche* memiliki implikasi kesehatan yang penting. *Menarche* dini dikaitkan dengan insiden kardiovaskuler yang lebih tinggi, termasuk kanker, khususnya kanker payudara. Selain itu *menarche* dini berkaitan pula dengan gejala kecemasan, depresi, hubungan sexual dini dan perilaku kekerasan. Kemudian untuk *menarche* terlambat diasosiasikan dengan osteoporosis dan risiko patah tulang meningkat (Karapanou and Papadimitriou, 2010).

Beberapa peneliti menuliskan bahwa menstruasi dini merupakan faktor

resiko untuk masalah perilaku dan psikososial pada remaja. Remaja yang mengalami *menarche* dini memiliki resiko yang lebih besar terhadap penyakit kardiometabolik dan kanker, khususnya kanker payudara saat dewasa (Ann Harbor, 2011). Selanjutnya semakin dini mendapatkan *menarche*, maka makin meningkat kemungkinan terserang kanker payudara. Jika *menarche* di atas usia 13 tahun, risiko kanker turun sebesar 35% dibandingkan dengan anak perempuan yang *menarche* dini diusia 12 tahun kebawah. (Roesma, 2012 dalam Noviantio, 2012).

Sebuah penelitian longitudinal multi-etnik, menuliskan bahwa terjadi perubahan dalam absorpsi kalsium, pertumbuhan tulang dan tanda pertumbuhan pada anak perempuan prapubertas (7 sampai 8 tahun) dengan asupan kalsium dipertahankan sebesar 1200 mg/hr dan hasilnya menunjukkan terjadi peningkatan yang signifikan dalam penggunaan kalsium yang berhubungan dengan perkembangan pubertas. Peningkatan paralel tanda pembentukan tulang, mendukung dugaan bahwa asupan kalsium selama awal pubertas yang terlambat mempengaruhi tingkat puncak kenaikan kalsium dalam tulang selama perkembangan pubertas. (Abrams *et al.*, 2000 dalam Ross *et al.*, 2011).

2.2.5 Pengukuran Penentuan Usia *Menarche*

Penentuan usia *menarche* dapat menggunakan 3 metode. Tiga metode tersebut adalah metode *status Quo*, ingatan/*recall*/retrospektif dan metode prospektif. Pada metode *Quo* data usia *menarche* dapat diperoleh dengan menanyakan remaja putri (atau orangtuanya) tentang keadaan remaja tersebut

saat ini, yaitu apakah remaja tersebut menstruasi pertama pada saat penelitian dilakukan dan mencatat tanggal lahirnya. Dalam metode *Quo* sampel harus besar, mewakili populasi, dan di negara-negara maju rentang usia harus 8-16 tahun. Dalam metode ingatan/*recall*/retrospektif data *menarche* diperoleh dengan menanyakan setelah remaja *menarche* (atau bertanya pada ibu mereka) untuk mengingat usia mereka saat menstruasi remaja atau dengan kata lain metode ini digunakan untuk mengetahui pada usia berapa probandus mengalami *menarche* berdasarkan ingatan). Metode *recall* mungkin kurang valid dan kurang akurat. Selanjutnya metode prospektif adalah metode yang lebih akurat, namun studinya tidak mudah untuk dilakukan. Penelitian dilakukan secara longitudinal, yaitu mengikuti remaja putri secara regular, idealnya setiap 3 bulan, dan bertanya pada setiap kunjungan apakah mereka telah menstruasi. Karena metode ini sulit dilakukan, kebanyakan studi menggunakan metode *Quo* dan metode *recall*. (Karapanou & Papadimitriou, 2010).

2.3 Kalsium

2.3.1 Definisi Kalsium

Kalsium merupakan elemen nomor lima terbanyak dalam tubuh manusia dan hewan. Sembilan puluh Sembilan persen berada pada tulang dalam bentuk *hydroxyapatit* ($3Ca_3(PO_4)_2.Ca(OH)_2$) (Linder, 2006). Densitas tulang berbeda menurut umur, meningkat pada bagian pertama kehidupan dan menurun secara berangsur setelah dewasa. Selebihnya kalsium tersebar luas didalam tubuh. Di dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler kalsium memegang peranan penting

dalam mengatur fungsi sel, seperti untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah dan menjaga permeabilitas membran sel. Kalsium mengatur pekerjaan hormon-hormon dan faktor pertumbuhan (Almatsier, 2009).

