

**PENENTUAN USIA *GROWTH SPURT* PUBERTAL
MANDIBULA PEREMPUAN BERDASARKAN *CERVICAL
VERTEBRAL MATURATION INDICATORS* (CVMI*s*)**

SKRIPSI



Oleh :

MELANI PURBANINGSIH
NIM. 020213138

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

**PENENTUAN USIA *GROWTH SPURT* PUBERTAL
MANDIBULA PEREMPUAN BERDASARKAN *CERVICAL
VERTEBRAL MATURATION INDICATORS* (CVMI*s*)**

SKRIPSI

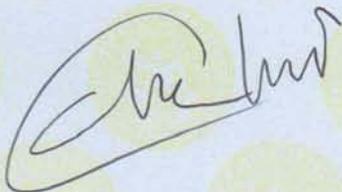
**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Dokter Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Airlangga
Surabaya**

Oleh:

**MELANI PURBANINGSIH
NIM. 020213138**

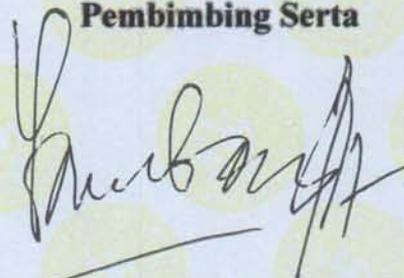
Menyetujui

Pembimbing Utama



**An'nisaa Chusida, drg., M.Kes
NIP. 19691205 199601 2 001**

Pembimbing Serta



**Bambang Soegeng H, drg
NIP. 19530523 198103 1 003**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala hikmat dan berkatNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini yang berjudul **“Penentuan Usia *Growth Spurt* Pubertal Mandibula Perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI)*”**. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk mencapai gelar kesarjanaan dalam Pendidikan Dokter Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.

Terselesaikannya penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan material maupun moril dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan rasa hormat dan terimakasih yang tak terhingga kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, antara lain kepada :

1. Prof. Dr. Coen Pramono Danudiningrat, drg., SU.,Sp.BM(K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang telah memberikan izin dan fasilitas yang menunjang dalam penulisan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Ruslan Effendy, drg., M.S., Sp.K.G selaku mantan Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang telah memberikan izin dan fasilitas yang menunjang dalam penulisan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Jenny Sunariani, drg.,M.S. selaku Ketua Departemen Biologi Oral Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga yang telah memberikan kesempatan untuk mengambil skripsi di departemen ini.

4. An'nisaa Chusida, drg., M.Kes., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam memberi bimbingan, dukungan serta arahan hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Bambang Soegeng Herijadi, drg., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan, saran serta dorongan yang berguna dalam penulisan skripsi ini.
6. Dr. I. B. Narmada drg., Sp.Orto (K) yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam memberi bimbingan, saran, serta arahan hingga terselesaikan penulisan skripsi ini.
7. Keluarga, Babe Elson dan Mommie Diana Purba, My Sista Frida, Little sist Sinta, Sara, dan Andi, serta seluruh keluarga besarku tercinta, atas segala perhatian, dukungan doa, semangat, dan kasih sayang selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
8. Keluarga besar Febrian Kristanto : drg Evi Yuliati, Om Puji, Dek Mada yang telah begitu menyayangi dan mendukung saya dalam doa selama penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman kampus : Siti Aisyah, Lisa Prihastari, Ratih Hartiaty, Dian Fuspita, Renata Damayanti, Olippe, Jayanti Rosa, Dian Agustina drg Novie RIBM yang selalu menyemangati, mengingatkan, serta memberi masukan hingga skripsi ini selesai.
10. Kakak-kakakku : drg Anggraini, Kak Endang, Kak Rahel, drg Maria Harli SpPedo, drg Mannaria Silalahi, Kak Lisbeth, drg Eni Wahyuni yang tiada henti memberi semangat dan mendukung dalam doa selama penyusunan skripsi ini.

11. Teman-teman seangkatan : Yeni, Ceke, Farida, Angel, Vina, Lina, Inggar,
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Devi O, Mutho Ifah yang selalu mendukung dalam doa di mana pun mereka berada.

12. Sahabat setia dan paling mengerti : Febrian Kristanto yang selalu ada selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Semua ini atas petunjuk dan kehendak Tuhan Yang Maha Esa. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

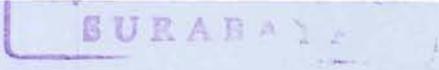
Surabaya, 16 Desember 2010

Penulis

RINGKASAN

Growth spurt terjadi dalam waktu yang berbeda pada individu yang berbeda. Variasi usia sering menyulitkan untuk menentukan kapan terjadi *growth spurt*. Pada penelitian untuk mengetahui waktu *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI) ini bersifat observasional deskriptif, diambil dari data sekunder film radiografik *cephalometri* lateral pasien perawatan ortodontik yang telah memenuhi kriteria sampel pada kelompok usia 9 tahun hingga 14 tahun.

Foto *cephalometri* yang telah memenuhi kriteria sampel diamati oleh ketiga pengamat dan diambil hasil terbanyak, kemudian dilakukan uji distribusi dan homogenitas dengan menggunakan metode pengujian *Kruskal-Wallis Test*. Hasil *Kruskal-Wallis Test* didapatkan *level of significance* (α) < 0,05, yaitu 0,001. Hal ini berarti bahwa terdapat perbedaan bermakna *Cervical Vertebrae Stages* (CVS) antar kelompok usia. Analisis data kemudian dilanjutkan dengan *Mann-Whitney test* untuk mengetahui kelompok-kelompok usia mana yang menunjukkan perbedaan bermakna, *level of significance* (α) < 0,05. Hasil *Mann-Whitney test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna untuk kelompok usia tertentu. Sehingga usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI) terjadi pada usia 12-13 tahun



HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RINGKASAN	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRACT	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus.....	4
1.4 Manfaat.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Growth Spurt</i> Pubertal.....	6
2.1.1 Definisi <i>Growth Spurt</i> Pubertal.....	6
2.1.2 Indikator <i>Growth Spurt</i> Pubertal	8
2.1.2.1 Indikator Seksual.....	8

2.1.2.2 Indikator Maturasi Skeletal	10
2.1.2.3 <i>Serial Height Measurement</i>	21
2.2 Pertumbuhan Craniofacial <i>Complex</i>	23
2.2.1 <i>Cranium</i>	23
2.2.2 Basis Cranii	24
2.2.3 Maksila (<i>Nasomaxillary Complex</i>)	25
2.2.4 Mandibula	27
2.2.5 Pola Pertumbuhan Fasial	28
2.3 Pengaruh Waktu <i>Growth Spurt</i> Pubertal Mandibula Perempuan terhadap Keberhasilan Perawatan Ortodonsia	31
2.3.1 Pengaruh Waktu <i>Growth Spurt</i> terhadap Perawatan Ortodonsia	31
2.3.2 Perkembangan Relasi Skeletal Kelas II dan Kelas III	32
 BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN	
 HIPOTESA PENELITIAN	34
3.1 Kerangka Konseptual	34
3.2 Hipotesa	36
 BAB 4 METODE PENELITIAN	37
4.1 Jenis Penelitian	37
4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	37
4.3 Sampel	37
4.3.1 Kriteria Sampel	37
4.3.2 Besar Sampel	38
4.4 Variabel Penelitian	38
4.5 Definisi Operasional Variabel	38

4.6 Cara Kerja	39
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA	
4.7 Teknik Analisis Data	39
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	40
BAB 6 PEMBAHASAN	43
BAB 7 PENUTUP	48
4.1 Kesimpulan.....	48
4.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49

Gambar 2.1	<i>Cervical vertebrae</i> : C2, C3, C4 pada gambaran radiografik <i>cephalometri</i> lateral untuk penilaian maturasi skeletal.....	11
Gambar 2.2	Tahap perkembangan <i>cervical vertebrae</i>	14
Gambar 2.3	Gambaran radiografik telapak tangan dan pergelangan tangan untuk penilaian maturasi skeletal.....	16
Gambar 2.4	<i>Cervical Vertebral Maturation Indicators</i> menggunakan C3 sebagai panduan.....	18

Tabel 2.1 Klasifikasi Tingkat Kematangan Seksual pada Anak Perempuan menurut Tanner JM.....	8
Tabel 5.1 Signifikansi <i>Cervical Vertebrae Stages (CVS)</i> antar kelompok usia.....	39

Lampiran 1. Hasil Pengamatan

Lampiran 2. Analisis data

Lampiran 3. Gambaran Radiografik *Cervical Vertebrae Stages (CVS)*

ABSTRACT

The pubertal growth spurt depends on gender and varies in relationship to chronological age. General skeletal maturity usually is used as an indicator to predict timing of mandibular growth velocity peak. The cervical vertebral maturation method has proved to be effective in assessing the pubertal growth spurt in individual patient. The aim study of mandibular pubertal growth spurt prediction in girls based on Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI). The sample were derived from lateral cephalogram of 30 girl subjects registered as orthodontic patients. The age for girls was between 9 years and 14 years, so that they were within the pubertal period. Data that obtained from descriptive observasional were tested with Kruskal-Wallis Test and then Mann-Whitney test. There was a significant difference between age group and between two age group. CVMI of patient coming treatment is in stage 3(CVS 3) and stage 4 (CVS 4), it is a mandibular pubertal growth spurt and the result showed in girls 12 years and 13 years.

Keywords : mandibular pubertal growth spurt, girls, Cervical Vertebral Maturation Indicators, orthodontic treatment.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tumbuh kembang merupakan proses yang berkesinambungan yang terjadi sejak intrauterin dan terus berlangsung sampai dewasa. Dalam proses mencapai dewasa inilah anak harus melalui berbagai tahap tumbuh kembang, termasuk tahap remaja (Soetjningsih, 2004). Tahap remaja adalah masa transisi antara masa anak dan dewasa yang diawali dengan matangnya organ-organ fisik (seksual) sehingga mampu bereproduksi (Rahmawati Human, 2010), timbul ciri-ciri seks sekunder, meningkatnya tinggi badan dan berat badan, pertumbuhan skeletal disertai peningkatan massa tulang, perubahan komposisi tubuh (Stang and Mary Story, 2005), dan perubahan psikologik serta kognitif (Soetjningsih, 2004). Menurut Soetjningsih (2004), *growth spurt* terjadi pada tahap remaja ini. *Growth spurt* adalah peningkatan kecepatan tumbuh yang mengawali periode percepatan pertumbuhan dan terjadi pada *middle adolescen* (McGraw-Hill Concise Dictionary of Modern Medicine, 2002; Usman, 2004).