2.3.2 Absorpsi dan Ekskresi Kalsium

Dalam keadaan normal sebanyak 30-50% kalsium yang dikonsumsi diabsorpsi tubuh. Absorpsi kalsium terutama terjadi dibagian atas usus halus yaitu duodenum. Kalsium membutuhkan pH 6 agar dapat berada dalam keadaan terlarut. Absorpsi kalsium terutama dilakukan secara aktif dengan menggunakan alat angkut protein pengikat kalsium. Absorpsi pasif terjadi dipermukaan saluran cerna. Banyak faktor yang mempengaruhi absorpsi kalsium. Kalsium hanya bisa diabsorpsi bila terdapat dalam bentuk larut air dan tidak mengendap karena unsur makanan lain, seperti oksalat. Kalsium yang tidak diabsorpsi dikeluarkan lewat feses. Jumlah kalsium yang diekskresi melalui urin mencerminkan jumlah kalsium yang diabsorpsi. Kehilangan kalsium melalui urine meningkat pada asidosis dan pada konsumsi fosfor tinggi. Kehilangan kalsium juga terjadi melalui sekresi cairan yang masuk ke dalam saluran cerna dan melalui keringat (Almatsier, 2009).

2.3.3 Faktor-faktor yang Meningkatkan Absorpsi Kalsium

Status kalsium ditentukan oleh kombinasi faktor nutrisi dan hormonal yang dengan interaksi kompleks menentukan jumlah kalsium tersedia yang diserap, kapasitas intestine untuk menyerap, dan jumlah kalsium yang hilang

dalam urin, kelenjar keringat dan feses. Tetapi faktor utama adalah faktor nutrisi seperti lactose dan oksalat yang menentukan ketersediaan, fungsi tiroid dan paratiroid yang bekerja melalui vitamin D dan hormone lain, dan akhirnya metabolisme fosfor (Linder, 2006).

Semakin tinggi kebutuhan dan semakin rendah persediaan kalsium dalam tubuh semakin efisien absorpsi kalsium. Absorpsi kalsium meningkat di atas sekitar 60% apabila asupan kalsium rendah dan hanya sekitar 30% apabila asupan kalsium lebih tinggi (Ross *et al.*, 2011). Absorpsi kalsium paling banyak terjadi saat asupan kalsium rendah dan kebutuhan kalsium tinggi seperti terjadi pada masa pertumbuhan cepat, bayi, anak-anak, masa remaja, masa kehamilan dan laktasi. Disarankan untuk tidak mengonsumsi kalsium lebih dari 500 mg dalam satu waktu dan waktu konsumsi paling tidak berjarak sekitar 4 sampai 6 jam (Gibson, 2005 dan Smith, 2011).

Vitamin D dalam bentuk aktif $1,25(\text{OH})\text{D}_3$ merangsang absorpsi kalsium melalui langkah-langkah kompleks. Vitamin D meningkatkan absorpsi pada mukosa usus dengan cara merangsang produksi protein pengikat kalsium. Absorpsi kalsium paling baik terjadi dalam keadaan asam (Smith, 2011). Asam klorida yang dikeluarkan lambung membantu absorpsi dengan cara menurunkan pH dibagian atas duodenum. Asam amino tertentu meningkatkan pH saluran cerna, dengan demikian membantu absorpsi (Almatsier, 2009).

Pada remaja putri (kulit putih) dengan asupan rata-rata sekitar 931 mg/hr maka absorpsi kalsiumnya rata-rata 28% sebelum pubertas, 34% selama masa pubertas awal (usia percepatan pertumbuhan) dan 25% 2 tahun setelah

pubertas awal. Absorpsi kalsium ini masih sekitar 25% dari total asupan pada orang dewasa muda (Abrams and Stuff, 1994 dalam Ross *et al.*, 2011).

Beberapa faktor sangat berpengaruh dalam absorpsi kalsium. Aktivitas fisik berpengaruh baik terhadap absorpsi kalsium. Laktosa meningkatkan absorpsi bila tersedia cukup enzim lactase. Sebaliknya, bila terdapat defisiensi lactase, laktosa mencegah absorpsi kalsium. Lemak meningkatkan waktu transit makanan melalui saluran cerna, dengan demikian memberi waktu lebih banyak untuk absorpsi kalsium. Absorpsi kalsium lebih baik bila dikonsumsi bersamaan dengan makanan (Almatsier, 2009).

Faktor lain yang berperan dalam meningkatkan penyerapan kalsium adalah hormon estrogen. Wanita yang telah *menopause* maka kadar estrogen akan rendah sehingga penyerapan kalsium juga akan terganggu. Faktor lain adalah rendahnya kadar kalsium dalam darah. Ketika kadar kalsium dalam darah rendah, maka PTH akan dilepaskan, sehingga meningkatkan produksi vitamin D. Vitamin D membantu meningkatkan penyerapan kalsium, menormalkan kadar kalsium darah hingga level normal, dan membuat kadar kalsium tersedia untuk disimpan dalam tulang (Smith, 2011).