Variasi pola pertumbuhan timbul dari faktor genetik yang kompleks dan interaksi faktor lingkungan sehingga terdapat variasi waktu, lama dan kecepatan tumbuh kembang anak (Kamal et al, 2006; Kurita et al, 2007), terutama variasi waktu perkembangan *craniofacial complex* (Sidlauskas et al, 2005). Beberapa studi pertumbuhan manusia menunjukkan bahwa waktu kecepatan pertumbuhan mandibula sama dengan waktu kecepatan pertumbuhan pubertal puncak tinggi

badan (Cho & Chung-Ju Hwang, 2009), yang berarti pola pertumbuhan skeletal mengikuti pola pertumbuhan somatik (Pambudi, 2009).

Pengaruh variasi waktu dalam pertumbuhan terlihat jelas pada perempuan (Proffit, 2007). Tanda pubertas pertama pada perempuan tampak pada peningkatan kecepatan tumbuh yang mengawali *growth spurt* (Usman, 2004). Semua anak mengalami *growth spurt* pubertal yang terlihat jelas pada *serial height measurements* atau berat badan (Proffit, 2007). Kecepatan pertumbuhan tinggi badan meningkat selama pubertas dan mencapai puncaknya selama *growth spurt* pubertal (Soetjningsih, 2004). *Growth spurt* terjadi dalam waktu yang berbeda pada individu yang berbeda (Proffit, 2007). Variasi usia sering menyulitkan untuk menentukan kapan terjadi *growth spurt*. *Growth spurt* berlangsung kurang lebih 3-4 bulan dan wanita mengalami lebih dahulu daripada laki-laki (Pambudi, 2009). Maturasi seksual yang disertai *growth spurt* pada anak perempuan berhubungan dengan permulaan menstruasi (*menarche*) (Proffit, 2007). Puncak *growth spurt* akan mengawali permulaan menstruasi (*menarche*) (Kreipe & McAnarney cit Behrman and Kliegman, 1990). *Menarche* terjadi pada usia 12-14 tahun (rata-rata 12,5 tahun) setelah permulaan *growth spurt* (Usman, 2004). Sehingga penelitian dilakukan pada sampel usia sebelum *menarche*, yaitu usia 9-14 tahun.

Pada keadaan dimana usia kronologis tidak dapat digunakan untuk menilai tingkat perkembangan dan maturasi somatik seorang pasien maka kita harus menentukan usia biologisnya. Usia biologis ini dapat ditentukan dari usia skeletal, dental atau permulaan pubertas (Endah, 2010). Maturasi skeletal seluruh tubuh

umumnya digunakan sebagai indikator dalam memperkirakan waktu kecepatan pertumbuhan mandibula puncak. Umur tulang merupakan cara terbaik untuk mengukur kecepatan pertumbuhan karena menunjukkan perkembangan fisik dan maturasi skeletal (Salzman, 1974). Selama pertumbuhan tersebut tiap tulang mengalami perubahan yang terlihat melalui gambaran radiografi (Kamal et al, 2006). Sehingga terdapat banyak metode uji coba untuk mengukur maturasi skeletal (Sidlauskas et al, 2005; Pinandi, 2005), antara lain (*Cervical Vertebral Maturation Indicators/CVMIs*) yang dikembangkan oleh berdasarkan gambaran radiografik cephalometri *vertebra cervical* kedua, ketiga dan keempat (Hassel dan Farman, 1995 cit Nassar, 2008; Cho & Chung-Ju Hwang, 2009; Negi, 2009).

Maloklusi merupakan salah satu kasus yang sering dijumpai oleh dokter gigi. Oleh karena itu pertumbuhan dan perkembangan *craniofacial* penting untuk diketahui bagi setiap dokter gigi (Proffit, 2007). Maloklusi bukan suatu penyakit tetapi penyimpangan tumbuh-kembang normal skeletal dan geligi. Sehingga tumbuh-kembang rahang dan fasial perlu dipelajari untuk dapat memahami terjadinya maloklusi (Pambudi, 2009). Berbagai macam indikator untuk mengevaluasi pertumbuhan fasial pasien ortodontik, mulai dari somatik, seksual, skeletal dan maturasi gigi (Demirjian et al, 1985 cit Nassar, 2008). *Growth spurt* pubertal mandibula mempunyai arti penting bagi ilmu ortodontik dalam merencanakan perawatan pasien (terutama pada kelainan skeletal) karena dengan memanfaatkan *growth spurt* pubertal mandibula, perawatan ortodontik akan memberikan hasil yang lebih baik, seperti profil fasial pasien akan menjadi lebih

baik. Beberapa upaya memperkirakan pertumbuhan dilakukan, terutama kapan terjadinya *growth spurt* pubertal mandibula perempuan (Pambudi, 2009).

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana penentuan usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMIs)?

1.3. Tujuan

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMIs).

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Membuktikan usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMIs) pada usia 9-14 tahun.
2. Mengetahui hubungan usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan dengan keberhasilan perawatan ortodontik.

1.4. Manfaat

1. Dapat menambah pengetahuan dokter gigi mengenai pola pertumbuhan pubertal perempuan, terutama pada waktu terjadi *growth spurt*.
2. Dapat menambah pengetahuan dalam dunia kedokteran gigi, terutama dalam bidang ortodontik sehingga kelak nantinya dapat dilakukan penelitian lebih

lanjut untuk mengembangkan metode *Cervical Vertebral Maturation*

Indicators (CVMI)s.

2.1 *Growth Spurt* Pubertal

2.2.1 Definisi *Growth Spurt*

Growth spurt adalah peningkatan kecepatan tumbuh yang mengawali periode percepatan pertumbuhan dan terjadi pada *middle adolescen* (McGraw-Hill Concise Dictionary of Modern Medicine, 2002; Usman, 2004). Berdasarkan umur kronologis dan berbagai kepentingan, terdapat berbagai definisi tentang remaja, yaitu (Soetjningsih, 2004):

1. Pada buku-buku pediatri, pada umumnya mendefinisikan remaja adalah: bila seorang anak telah mencapai umur 10-18 tahun untuk anak perempuan dan 12-20 tahun untuk anak laki-laki.
2. Menurut Undang-Undang No. 4 tahun 1979 mengenai kesejahteraan anak, remaja adalah individu yang belum mencapai 21 tahun dan belum menikah.
3. Menurut Undang-Undang Perburuhan, anak dianggap remaja apabila telah mencapai umur 16-18 tahun atau sudah menikah dan mempunyai tempat tinggal.
4. Menurut UU Perkawinan No.1 tahun 1974, anak dianggap sudah remaja apabila cukup matang untuk menikah, yaitu umur 16 tahun untuk anak perempuan dan 19 tahun untuk anak laki-laki.

5. Menurut Dinas Pendidikan Nasional, anak dianggap remaja bila anak sudah berumur 18 tahun, yang sesuai dengan saat lulus Sekolah Menengah.
6. Menurut WHO, anak dianggap remaja bila telah mencapai umur 10-18 tahun.

Seringkali dalam pembahasan soal remaja digunakan istilah pubertas dan *adolescence*. Istilah pubertas digunakan untuk menyatakan perubahan biologis yang meliputi morfologi dan fisiologi yang terjadi dengan pesat dari masa anak ke masa dewasa, terutama kapasitas reproduksi yaitu perubahan alat kelamin dari tahap anak ke dewasa (Behrman & Kliegman, 1990; Stang and Mary Story, 2005) dan seringkali digambarkan sebagai permulaan dari *adolescence* (Rudolph, 1991).

Pubertas adalah periode dinamik yang ditandai dengan perubahan tubuh yang cepat dalam ukuran, bentuk dan komposisi (Rudolph, 1991; Abrams, 2000). Menurut Kamus Saku Kedokteran Dorland (1998), pubertas adalah periode di mana ciri-ciri sekunder jenis kelamin mulai berkembang dan kemampuan untuk reproduksi seksual mulai didapat. Sedangkan yang dimaksud dengan istilah *adolescence*, dulu merupakan sinonim dari pubertas, sekarang lebih ditekankan untuk menyatakan perubahan psikososial yang menyertai pubertas (Soetjningsih, 2004). *Adolescence* merupakan periode antara masa anak-anak dan masa dewasa (Behrman & Kliegman, 1990; Rudolph, 1991, Usman, 2004). Walaupun begitu, akselerasi pertumbuhan somatik yang merupakan bagian dari perubahan fisik pada pubertas, disebut sebagai *adolescent growth spurt* (Soetjningsih, 2004). Dalam tumbuh kembang menuju dewasa, berdasarkan kematangan psikososial dan seksual, semua remaja akan melewati tahapan berikut (Soetjningsih, 2004):

1. Masa remaja awal/dini (*early adolescence*): umur 11-13 tahun.
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
2. Masa remaja pertengahan (*Middle adolescence*): umur 14-16 tahun.
3. Masa remaja lanjut (*Late Adolescence*): umur 17-20 tahun.

2. 1. 2 Indikator *Growth Spurt* Pubertal

2. 1. 2. 1 Indikator Seksual

Maturasi sistem reproduksi dan timbulnya ciri-ciri seks sekunder merupakan perubahan yang khas pada masa pubertas (Behrman & Vaughan, 1987; Rudolph, 1991). Timbulnya ciri-ciri seks sekunder pada masa pubertas merupakan manifestasi somatik dari aktifitas gonad dan dibagi dalam tahap yang berurutan, yang oleh J. M. Tanner disebut sebagai *Sexual Maturity Rating* (SMR) atau Tingkat Kematangan Seksual (TKS). Terdapat 5 tahap pertumbuhan fisik dari pra pubertas (TKS 1) ke dewasa (TKS 5), yang disebut *Tanner Stages*. Pembagian ini berdasarkan pertumbuhan rambut pubis (P1 hingga P5) dan payudara (B1 hingga B5) pada remaja perempuan, dan pada remaja laki-laki berdasarkan rambut pubis (P1 hingga P5) dan penis (G1 hingga G5) (Behrman & Kliegman, 1990; Rudolph, 1991; Soetjningsih, 2004; Stang and Mary Story, 2005).