2.3.4 Faktor-faktor yang Menghambat Absorpsi Kalsium

Jumlah Ca yang diserap dari makanan setiap hari tergantung pada dua faktor. Faktor pertama adalah proporsi relatif dari zat pengkilasi dan yang mengendapkan dalam makanan tersebut yang akan menentukan jumlah kalsium yang secara actual akan tersedia untuk diserap dan kedua adalah

tingkat stimulasi dari vitamin D aktif terhadap alat-alat penyerap dalam mukosa intestine yang menentukan jumlah kalsium yang akan diambil (Linder, 2006).

Kekurangan vitamin D dalam bentuk aktif menghambat penyerapan kalsium. Asam oksalat yang terdapat dalam bayam, sayuran lain dan kakao membentuk garam kalsium oksalat yang tidak larut, sehingga menghambat absorpsi kalsium. Asam fitat, ikatan yang mengandung fosfor yang terutama terdapat didalam sereal, membentuk kalsium fosfat yang juga tidak dapat larut sehingga tidak dapat diabsorpsi (Almatsier, 2009).

Sumber serat juga dapat menurunkan absorpsi kalsium. Hal ini diduga karena serat menurunkan waktu transit makanan di dalam saluran cerna sehingga mengurangi kesempatan untuk absorpsi. Stress mental atau stress fisik cenderung menurunkan absorpsi dan meningkatkan ekskresi. Proses menua menurunkan efisiensi absorpsi kalsium. Orang yang kurang bergerak atau bila lama tidak bangkit dari tempat tidur karena sakit atau manula bisa kehilangan sebanyak 0,5% kalsium tulang dalam sebulan dan tidak mampu menggantinya. Obat-obatan tertentu dapat berpengaruh terhadap ketersediaan biologik kalsium atau meningkatkan ekskresi yang dapat menyebabkan penurunan densitas tulang. Dalam suasana basa bersama fosfat, kalsium membentuk kalsium fosfat yang tidak larut air, sehingga menghambat absorpsi (Almatsier, 2009). Selanjutnya asupan tinggi fosfor dapat mengurangi kehilangan kalsium lewat urin, akan tetapi meningkatkan kehilangan kalsium lewat feces pada waktu yang bersamaan, sehingga tidak ada keuntungan yang didapat (Gibson, 2005).

Selama manusia hidup maka jumlah kalsium makanan dan rasio fosfat:kalsium makanan memegang peranan penting. Idealnya konsumsi hendaknya dalam kisaran yang sama dengan konsumsi fosfor, walaupun rasio P:Ca =1,5:1 mungkin dapat diterima. Tetapi rasio yang lebih dari 2:1, terutama kalau konsumsi kalsium rendah, akan menyebabkan pengaruh negative, yang pada akhirnya akan menyebabkan terjadinya demineralisasi tulang (Linder, 2006).

Faktor lain yang berpengaruh dalam penyerapan kalsium adalah lemak. Lemak berpengaruh dalam penyerapan kalsium, tetapi efeknya hanya signifikan bila pada kasus malabsorpsi seperti pada *steatorea*, yang dapat menurunkan absorpsi kalsium melalui pembentukan kompleks asam lemak dan kalsium (*insoluble calcium soaps*) dalam lumen di usus halus yang tidak dapat diabsorpsi dan akan diekskresikan lewat feses (Theobald, 2005).

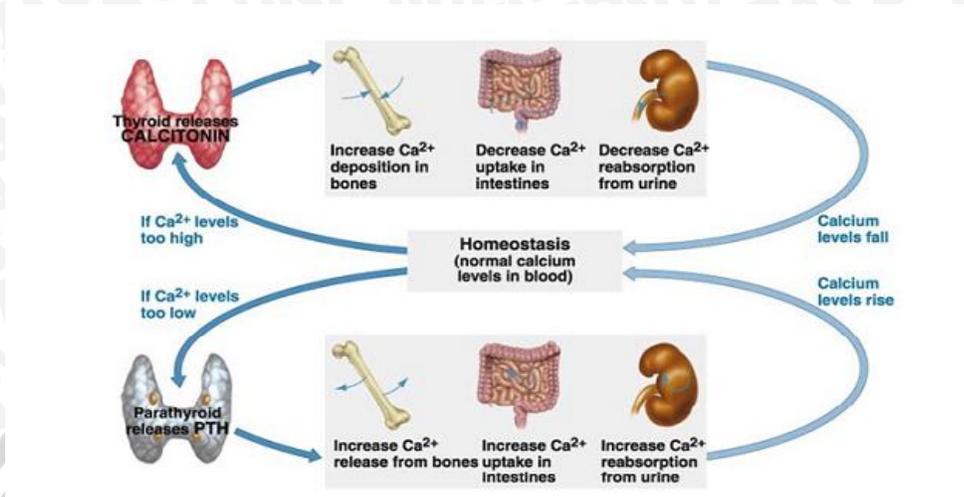
Berdasarkan uraian tentang faktor-faktor yang menghambat penyerapan kalsium, secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa sebab yang potensial seseorang kekurangan kalsium dan demineralisasi tulang adalah (1) tidak ada vitamin D, (2) tidak ada kalsium tersedia dapat digunakan dari makanan, (3) tingginya tingkat ekskresi kalsium (dipindahkan) dan (4) tingginya rasio P:Ca dalam diet dan (5) faktor-faktor lain yang meningkatkan sekresi hormone paratiroid (Linder, 2006).