Gambaran pertumbuhan remaja berhubungan erat dengan tingkat kematangan seksual. TKS 1 dan 2 merupakan masa remaja awal, TKS 3 dan 4 masa remaja menengah, dan TKS 5 adalah masa remaja lanjut dan maturasi seksual lengkap (tabel 2.1) (Behrman & Vaughan, 1987; Behrman & Kliegman, 1990; Soetjningsih, 2004). Maturasi seksual berhubungan dengan pertumbuhan linear berat badan dan komposisi tubuh, serta perubahan hormonal (Stang and

Mary Story, 2005). Usia kronologi tidak selalu berkorelasi dengan maturasi biologi. Maturasi seksual anak perempuan diawali dengan *thelarche*, yaitu payudara mulai berkembang (Usman, 2004) yang terjadi antara usia 8 tahun dan 13 tahun (Rudolph, 1991) serta pubertas yang berlangsung selama 2-4 tahun dan akhirnya *menarche* yang terjadi pada usia 12-14 tahun (rata-rata 12,5 tahun) setelah permulaan *growth spurt* (Usman, 2004). Sedangkan maturasi seksual anak laki-laki berawal dari pembesaran *testicular* pada usia 9,5 tahun sampai 13,5 tahun (Rudolph, 1991).

Tabel 2.1 Klasifikasi Tingkat Kematangan Seksual pada Anak Perempuan menurut Tanner JM (Behrman & Vaughan, 1987; Behrman and Kliegman, 1990; Soetjiningsih, 2004; Jamie Stang and Mary Story, 2005)

Stadium TKS	Rambut Pubis	Payudara
1	Pra pubertas; tidak ada rambut pubis	Pra pubertas
2	Jarang, pigmen sedikit, lurus, sekitar labia	Payudara dan papilla menonjol, diameter areola bertambah
3	Lebih hitam, mulai ikal, jumlah bertambah	Payudara dan areola membesar, batas tidak jelas
4	Keriting, kasar, lebat, lebih sedikit dari dewasa	Areola dan papilla membentuk bukit kedua
5	Bentuk segitiga, menyebar ke bagian medial paha	Bentuk dewasa, papilla menonjol, areola merupakan bagian dari bentuk payudara

Pengaruh variasi waktu pertumbuhan jelas terlihat pada perempuan, berhubungan dengan permulaan menstruasi (*menarche*), merupakan indikator terbaik maturasi seksual yang disertai *growth spurt* (Proffit et al, 2007).

Timbulnya *menarche* tidak selalu menggambarkan kemampuan bereproduksi.

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Menarche biasanya terjadi setelah permulaan *growth spurt*. *Growth spurt* merupakan tanda pubertas pertama pada anak perempuan, tetapi sulit diperiksa. Sehingga *thelarche* adalah pubertas yang mudah diperiksa (Usman, 2004). *Growth spurt* perempuan terjadi lebih awal pada tingkat maturasi seksual (TKS 2-3) daripada laki-laki (TKS 4) (Rudolph, 1991).

2. 1. 2. 2 Indikator Maturasi Skeletal

Periode pertumbuhan pra pubertas merupakan waktu terbaik untuk melakukan perawatan ortodontik karena terjadi pertumbuhan *craniofacial* pada periode tersebut (Maria de Paula Caldas et al, 2010). Penilaian status maturasi yang berhubungan dengan *growth spurt* pasien yang telah tercapai atau selesai berpengaruh pada diagnosa, tujuan perawatan, rencana perawatan, dan hasil perawatan ortodontik (Krailassiri et al, 2001; Cho & Chung-Ju Hwang, 2009). Dalam hal ini metode penilaian status maturasi skeletal termasuk usia kronologi, usia geligi, tinggi badan, berat badan, manifestasi seksual sekunder, dan perkembangan pusat ossifikasi seringkali digunakan dalam ortodontik (Serafim et al, 2010). Tampak hubungan yang nyata antara pertumbuhan tinggi badan dan pertumbuhan *craniofacial complex*. Meskipun begitu pertumbuhan tinggi badan memiliki nilai yang terbatas dalam menilai tingkat maturasi pasien secara cepat karena indikator ini baru dapat digunakan setelah *serial height measurement* (Cho & Chung-Ju Hwang, 2009).

Maturasi skeletal umumnya digunakan sebagai indikator dalam memperkirakan waktu kecepatan pertumbuhan mandibula puncak. Umur tulang

merupakan cara terbaik untuk mengukur kecepatan pertumbuhan karena menunjukkan perkembangan fisik dan maturasi skeletal (Salzman, 1974).

Terdapat banyak metode uji coba untuk mengukur maturasi skeletal seluruh tubuh (Sidlauskas et al, 2005; Pinandi, 2005) antara lain :

- 1) Terdapat beberapa cara penentuan usia biologis dengan menggunakan radiografi tangan seperti tabel standard Greulich dan Pyle (1959), analisis Bjork (dalam Rakosi, 1993) dan analisis Grave dan Brown (1976). Pada penentuan usia biologis dengan tabel standard Greulich and Pyle, maka gambaran radiografi pasien dibandingkan dengan gambaran radiografi standard Greulich and Pyle dengan jenis kelamin yang sama dan usia kronologis yang terdekat. Kemudian dibandingkan dengan usia yang lebih muda atau lebih tua yang berdekatan dan pilih yang paling mendekati dengan gambaran radiografik pasien (Lusted dan Keats, 1978). Berbeda dengan analisis Greulich dan Pyle maka analisis Bjork (1972) membagi proses maturasi tulang-tulang tangan menjadi 8 tingkat perkembangan antara usia ke 9 sampai ke-17 tahun. Kemudian Grave dan Brown (1976) menambahkan enam pusat ossifikasi lain sehingga gambaran tingkat perkembangan tulang lebih mudah dan usia skeletal dapat ditentukan dengan lebih akurat (Endah, 2010).
- 2) Penggunaan gambaran radiografik *cephalometri lateral vertebrae cervicalis* (*Cervical Vertebral Maturation Indicators/CVMIs*) dengan mengukur pemunculan lempeng *epiphysis* dari *processus odontoid cervical* (Pinandi, 2005). *Cervical Vertebrae Maturation Indicators* (CVMIs) berdasarkan pembagian vertebra kedua, ketiga dan keempat (Gambar 2.1) dalam 6

kelompok, tergantung pola maturasi pada *cephalogram lateral* menggunakan klasifikasi Hassel dan Farman (Cho & Chung-Ju Hwang, 2009). CVMI telah terbukti efektif dalam menilai puncak pertumbuhan *adolescent* pada tinggi badan dan mandibula. Ossifikasi *vertebrae cerviclis* diawali selama masa janin dan berlanjut hingga dewasa. Sehingga tingkat maturasi dapat diamati pada *vertebrae* selama interval ini dan perawatan ortodontik dapat dilakukan pada masa pertumbuhan. Metode CVMI mengurangi paparan radiasi pada pasien ortodontik yang telah dilakukan foto *cephalometri lateral* (Gambar 2.1) (Flores-Mir et al, 2006; Nassar, 2008);



Gambar 2.1 *Vertebrae cerviclis* : C2, C3,C4 pada gambaran radiografik *cephalometri lateral* untuk penilaian maturasi skeletal (Lai et al, 2008).

- 3) Pengukuran densitas tulang dengan beberapa metode di antaranya DXA (*X-ray absorptiometry*) dan fotodensitometri;
- 4) Secara histologi dengan mengukur lebar lempeng *epiphysis* pada tulang panjang, misalnya : femur, radius dan ulna. Secara histologi ketebalan

lempeng *epiphysis* menunjukkan potensi tumbuh kembang tulang, sehingga dapat digunakan untuk mengukur kualitas dan maturasi tulang (Pinandi, 2005).

Penilaian maturasi skeletal terdiri dari pengamatan visual tulang yang sedang berkembang dan tahap ossifikasi dalam perubahan bentuk dan ukuran. Berbagai area skeletal yang dapat digunakan antara lain kaki, pergelangan kaki, pinggul, telapak tangan, pergelangan tangan dan *vertebrae cervicalis* (Krailassiri et al, 2002; Cho & Chung-Ju Hwang, 2009). Sebagian besar peneliti telah lama dan rutin menggunakan gambaran radiografik telapak tangan dalam menilai maturasi skeletal pasien, sehingga penggunaan gambaran radiografik telapak tangan telah luas (Verma et al, 2009; Serafim et al, 2010).

Beberapa studi pertumbuhan manusia menunjukkan bahwa waktu kecepatan pertumbuhan tinggi badan pubertal puncak sama dengan pertumbuhan mandibula (Sidlauskas, 2005) yang berhubungan erat dengan maturasi *vertebrae cervicalis* (Chen et al, 2005; Rodrigo et al, 2010). Usia skeletal berhubungan dengan tingkat perkembangan ossifikasi tulang (Kamal et al, 2006). Sehingga penelitian terdahulu menunjukkan bahwa *progressive enlargement of corpus cervical vertebrae* berhubungan dengan usia skeletal manusia dan pola pertumbuhan fasial dalam arah vertikal. Beberapa peneliti berusaha menemukan indikator terbaik untuk tingkat maturasi dan parameter yang dapat digunakan untuk mengetahui tahap pertumbuhan, di antaranya maturasi seksual ((Fishman (1979), Hagg dan Taranger (1980,1982)); usia kronologi (Taranger dan Hagg (1980)); perkembangan geligi (Hagg dan Matson (1985), Sierra (1987), Coutihno et al (1993)); tinggi badan (Tanner et al (1976)); berat badan (Green (1961));

perkembangan skeletal (Grave dan Brown (1976), Travesi (1977), Fishman (1982), Muelas (1990)); perkembangan *vertebrae* (Lamparski (1972), Vilar et al (1994), Hassel dan Farman (1995), Garcia Fernandes et al (1998)) (San Roman et al,2002).

Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI)

Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI) adalah indikator yang digunakan pada analisa radiografi *vertebra cervicalis* melalui kecekungan tepi bawah corpus, ketinggian corpus, dan bentuk tulang *vertebra cervicalis* sehingga didapatkan informasi mengenai tingkat pertumbuhan (mengalami percepatan, puncak, dan penurunan, serta berakhimya pertumbuhan) dan maturasi skeletal seseorang (Siswanto, 2008). *Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI)* merupakan metode lain dalam menilai maturasi skeletal, terutama usia skeletal pasien. Maturasi *vertebra cervicalis* memberikan gambaran tahap-tahap ossifikasi dari maturasi skeletal pasien. Lamparski mengembangkan metode ini dalam enam tahap maturasi. Kemudian O'Reilly and Yanniello membandingkan enam tahap pertumbuhan *vertebra cervicalis (Cervical Vertebrae Stages/CVS)* dengan maturasi mandibula dan menyimpulkan bahwa terdapat hubungan antara CVM dengan pertumbuhan mandibula pada masa pubertas. Metode tersebut menganalisis perubahan bentuk dan ukuran *corpus vertebra cervicalis* kedua, ketiga, dan keempat dalam enam tahap, yaitu (Gambar 2.2) (Nassar, 2008):

Stage 1 (CVS 1) : tepi inferior semua *corpus vertebra cervicalis* rata. Tepi superior meruncing dari posterior ke anterior.

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Stage 2 (CVS 2) : tepi inferior *vertebra cervicalis* kedua berubah menjadi

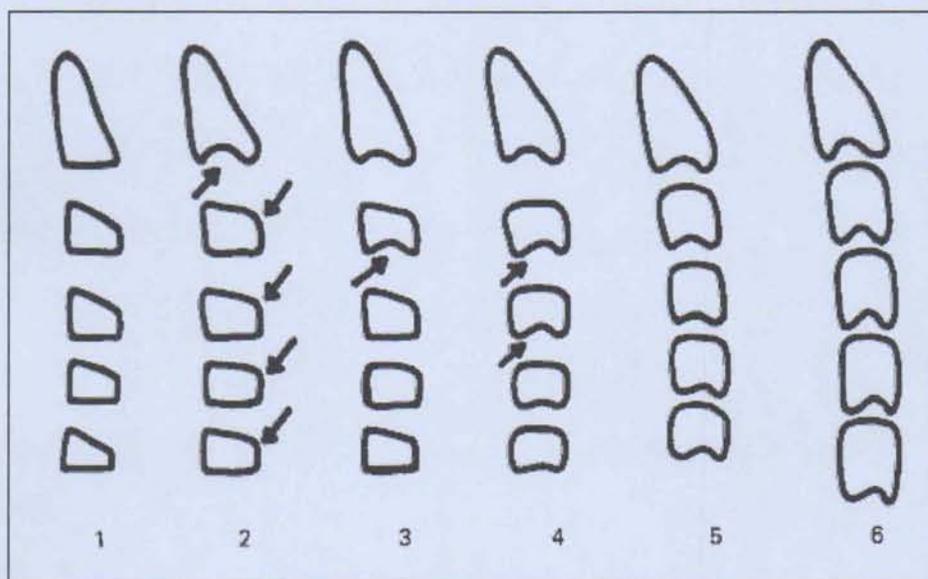
cekung. Tinggi vertikal bagian anterior *corpus vertebra* bertambah.

Stage 3 (CVS 3) : tepi inferior *vertebra cervicalis* ketiga berubah menjadi cekung.

Stage 4 (CVS 4) : tepi inferior *vertebra cervicalis* keempat berubah menjadi cekung. Tepi inferior *vertebra cervicalis* kelima dan keenam mulai cekung. Semua *corpus vertebra cervicalis* berbentuk persegi panjang.

Stage 5 (CVS 5) : tepi inferior kelima *vertebra cervicalis* cekung. *Corpus vertebra cervicalis* hampir berbentuk persegi dan jarak antar *corpus vertebra* berkurang.

Stage 6 (CVS 6) : seluruh tepi inferior *vertebra cervicalis* sangat cekung. *Corpus vertebrae* lebih tinggi daripada lebarnya.



Gambar 2.2 Tahap perkembangan *vertebra cervicalis*, CVs 1 hingga CVs 6 (O'Reilly and Yanniello, 1988)

dari profil lateral *vertebra cervicalis* kedua, ketiga, dan keempat. Indikator tersebut sama dengan Lamparski dan berhubungan erat dengan tahap maturasi skeletal tangan yang dikembangkan Fishman, yaitu *Skeletal Maturation Indicators (SMIs)* (Gandinia et al, 2006). Sistem *Skeletal Maturation Indicators (SMIs)* dikembangkan berdasarkan empat tahap ossifikasi skeletal telapak tangan yang ditemukan pada 6 lokasi anatomi, yaitu ibu jari, jari ketiga, jari kelima dan radius (L Fishman, 1982 cit Rai & Anand, 2007; Nassar, 2008; Cho & Chung-Ju Hwang, 2009). Fishman (1982) menggambarkan sebelas SMI's *adolescent* pada keenam lokasi anatomi tersebut dan seluruh periode perkembangan *adolescent*. SMIs terbagi menjadi tiga periode, yaitu periode peningkatan kecepatan pertumbuhan (SMIs 1-3), periode kecepatan pertumbuhan yang tinggi (SMIs 4-7), dan periode penurunan kecepatan pertumbuhan (SMIs 8-11) (Nassar, 2008). Sedangkan *radius* menunjukkan tiga periode pertumbuhan, yaitu periode pertumbuhan awal (ONSET), periode kecepatan pertumbuhan tinggi badan puncak (*peak height velocity/PHV*), dan periode akhir pertumbuhan (END) (Al Khai et al, 2007). Tiap tahap SMIs menggambarkan tingkat maturasi skeletal (Nassar, 2008).

Skeletal Maturation Indicator (SMIs) yaitu (Gambar 2.3) (Al Khai et al, 2008; Nassar, 2008):

Stage SMIs 1 Third finger-proximal phalanx, width of epiphysis as wide as diaphysis (PP3 e = d width).

Stage SMIs 2 Third finger-middle phalanx, width of epiphysis as wide as diaphysis (MP3 e = d width).

Stage SMI 3 *Fifth finger–middle phalanx, width of epiphysis as wide as diaphysis (MP5 e = d width).*

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Stage SMI 4 *Ossification of adductor sesamoid of thumb (S).*

Stage SMI 5 *Capping of epiphysis third finger–distal phalanx (DP3 cap).*

Stage SMI 6 *Capping of epiphysis third finger–middle phalanx (MP3 cap).*

Stage SMI 7 *Capping of epiphysis fifth finger–middle phalanx (MP5 cap).*

Stage SMI 8 *Fusion of epiphysis and diaphysis third finger–distal phalanx (DP3 fusion).*

Stage SMI 9 *Fusion of epiphysis and diaphysis third finger–proximal phalanx (PP3 fusion).*

Stage SMI 10 *Fusion of epiphysis and diaphysis third finger–middle phalanx (MP3 fusion).*

Stage SMI 11 *Fusion of epiphysis and diaphysis radius (R fusion).*



Gambar 2.3 Gambaran radiografik telapak tangan dan pergelangan tangan untuk penilaian maturasi skeletal. DP3 adalah *distal phalanx of the middle finger*; MP3 adalah *middle phalanx of the middle finger*; PP2 adalah *proximal phalanx of the index finger*; S adalah *adductor sesamoid bone of the thumb*; R adalah *radius* (Lai et al, 2008).

Sebelas SMI diklasifikasikan oleh Hassel dan Farman menjadi enam kategori CVMIs, yaitu (Gambar 2.4) (Nassar, 2008) :

Kategori 1 (*INITIATION*) : merupakan gabungan SMI 1 dan SMI 2. Pada tahap ini, pertumbuhan *adolescent* baru dimulai dan diperkirakan mencapai 80% hingga 100% pertumbuhan *adolescent*. Tepi inferior C2, C3, dan C4 rata. Tepi superior *vertebra cervicalis* meruncing dari posterior ke anterior.

Kategori 2 (*ACCELERATION*) : merupakan gabungan dari SMI 3 dan SMI 4. Peningkatan pertumbuhan dimulai pada tahap ini dan mencapai sekitar 65% hingga 85% pertumbuhan *adolescent*. Tepi inferior C2 dan C3 cekung, sedangkan tepi inferior C4 rata. Corpus C3 dan C4 hampir berbentuk persegi panjang.

Kategori 3 (*TRANSITION*) : merupakan gabungan SMI 5 dan SMI 6.
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

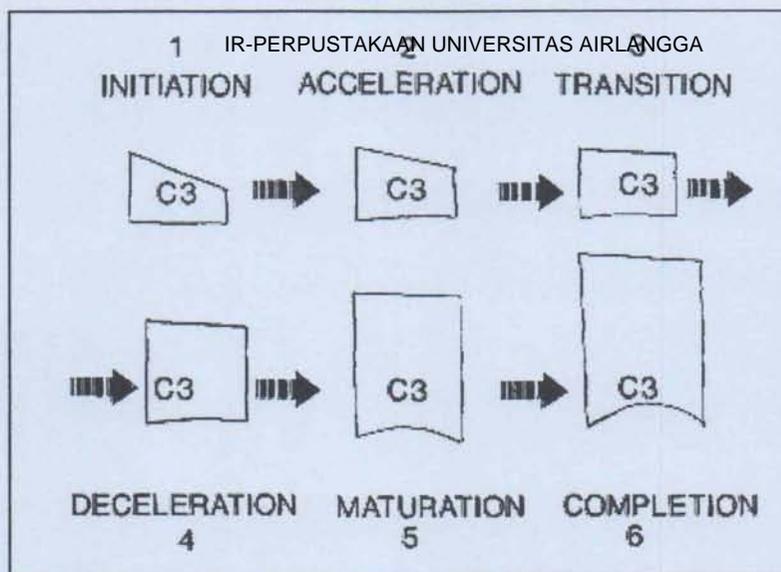
Pertumbuhan *adolescent* masih terjadi peningkatan terhadap kecepatan puncak tinggi badan, dengan pertumbuhan *adolescent* mencapai sekitar 25% hingga 65%. Tepi inferior C2 dan C3 makin terlihat jelas cekungannya. Tepi inferior C4 mulai cekung. Corpus C3 dan C4 berbentuk persegi panjang.