2.3.5 Metabolisme Kalsium

Kalsium didalam serum berada dalam tiga bentuk yaitu bentuk ion bebas (50%), bentuk anion kompleks terikat dengan fosfor, bikarbonat atau sitrat(5%) dan bentuk terikat dengan protein terutama dengan albumin atau globulin (45%). Jumlah kalsium di dalam serum dijaga agar berada pada konsentrasi 9-10,4 mg/dl. Yang mengatur konsentrasi kalsium dalam cairan tubuh ini adalah hormon-hormon paratiroid/PTH dan tirokalsitonin dari kelenjar tiroid serta vitamin D. Hormon paratiroid dan vitamin D meningkatkan kalsium darah dengan cara : (1) vitamin D merangsang absorpsi kalsium oleh saluran cerna, (2) vitamin D dan hormon paratiroid merangsang pelepasan kalsium dari tulang ke dalam darah, dan (3) vitamin D dan hormon paratiroid menunjang reabsorpsi kalsium di dalam ginjal (Almatsier, 2009).

Pengaruh kalsitonin di duga terjadi dengan cara merangsang pengendapan kalsium pada tulang. Hal ini terutama terjadi dalam keadaan stress, seperti pada masa pertumbuhan dan kehamilan. Dalam hal ini kalsitonin menurunkan kalsium darah. Bila darah kalsium terlalu tinggi, kelenjar tiroid mengeluarkan kalsitonin. Sebaliknya, bila darah kalsium terlalu rendah, kelenjar paratiroid mengeluarkan hormon paratiroid. Sistem pengendalian kalsium ini akan menjaga kalsium darah dalam keadaan normal (Almatsier, 2009).

Metabolisme kalsium dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Lintasan Metabolisme Kalsium (Ca)

2.3.6 Sumber Kalsium

Sumber kalsium utama adalah susu dan hasil susu, seperti keju. Ikan dimakan dengan tulang, termasuk ikan kering merupakan sumber kalsium yang baik. Sereal, kacang-kacangan dan hasil kacang-kacangan, tahu dan tempe, dan sayuran hijau merupakan sumber kalsium yang baik juga, tetapi bahan makanan ini mengandung banyak zat yang menghambat penyerapan kalsium seperti serat, fitat dan oksalat. Susu nonfat merupakan sumber terbaik kalsium, karena ketersediaan biologiknya yang tinggi. Kebutuhan kalsium akan terpenuhi bila kita makan makanan yang seimbang tiap hari (Almatsier, 2009). Kandungan kalsium pada beberapa bahan makanan dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1. Nilai kalsium pada berbagai bahan makanan (mg/100 gram)

Bahan makanan	mg	Bahan makanan	Mg
Susu Bubuk	904	Tahu	124
Keju	777	Kacang merah	80
Susu sapi segar	143	Kacang tanah	58
Yoghurt	120	Oncom	96
Udang kering	1209	Tepung kacang kedelai	195
Teri kering	1200	Bayam	265
Sardines (kaleng)	354	Sawi	220
Telur bebek	56	Daun melinjo	219
Telur ayam	54	Katuk	204
Ayam	14	Selada air	182
Daging sapi	11	Daun singkong	165
Susu kental manis	275	Ketela pohon	33
Kacang kedelai kering	227	Kentang	11
Tempe kacang kedelai murni	129	Jagung kuning, pipil	10

Sumber : Daftar Komposisi Bahan Makanan Depkes 1979 dalam Almatsier (2009)