Kategori 4 (*DECELERATION*) : merupakan gabungan SMI 7 dan SMI 8. Pertumbuhan *adolescent* mulai menurun dan mencapai sekitar 10% hingga 25% pertumbuhan *adolescent*. Tepi inferior C2, C3 dan C4 makin jelas cekungannya. Corpus C3 dan C4 menjadi berbentuk persegi.

Kategori 5 (*MATURATION*) : merupakan gabungan SMI 9 dan SMI 10. Maturasi akhir *vertebrae* terjadi pada tahap ini, dengan pertumbuhan *adolescent* mencapai sekitar 5% hingga 10%. Tepi inferior C2, C3, dan C4 lebih cekung. Corpus C3 dan C4 berbentuk persegi.

Kategori 6 (*COMPLETION*) : merupakan SMI 11. Pertumbuhan selesai pada tahap ini dan sedikit atau tidak terjadi pertumbuhan *adolescent*. Tepi inferior C2, C3, dan C4 cekung yang dalam. Corpus C3 dan C4 berbentuk persegi atau dimensi vertikal lebih besar dibandingkan dimensi horizontal.

CVMI's mengurangi paparan radiasi pada pasien karena penggunaan *cephalogram* lateral merupakan alat diagnosis penunjang di bidang ortodontik (Kamal et al, 2006).



Gambar 2.4 *Cervical Vertebral Maturation Indicators* menggunakan C3 sebagai panduan (Hassel and Farman, 1995)

Metode CVMIs dapat digunakan untuk menentukan waktu optimal untuk melakukan perawatan ortodontik selama *growth spurt* pubertal, seperti memodifikasi pertumbuhan pasien dengan peranti fungsional. Metode ini memiliki kelebihan dalam menentukan puncak pertumbuhan mandibula melalui gambaran radiografik *cephalometri* yang secara rutin dipakai dalam diagnosis di bidang ortodontik. CVS 3 dan CVS 4 merupakan waktu puncak *growth spurt* pubertal mandibula perempuan sehingga waktu optimal untuk modifikasi pertumbuhan karena terjadi respon pertumbuhan maksimal terhadap perawatan ortodontik (Al Khai, 2008). Sedangkan pada CVS 5 dan CVS 6 masih dapat dilakukan modifikasi pertumbuhan, tetapi respon pertumbuhan yang terjadi sedikit karena akhir pertumbuhan pubertal terjadi pada CVS 5 dan pertumbuhan pubertal tercapai seluruhnya pada CVS 6. Pada CVS 4 terjadi puncak pertumbuhan tinggi badan. Pada CVS 1 dan CVS 2, pasien harus diperiksa dalam selang waktu 3 bulan dan tinggi badan harus dicatat untuk menentukan *growth*

spurt pubertal. CVS 1 terjadi antara fase permulaan dan pertengahan peningkatan

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

growth spurt pubertal dan CVS 2 terjadi 1 tahun sebelum *growth spurt* pubertal (Lai et al, 2008).

Vertebra cervicalis adalah *true vertebrae* terkecil, dapat dibedakan dari regio *thoraks* dan *lumbal* melalui foramen pada arah transversal (Gray, 1918). Tujuh *vertebrae* pada *columna spinalis* merupakan *cervical spine* (Nassar, 2008). *Cervical spine* dimulai dari basis *cranii* dengan delapan pasang *nervus cervical* (Gray, 1918).

2. 1. 2. 3 *Serial Height Measurements*

Sejara sebelum pubertas, kecepatan pertumbuhan tinggi badan linier (*height velocity*) menurun; kemudian selama pubertas terjadi peningkatan secara mendadak yang disebut *height spurt*. Biasanya *height spurt* pada perempuan mulai terjadi pada TKS 2, pada usia 9,5 tahun hingga 14,5 tahun (Jamie S & Marie S, 2005). *Height spurt* berhubungan erat dengan *menarche*. *Menarche* pada setiap anak perempuan terjadi bila kecepatan pertumbuhan tinggi badan mulai menurun (Rudolph, 1991). Kecepatan pertumbuhan tinggi badan puncak (*peak height velocity/PHV*) terjadi pada akhir TKS 2 dan selama TKS 3, 6-12 bulan sebelum *menarche* (Jamie S & Marie S, 2005).

Pertumbuhan remaja mengikuti pola *caudorostral*. Puncak pertumbuhan ekstremitas bawah mendahului pertumbuhan *truncus* (badan) sekitar 6-9 bulan, bahu dan dada sekitar 1 tahun. Kecepatan bertambahnya tinggi badan meningkat selama pubertas dan mencapai puncaknya selama *growth spurt* pubertal. Pertumbuhan pada masa pubertas mencapai 25% dari tinggi badan dewasa, rata-

rata 23-28 cm pada remaja perempuan dan 26-28 cm pada remaja laki-laki.

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Perempuan mencapai tinggi badan dewasa sebesar 163,8 cm pada usia 16 tahun dan laki-laki mencapai tinggi badan dewasa sebesar 176,8 cm di usia 18 tahun (Rudolph, 1991). Sehingga secara keseluruhan tinggi badan perempuan cenderung lebih pendek dibandingkan laki-laki pada segala usia hingga pubertas. Tetapi tinggi badan perempuan lebih tinggi pada masa pubertas daripada laki-laki karena perempuan mengalami *pubertal growth spurt* lebih awal dibandingkan laki-laki (Kaczmarek, 2002). Bishara menyimpulkan bahwa kecepatan pertumbuhan tinggi badan puncak pada perempuan terjadi dua tahun lebih awal daripada laki-laki, berkisar antara usia 10 hingga 14 tahun (Shirazi & Moghadam, 1996) lebih awal dibandingkan pertumbuhan mandibula puncak (Serafim et al, 2010). Sedangkan laki-laki mengalami pubertas setelah perempuan, sehingga tinggi badan akhir pada laki-laki lebih besar dibandingkan perempuan (Kaczmarek, 2002). Laki-laki mengalami *growth spurt* tinggi badan sebelum *growth spurt* fasial (Serafim et al, 2010). Rata-rata *growth spurt* terjadi selama 24-36 bulan. *Peak height velocity* (PHV) pada remaja perempuan terjadi 18-24 bulan lebih cepat daripada remaja laki-laki; PHV perempuan rata-rata 2 cm/tahun lebih rendah dari laki-laki; *peak weight velocity* (PWV) terjadi bersamaan dengan PHV pada laki-laki, tetapi pada perempuan PWV terjadi 6-9 bulan setelah PHV (Soetjningsih, 2004).

Pada masa pubertas semua tulang mengalami perubahan kuantitatif maupun kualitatif, terjadi pertumbuhan tulang memanjang dan melebar. Pertumbuhan terus berlangsung sampai *epiphysis* menutup dan pertumbuhan tinggi badan berhenti. Kira-kira setengah dari massa tulang dewasa maksimal terakumulasi selama pubertas. Pada masa pubertas tersebut densitas tulang

meningkat. Setelah mencapai tinggi badan dewasa, akumulasi penambahan masa tulang tidak terjadi lagi (Jamie S & Marie S, 2005).

2.2 Pertumbuhan *Craniofacial Complex*

Ukuran otak dan cavum cranii menjelang dewasa lebih cepat tumbuh dibandingkan ukuran fasial atau panjang kaki (Behrman and Vaughan, 1987). *Craniofacial complex* terbagi dalam empat regio, yaitu *cranium*, basis cranii, maksila dan mandibula.

2.2.1 *Cranium*

Cranium tersusun dari sejumlah tulang pipih yang berhubungan satu sama lain melalui *intramembranous ossification*, tanpa pembentukan kartilago (Mitchel, 2007). Tulang–tulang *cranium* berasal dari tulang rawan yang pada saat lahir telah terhubung satu dengan yang lain melalui sutura, meskipun ada yang masih berupa enam *fontanelle* yang tertutup membran. Pertumbuhan tulang terjadi lewat aposisi pada periosteum dan merupakan respon terhadap pertumbuhan otak. Sutura merupakan persendian tulang rawan yang dapat bergerak terbatas dengan potensi pertumbuhan melalui proses remodeling sesuai dengan pertumbuhan otak (Moyers, 1988). Pertumbuhan sutura harus aktif saat pertumbuhan *cranium*, yaitu pada usia 6-7 tahun. Tulang–tulang ini menyatu saat dewasa, yaitu pada usia 22-29 tahun (Pambudi, 2009). Aktivitas periosteal berubah baik permukaan dalam maupun luar *cranium* (Proffit et al, 2007).

Pada waktu lahir, tulang pipih cukup luas dibatasi jaringan ikat kendor pada *fontanelle*. Kemudian terjadi aposisi tulang sepanjang tepi *fontanelle* dengan

cepat, tetapi masih terdapat sisa tulang dilapisi periosteum tipis pada sutura dalam waktu lama, terutama selama masa dewasa. Aposisi tulang pada sutura merupakan lokasi pertumbuhan *cranium* terbanyak. Tetapi tulang cenderung mengalami resorpsi pada permukaan dalam dan aposisi pada permukaan luar *cranium*. Remodeling permukaan dalam dan luar merupakan proses paling aktif dibandingkan pertumbuhan kartilago dan sutura yang bertujuan untuk perubahan kontur selama pertumbuhan (Dowd, 2007; Proffit et al, 2007).

2.2.2 Basis Cranii

Basis cranii adalah dasar (rongga otak) dan memanjang dari foramen seikum di anterior sampai basis cranii pada tulang *occipital* di posterior. Basis cranii merupakan perkembangan dari tulang rawan *chondrocranium* pada masa embrio dan berubah menjadi tulang melewati *endochondral ossification*. Pertumbuhan basis cranii dipengaruhi pola pertumbuhan somatik dan neural, mencapai 50% pertumbuhan post natal pada usia 3 tahun (Mitchel, 2007). Pertumbuhan sutura dan remodeling permukaan tulang ke arah lateral merupakan respon terhadap otak yang bertambah besar. Tulang *ethmoidale*, *sphenoidale*, dan *occipital* pada basis cranii terbentuk dari kartilago dan kemudian berubah menjadi tulang oleh *endochondral ossification* (Dowd, 2007; Proffit et al, 2007).