Sumber bahan makanan yang sangat tinggi kalsium terutama terdapat pada produk susu, dimana dalam 100 gr tepung susu mengandung sekitar 904 mg kalsium. Penelitian yang dilakukan di Bandung menunjukkan bahwa asupan susu dan hasil olahannya pada remaja Indonesia masih kurang yaitu hanya 60%, meskipun ada sebanyak 74,9% remaja mengkonsumsi susu segar namun frekuensinya masih sangat kurang yaitu rata-rata konsumsi hanya < 1 kali/mgg (Fikawati, 2005). Penelitian selanjutnya menemukan bahwa asupan susu remaja jumlahnya hanya sekitar 50% dibandingkan asupan negara maju. Walaupun masih sedikit dari sisi jumlah, namun dalam penelitian ini frekuensi minum susu pada remaja jauh lebih baik dari penelitian sebelumnya. Penelitian ini dilakukan di wilayah Bandung dengan rata-rata asupan susu perhari sebanyak 156 ml dengan frekuensi 5,5 kali/mgg dan sekitar 109 ml di wilayah

Jakarta dengan frekuensi 8,4 kali/mgg. Jumlah asupan susu pada remaja ini masih jauh bila dibandingkan dengan asupan susu di US dimana asupan per harinya mencapai 312 ml (Briawan *et al.*, 2011).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada suatu bagian dari susu yang dapat meningkatkan konsentrasi IGF-1. IGF-1 adalah penting dalam mitogen peptide yang meningkatkan produksi estrogen melalui stimulasi dari sekresi adrenal androgen atau meningkatnya sekresi dari pelepasan hormone gonadotropin (GnRH) oleh neuron hypothalamus. Susu sapi berisi IGF-1 yang mana dapat meningkat oleh pengaturan hormon pertumbuhan rekombinan pada sapi untuk meningkatkan produksi air susu. Beberapa zat gizi yang diidentifikasi terdapat pada susu, termasuk protein, kalsium, magnesium dan fosfor atau beberapa komponen bioaktif yang belum diketahui dapat menstimulasi produksi IGF-1 (Tehrani, 2013).

Faktor Insulin-like Growth 1 (IGF-1), merupakan polipeptida berukuran kecil (7.500 kDa) yang terlibat dalam pertumbuhan sel, dan merupakan anggota dari family structural polipeptida dan juga termasuk disini adalah IGF-2 dan proinsulin manusia. IGF-1 sirkulasinya relatif tinggi di dalam plasma (150-400 ng per ml), terutama sebagai bentuk protein terikat sedangkan peptide bentuk aktif yang bebas persentasenya sangat kecil (<1%) dari jumlah totalnya. Tipe reseptor IGF-1 adalah heterotetramer yang terdiri dari 2 subunit yaitu α dan β (Clemmons, 2007).

IGF-1 di sintesis dalam beberapa jaringan termasuk di hati, otot rangka, tulang dan tulang rawan. Perubahan konsentrasi IGF-1 dalam darah

mencerminkan perubahan dalam sintesis dan sekresi di hati, yang menyumbang 80% dari total IGF-1 dalam serum. Selain oleh hati, IGF-1 juga disintesis oleh bagian perifer, yaitu seperti sel-sel stroma yang ada di sebagian besar jaringan. IGF-1 di bagian perifer ini berfungsi untuk mengatur pertumbuhan sel dengan mekanisme autokrin dan parakrin (Clemmons, 2007).

Sintesis hepatic IGF-1 diatur oleh beberapa hormone, terutama GH (*Growth hormone*), tetapi kemampuan GH untuk merangsang IGF-1 sangat dipengaruhi oleh status gizi. Hormone lain yang berperan termasuk di dalamnya adalah tiroksin, kortisol, estradiol dan testoteron berperan serta dalam GH dalam mengatur sintesis IGF-1 di hati. Tiroksin meningkatkan kepekaan terhadap GH, sedangkan kortisol bertindak untuk menghambat sintesis IGF-1. Tingginya konsentrasi kortisol dapat menyebabkan perlemahan pertumbuhan dengan mekanisme ini. Estradiol menghambat sintesis IGF-1 di hati oleh induksi penekanan sitokin signaling 3 (SOCS3), yang mana sinyal transduksi stimulasi GH. Testoteron tidak hanya meningkatkan IGF-1 di hati, tapi juga mengubah sensitivitas dari kelenjar pituitary untuk regulasi umpan balik negative sekresi GH. Hal ini menyebabkan peningkatan GH dan IGF-1. Jadi IGF-1 memiliki peran penting dalam mempromosikan pertumbuhan sel. IGF-1 juga merupakan *growth factor* yang potensial untuk osteoblas (Clemmons, 2007).