Pada waktu ossifikasi terjadi, hubungan kartilago yang disebut sinkondrosis tetap di antara pusat ossifikasi. Pusat pertumbuhan terpenting antara lain sinkondrosis *spheno-occipital* (antara tulang *sphenoidale* dan *occipital*), sinkondrosis *intersphenoid* (antara dua tulang *sphenoidale*), dan sinkondrosis *spheno-ethmoidale* (antara tulang *sphenoidale* dan *ethmoidale*) (Pambudi, 2009).

Area antara dua tulang mengandung kartilago pertumbuhan. Secara histologi, sinkondrosis seperti dua sisi *plate epiphyseal*. Sinkondrosis memiliki area hiperplasia seluler pada pusat ikatan sel kartilago matur yang meluas pada tiap arah, yang akan diganti oleh tulang (Dowd, 2007; Proffit et al, 2007).

Sinkondrosis intersphenoidale menjadi inaktif sekitar usia 3 tahun, *sinkondrosis spheno-ethmoidale* inaktif sekitar usia 7 tahun, *sinkondrosis spheno-occipital* berkembang sampai usia sekitar 15 tahun dan menyatu pada usia 20 tahun (Pambudi, 2009). Karena merupakan tulang *endochondral*, tulang penyusun basis cranii terpengaruh minimal oleh pertumbuhan otak (Dowd, 2007). Perbedaan signifikan dari tulang ekstremitas adalah persendian antar tulang basis cranii tidak dapat bergerak, sehingga sangat berbeda dengan tulang ekstremitas yang dapat bergerak leluasa. Sutura *cranium* dan fasial, tidak mengandung kartilago, sehingga berbeda dari sinkondrosis kartilago basis cranii (Proffit et al, 2007).

2.2.3 Maksila (*Nasomaxillary Complex*)

Maksila berasal dari *pharyngeal arch* pertama dan berkembang melalui *intramembranous ossification* post natal. Maksila mengalami ossifikasi setelah klavikula dan mandibula. Saat tidak terjadi lagi penggantian kartilago, pertumbuhan terjadi dalam dua cara : (1) aposisi tulang pada sutura hingga mencapai 10 mm yang menghubungkan maksila dengan *cranium* dan basis cranii, dan (2) oleh remodeling periosteal. Pertumbuhan maksila ke arah anterior-posterior terjadi pada sutura palatina transversal, sedangkan pertumbuhan maksila ke arah arah transversal terjadi pada sutura palatina mediana (Friede, 2007).

remodeling permukaan. Hingga usia 6 tahun *displacement* pertumbuhan basis cranii menjadi bagian terpenting pertumbuhan maksila ke arah depan. Sekitar usia 7 tahun, pertumbuhan basis cranii berhenti, pertumbuhan sutura hanya merupakan mekanisme untuk menggerakkan maksila ke arah depan (Dowd, 2007; Proffit et al, 2007).

Pada saat maksila tumbuh ke arah bawah dan ke depan, permukaan anterior tulang maksila mengalami resorpsi dan tumbuh ke arah bawah. Panjang maksila dalam arah vertikal bertambah karena terbentuknya tulang alveolar yang menyangga gigi. Maksila yang bertambah besar ukurannya menyebabkan rongga hidung juga bertambah besar mencapai setengah ukuran dewasa pada usia kurang lebih 7 tahun. Pertumbuhan hidung pada masa *growth spurt* pubertal lebih cepat dibandingkan pertumbuhan maksila, yaitu meningkat sebesar 25%. Palatum ikut turun sesuai dengan pertumbuhan maksila ke bawah yang diikuti aposisi pada permukaan yang menghadap rongga mulut dan resorpsi pada permukaan yang menghadap ke dasar rongga hidung. Lengkung palatal bertambah dalam dengan adanya pertumbuhan prosesus alveolaris. Pertumbuhan septum nasal bersamaan dengan pertumbuhan maksila secara keseluruhan (Pambudi, 2009).

Seluruh perubahan yang terjadi pada masa pertumbuhan adalah hasil pertumbuhan maksila ke arah bawah dan depan, serta remodeling permukaan secara simultan. Seluruh tulang *nasomaxillary complex* tumbuh ke arah bawah dan depan terhadap *cranium* (Proffit et al, 2007). Pertumbuhan maksila berhenti pada usia sekitar 15 tahun untuk wanita, sedangkan untuk pria sekitar usia 17

tahun. Pertumbuhan ke posterior terjadi pada regio tuberositas sehingga maksila menjadi lebih panjang (Mitchel, 2007).

2.2.4 Mandibula

Sebagian peneliti berpendapat bahwa mandibula dapat dipandang sebagai tulang panjang dengan dua prosesus untuk perlekatan otot dan prosesus alveolaris untuk tempat gigi (Pambudi, 2009). Berbeda dengan maksila, tiap aktivitas *endochondral* dan periosteal berperan penting dalam pertumbuhan mandibula. *Displacement* terjadi oleh pertumbuhan basis cranii yang menggerakkan temporomandibular joint (TMJ) yang tidak begitu berperan (dengan pengecualian tertentu). Kartilago menutupi permukaan kondilus pada TM joint. Meskipun kartilago ini tidak seperti kartilago pada *epiphyseal plate* atau sinkondrosis, hiperplasia, hipertrofi, dan *endochondral replacement*. Seluruh area lain di mandibula tumbuh melalui proses remodeling (Dowd, 2007; Proffit et al, 2007).

Pola pertumbuhan mandibula bersamaan dengan pertumbuhan tinggi badan pada masa pubertal (Sidlauskas et al, 2005). Pola pertumbuhan mandibula secara keseluruhan dapat dijabarkan dalam dua cara, tergantung patokan. Jika *cranium* menjadi area patokan, dagu bergerak ke arah bawah dan ke depan. Pada sisi lain, jika data dari penelitian *vital staining* telah diteliti, dapat dijelaskan bahwa area penting pertumbuhan mandibula adalah permukaan posterior ramus dan kondilus-koronoid. Hanya terjadi sedikit pertumbuhan pada bagian anterior mandibula (Proffit et al, 2007).

Sebagai area pertumbuhan, dagu hampir selalu inaktif. Dagunya menjadi lebih menonjol karena mandibula memanjang dan terdapat sedikit penambahan tulang

pada dagu tetapi tidak terjadi lagi sesudah remaja (Pambudi, 2009). Pertumbuhan kondilus dan permukaan posterior ramus ke arah bawah dan ke depan. Corpus mandibula tumbuh lebih lama melalui proses aposisi periosteal dari permukaan tulang posterior, sedangkan ramus tumbuh lebih tinggi melalui *endochondral replacement* pada kondilus melalui remodeling permukaan. Pada dasarnya, mandibula bertumbuh ke bawah dan ke depan bersamaan dengan bertambahnya ukuran mandibula (Proffit et al, 2007).

Corpus mandibula tumbuh lebih lama seperti ramus melalui resorpsi tulang bagian anterior ramus dan deposisi tulang pada bagian posterior ramus. Bertambahnya tinggi corpus sebagian besar disebabkan adanya pertumbuhan tulang alveolaris. Tidak terjadi pertumbuhan tulang kartilago dan tulang interstitial, meskipun sedikit terjadi remodeling pada bagian anterior dan inferior (Dowd, 2007; Proffit et al, 2007; Pambudi, 2009). Pertumbuhan mandibula tercepat terjadi selama pubertas (Sidlauskas et al, 2005). Pertumbuhan mandibula berakhir pada usia sekitar 15 tahun untuk wanita dan sekitar 17 tahun untuk pria (Mitchel.2007).

2.2.5 Pola Pertumbuhan Fasial

Wajah manusia sangat bervariasi dibandingkan dengan wajah spesies lain. Keadaan ini disebabkan wajah dan tengkorak mengadakan adaptasi yang luar biasa sehubungan dengan bertambah besarnya otak manusia. Meskipun demikian ada semacam kemiripan untuk beberapa maloklusi yang terjadi (Pambudi, 2009). Pertumbuhan kepala dan fasial terus berlanjut hingga periode usia 3 hingga 6 tahun. Pertumbuhan fasial lebih banyak terjadi pada sekitar 3 tahun dibanding

pertumbuhan *cranium*. Sedangkan pertumbuhan *neurocranium* mencapai 80%
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
pertumbuhan pada usia 6-8 tahun. Meningkatnya pertumbuhan fasial dibandingkan *cranium* berpengaruh pada profil fasial anak dan struktur *craniofacial* (Pinkham, 2005).

Pertumbuhan fasial berhubungan erat dengan pertumbuhan tubuh secara keseluruhan, yang meningkat selama pubertas (Ochoa and Nanda, 2004 cit Nassar, 2008). Pertumbuhan fasial cukup konstan dan konsisten. Konsep pola pertumbuhan fasial ada 3 cara : (1) individu cenderung memiliki pola pertumbuhan dan bentuk fasial yang sama satu dengan yang lainnya pada etnis yang sama, (2) anggota keluarga yang sama memiliki pola pertumbuhan fasial yang sama, (3) individu cenderung mirip di usia yang berbeda (Moyers, 1975). Pertumbuhan dan perkembangan fasial manusia memberikan gambaran yang sangat menarik. Lingkungan mempengaruhi mosaik pola morfogenetik, sehingga membutuhkan analisis banyak faktor yang saling mempengaruhi jika menilai fenomena ini, terutama menjadi perhatian dalam bidang ortodontik. Hellman menggambarkan secara garis besar, bahwa pertumbuhan fasial hanya meningkat dalam ukuran. Organ berbeda tumbuh dalam tingkat yang berbeda pula (dikenal dengan *differential growth*) (Graber, 2005).

Cranium tumbuh cepat dan hampir mencapai maksimal sebelum pertumbuhan fasial. Tetapi tidak semua dimensi *cranium* menunjukkan presentase yang sama pada waktu yang sama. Sebagian besar pertumbuhan kedalaman *cranium* lebih cepat dibandingkan pertumbuhan tinggi dan lebar *cranium*. Tinggi *cranium* dan lebar fasial berhubungan erat pada ukuran dewasa. Pertumbuhan *cranium* selesai pertama kali, kemudian lebar fasial, dan terakhir tinggi dan

kedalaman wajah (Graber, 2005). Terdapat *growth spurt* pada usia 5 tahun diikuti peningkatan yang stabil atau penurunan hingga usia 13 tahun atau hingga awal pubertas. Setelah *growth spurt* pubertal, terjadi peningkatan pertumbuhan lagi hingga pertumbuhan selesai pada usia dewasa (Goldstein, 1936 cit Graber, 2005).

Pada saat lahir volume ruang otak lebih besar daripada muka, tetapi pada umur 6 tahun hampir tidak ada lagi pertumbuhan *cranium* karena otak telah mencapai ukuran otak orang dewasa. Tulang fasial tumbuh secara konstan selama waktu yang lebih lama sehingga bentuk dewasa dicapai dalam waktu yang lebih lama daripada *cranium*. Letak tulang fasial lebih ke depan dibandingkan *cranium* pada waktu bayi. Fasial bayi relatif lebih lebar, akan tetapi dengan adanya pertumbuhan setelah lahir terjadi perubahan proporsi fasial, pertumbuhan vertikal lebih banyak, kemudian pertumbuhan transversal lebih sedikit dan pertumbuhan sagital yang paling sedikit (Pambudi, 2009).

Perubahan yang sangat menonjol pada mata; mata bayi relatif lebih lebar, tetapi pertumbuhan setelah usia 6 tahun relatif sedikit karena telah mencapai ukuran dewasa. Tulang-tulang fasial mengalami pertumbuhan yang pesat sehingga terdapat perbedaan kecepatan pertumbuhan tulang fasial yang mencolok pada rahang dan hidung (Soetjiningsih, 2004). Keadaan hidung merupakan kebalikan daripada mata, pada bayi hidung kurang berkembang. Sedangkan pada orang dewasa hidung lebih menonjol daripada ketika masih anak-anak. Perubahan-perubahan ini tidak mempengaruhi oklusi, tetapi perubahan profil fasial mempengaruhi penampilan geligi. Sebagai contoh anak dengan oklusi normal kadang-kadang geliginya tampak seolah-olah besar, tetapi kesan ini akan

berubah dengan pertumbuhan bagian lain fasial, terutama hidung (Pambudi, IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA 2009).

2.3 Pengaruh Usia *Growth Spurt* Pubertal Mandibula Perempuan dalam Keberhasilan Perawatan Ortodonsia

2.3.1 Pengaruh Usia *Growth Spurt* dalam Perawatan Ortodonsia

Jaringan yang berbeda tumbuh pada besaran yang berbeda, misalnya besaran pertumbuhan tulang berbeda dengan jaringan lunak. Pertumbuhan skeletal mengikuti pola pertumbuhan somatik, terjadi *growth spurt* pada usia 6-7 tahun dan berlangsung selama 3-4 bulan. Wanita mengalami *growth spurt* lebih dulu daripada laki-laki. Pada umumnya wanita mengalami *growth spurt* pubertal dimulai pada usia 10 tahun hingga 12 tahun, sedangkan pada laki-laki terjadi di usia 12 tahun hingga 14 tahun (Sidlauskas, 2005). *Growth spurt* pubertal berhubungan dengan *menarche*. *Menarche* terjadi setelah puncak *growth spurt* (Kaczmarek, 2002), umumnya terjadi 6 bulan setelah *growth spurt*, selama atau sebelum TKS 4 dari perkembangan *mammae*. Variasi usia sering menyukarkan untuk menentukan kapan terjadi *growth spurt* (Behrman & Kliegman, 1990).

Growth spurt mempunyai arti penting bagi ilmu ortodontik dalam merencanakan perawatan pasien. Dengan memanfaatkan *growth spurt*, perawatan ortodontik akan memberikan hasil yang lebih baik. Tetapi di sisi lain adanya variasi waktu menyebabkan sukar memperkirakan kapan terjadi *growth spurt*. Selama masa pra pubertal terdapat pertumbuhan somatik yang cepat yang berpengaruh pada pergerakan gigi yang lebih cepat ketika mendapat tekanan. Beberapa peranti ortodontik, misalnya peranti myofungsional dan traksi ekstra

oral menjadi lebih efektif bila digunakan pada masa ini. Beberapa upaya memperkirakan pertumbuhan, khususnya kapan terjadinya *growth spurt* pada anak sehingga adanya *growth spurt* ini akan sangat membantu perawatan ortodontik. Perlu juga diketahui kapan berakhirnya pertumbuhan untuk merencanakan perawatan ortodontik yang memerlukan *orthognatic surgery*. Pertumbuhan rahang biasanya telah berhenti pada usia sekitar 16–17 tahun sehingga *orthognatic surgery* dapat dilakukan sesudah usia ini yang akan menghasilkan kondisi yang relatif lebih stabil (Pambudi, 2009).

2. 3. 2 Perkembangan Relasi Skeletal Kelas II dan Kelas III

Secara garis besar pertumbuhan yang menyebabkan maloklusi kelas II dapat dijelaskan sebagai berikut. Pada individu yang mempunyai bentuk kepala dolikosefalik, yaitu *cranium* relatif panjang dalam jurusan horizontal tetapi sempit sehingga basis cranii agak datar atau sudut basis cranii bagian tengah dan anterior lebih terbuka. Keadaan ini mengakibatkan beberapa perubahan pada muka, yaitu :

1. *Nasomaxillary complex* lebih protrusif terhadap mandibula karena basis cranii rotasi ke depan dan juga bagian tengah dan anterior basis cranii lebih panjang.
2. *Nasomaxillary complex* relatif lebih rendah daripada kondilus mandibula yang mengakibatkan rotasi seluruh mandibula ke belakang dan ke bawah.
3. Bidang oklusal mengarah ke bawah (*downward inclined*).

Keadaan–keadaan di atas menyebabkan mandibula cenderung retrusi, relasi molar kelas II dan profil retrognatik (Pambudi, 2009).

Secara garis besar pertumbuhan yang menyebabkan maloklusi kelas III dapat dijelaskan berikut. Seseorang dengan bentuk kepala yang brakisefalik, yaitu

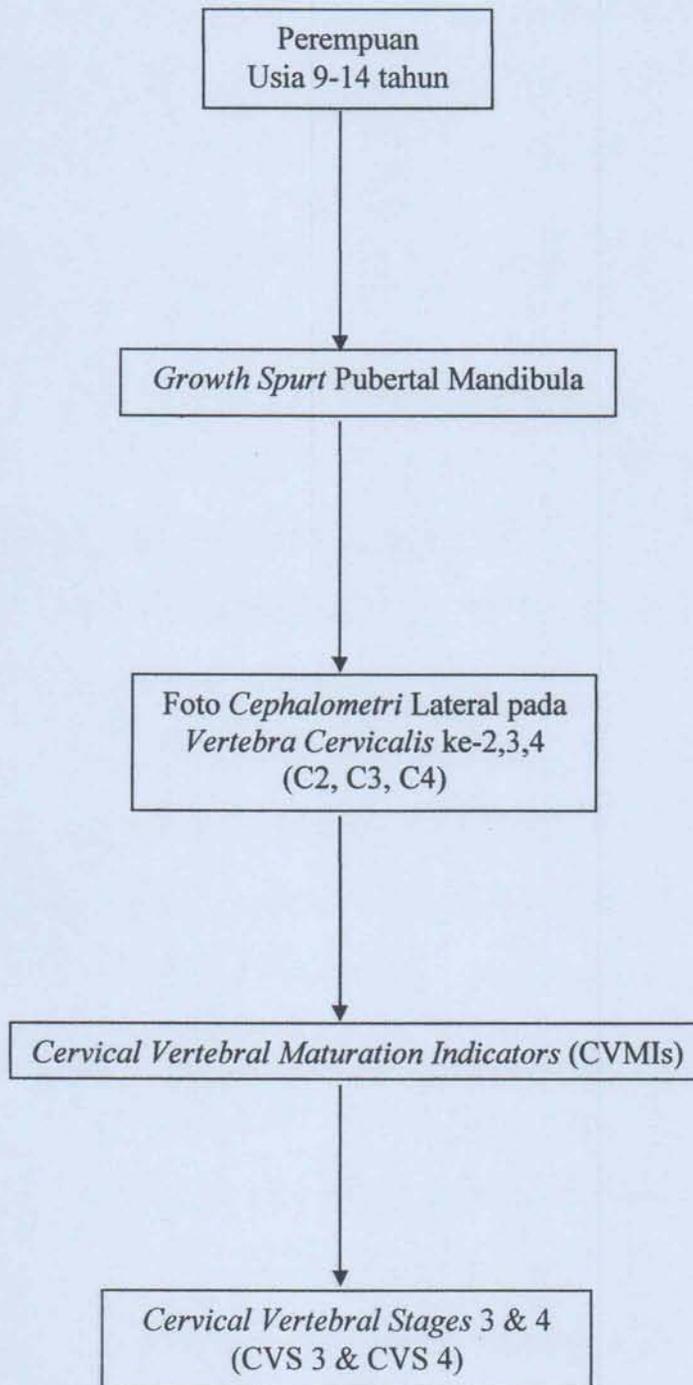
bentuk kepala bulat dan lebih lebar yang mempengaruhi dasar basis cranium.

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Basis cranii lebih tegak dengan sudut yang lebih kecil sehingga dimensi anteroposterior fossa cranii tengah pendek. Efek pada wajah adalah maksila terletak lebih posterior, panjang horizontal *nasomaxillary complex* juga relatif pendek. Hasil akhirnya adalah *nasomaxillary complex* yang relatif retrusif dan mandibula yang relatif lebih maju (Pambudi, 2009).

BAB 3
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
KERANGKA KONSEPTUAL

3.1 Kerangka Konseptual



Keterangan :

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Growth spurt merupakan tanda pubertas pertama pada perempuan, tetapi sulit diperiksa. Sehingga dilakukan penentuan usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI) melalui gambaran radiografik *cephalometri* lateral, yaitu terjadi pada CVS 3 dan CVS 4. Setelah permulaan *growth spurt*, terjadi *menarche* pada usia 12-14 tahun. Sehingga penelitian ini dilakukan pada gambaran radiografik *cephalometri* lateral sampel usia 9-14 tahun.

Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI) merupakan metode lain dalam menilai maturasi skeletal, terutama umur tulang pasien. Umur tulang merupakan cara terbaik untuk mengukur kecepatan pertumbuhan karena menunjukkan perkembangan fisik dan maturasi skeletal. Maturasi skeletal umumnya digunakan sebagai indikator dalam memperkirakan waktu kecepatan pertumbuhan mandibula puncak. Beberapa studi pertumbuhan manusia menunjukkan bahwa waktu kecepatan pertumbuhan tinggi badan pubertal puncak sama dengan pertumbuhan mandibula yang berhubungan erat dengan maturasi *vertebra cervicalis*.

Penelitian untuk menentukan kapan terjadinya *growth spurt* pubertal mandibula perempuan di Indonesia belum dilakukan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menentukan usia terjadinya *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI). Sampel diambil dari rekam medik pasien yang dilakukan perawatan ortodontik, berupa foto *cephalometri* lateral.

3. 2 Hipotesis

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI) pada usia 9-14 tahun yang berhubungan dengan waktu terjadinya *menarche*.

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini bersifat observasional deskriptif untuk mengetahui waktu *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI).

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Klinik Ortodonsia S1 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga pada tanggal 1 November 2010.

4.3 Sampel

4.3.1 Kriteria Sampel

Sampel merupakan data sekunder film radiografik *cephalometri* lateral penderita perawatan ortodonsia dengan kriteria sebagai berikut :

1. Penderita berjenis kelamin perempuan pada periode pubertal (usia 9-14 tahun)
2. Penderita tidak memiliki kelainan sistemik yang berpengaruh pada sistem skeletalnya.

4.3.2 Besar Sampel

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Besar sampel dari penelitian ini ditentukan dengan rumus :

$$n = \frac{(1,96)^2 \times (1,737)^2}{0,75 \times (1,737)^2} = 5$$

Jumlah sampel per kelompok usia adalah 5 sampel. Jadi total seluruh sampel yang didapatkan adalah 30 sampel.

4.4 Variabel Penelitian

Variabel Bebas : *Growth spurt* pubertal mandibula perempuan

Variabel Terikat : *Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI)*

4.5 Definisi Operasional Variabel

Growth spurt pubertal mandibula perempuan adalah peningkatan kecepatan tumbuh mandibula perempuan yang mengawali periode percepatan pertumbuhan dan terjadi pada *middle adolescent* (McGraw-Hill Concise Dictionary of Modern Medicine, 2002; Usman, 2004). *Growth spurt* pubertal mandibula perempuan dapat dianalisis berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI)*. *Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMI)* menurut O'Reilly and Yanniello (1988), adalah :

Stage I (CVS 1) : tepi inferior semua *corpus vertebra cervicalis* rata. Tepi superior meruncing dari posterior ke anterior.

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Stage 2 (CVS 2) : tepi inferior *vertebra cervicalis* kedua berubah menjadi cekung. Tinggi vertikal bagian anterior *corpus vertebra* bertambah.

Stage 3 (CVS 3) : tepi inferior *vertebra cervicalis* ketiga berubah menjadi cekung.

Stage 4 (CVS 4) : tepi inferior *vertebra cervicalis* keempat berubah menjadi cekung. Tepi inferior *vertebra cervicalis* kelima dan keenam mulai cekung. Semua *corpus vertebra cervicalis* berbentuk persegi panjang.

Stage 5 (CVS 5) : tepi inferior kelima *vertebra cervicalis* cekung. *Corpus vertebra cervicalis* hampir berbentuk persegi dan jarak antar *corpus vertebra* berkurang.

Stage 6 (CVS 6) : seluruh tepi inferior *vertebra cervicalis* sangat cekung. *Corpus vertebra cervicalis* lebih tinggi daripada lebarnya.

4.6 Cara Kerja

Foto *cephalometri* lateral yang telah memenuhi kriteria sampel diamati oleh pengamat I, pengamat II, pengamat III, kemudian dicatat tahap CVMIs.

4.7 Teknik Analisis Data

Untuk mengetahui waktu *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators (CVMIs)* antar kelompok usia dengan studi perbandingan (*Comparative Study*), menggunakan *Kruskal-Wallis Test* kemudian *The Mann-Whitney Test* antar dua kelompok usia.

BAB 5
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

Telah dilakukan penelitian secara observasional pada 30 sampel berupa film radiografik *cephalometri* lateral penderita yang melakukan perawatan ortodontik, di klinik S1 Ortodonsia Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Penelitian dilakukan oleh tiga orang pengamat. Foto *cephalometri* yang telah memenuhi kriteria sampel diamati oleh ketiga pengamat dan diambil hasil terbanyak.

Setelah hasil penelitian dari masing-masing pengamat digabungkan, maka dilakukan uji distribusi dan homogenitas dengan menggunakan metode pengujian *Kruskal-Wallis Test*. Dari hasil *Kruskal-Wallis Test* didapatkan *level of significance* (α) < 0,05 , yaitu 0,001. Hal ini berarti bahwa terdapat perbedaan *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* antar kelompok usia. Analisis data kemudian dilanjutkan dengan *Mann-Whitney test* untuk mengetahui kelompok-kelompok usia mana yang menunjukkan perbedaan bermakna, *level of significance* (α) < 0,05. Hasil *Mann-Whitney test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna untuk kelompok usia tertentu.

Tabel 5.1 Signifikansi *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* antar kelompok usia

USIA (th)	9	10	11	12	13
9	-	-	-	-	-
10	0,69**	-	-	-	-
11	0,69**	1**	-	-	-
12	0,008*	0,056**	0,056**	-	-
13	0,008*	0,032*	0,032*	0,69**	-
14	0,008*	0,008*	0,008*	0,032*	0,056**

* terdapat perbedaan bermakna, *level of significance* (α) < 0,05

** tidak terdapat perbedaan bermakna

Dari analisa data (*Mann-Whitney Test*) dapat dinyatakan bahwa tampak perbedaan bermakna antara *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 9 tahun dengan kelompok usia 12 tahun (nilai $\alpha = 0,008$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 9 tahun dengan kelompok usia 13 tahun (nilai $\alpha = 0,008$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 9 tahun dengan kelompok usia 14 tahun (nilai $\alpha = 0,008$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 10 tahun dengan kelompok usia 13 tahun (nilai $\alpha = 0,032$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 10 tahun dengan kelompok usia 14 tahun (nilai $\alpha = 0,008$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 11 tahun dengan kelompok usia 13 tahun (nilai $\alpha = 0,032$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 11 tahun dengan kelompok usia 14 tahun (nilai $\alpha = 0,008$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 12 tahun dengan kelompok usia 14 tahun (nilai $\alpha = 0,032$).

Tidak terdapat perbedaan bermakna antara *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 9 tahun dengan kelompok usia 10 tahun (nilai $\alpha = 0,69$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 9 tahun dengan kelompok usia 11 tahun (nilai $\alpha = 0,69$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 10 tahun dengan kelompok usia 11 tahun (nilai $\alpha = 1$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 10 tahun dengan kelompok usia 12 tahun (nilai $\alpha = 0,056$),

Cervical Vertebrae Stages (CVS) kelompok usia 11 tahun dengan kelompok usia 12 tahun (nilai $\alpha = 0,056$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 12 tahun dengan kelompok usia 13 tahun (nilai $\alpha = 0,69$), *Cervical Vertebrae Stages (CVS)* kelompok usia 13 tahun dengan kelompok usia 14 tahun (nilai $\alpha = 0,056$).

BAB 6

PEMBAHASAN

Penelitian untuk mengetahui usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI) ini bersifat observasional deskriptif, diambil dari data sekunder film radiografik *cephalometri* lateral pasien perawatan ortodontik yang telah memenuhi kriteria sampel pada kelompok usia 9 tahun hingga 14 tahun. Foto *cephalometri* yang telah memenuhi kriteria sampel diamati oleh ketiga pengamat dan diambil hasil terbanyak, kemudian dilakukan uji distribusi dan homogenitas dengan menggunakan metode pengujian *Kruskal-Wallis Test*. Hasil *Kruskal-Wallis Test* didapatkan *level of significance* (α) < 0,05 , yaitu 0,001. Hal ini berarti bahwa terdapat perbedaan bermakna *Cervical Vertebrae Stages* (CVS) antar kelompok usia. Pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa puncak *growth spurt* pubertal mandibula terjadi pada CVS 3 dan CVS 4 (Generoso et al, 2010), sehingga pada penelitian ini didapat bahwa puncak *growth spurt* pubertal mandibula perempuan terjadi pada usia 12-13 tahun yang berhubungan dengan usia *menarche* (Kaczmarek, 2002). *Menarche* terjadi pada usia 12-14 tahun (rata-rata pada usia 12,5 tahun) sehingga permulaan *growth spurt* terjadi sebelum *menarche* (Usman, 2004). Terdapat hubungan maturasi tubuh yang dapat dilihat dari *menarche*, maturasi tulang, maturasi gigi dan pertumbuhan fasial (Pinandi, 2005).

Pengaruh variasi waktu pertumbuhan terlihat jelas pada perempuan, berhubungan dengan permulaan menstruasi (*menarche*), merupakan indikator terbaik

maturasi seksual yang diawali terjadinya *growth spurt* (Proffit et al, 2007). *Menarche* terjadi lebih awal pada anak perempuan yang mengkonsumsi lebih banyak protein hewani dan sedikit protein nabati pada usia 3-5 tahun. Puncak kecepatan pertumbuhan terjadi lebih awal pada anak perempuan yang lebih tinggi pada usia 6 tahun dan mengkonsumsi lebih banyak lemak pada usia 1-2 tahun dan protein hewani pada usia 6-8 tahun. Sehingga lebih banyak kalori, lebih banyak protein hewani, dan indeks massa tubuh lebih rendah berhubungan secara konsisten dengan puncak kecepatan pertumbuhan yang lebih cepat (Berkey et al, 2000). Spear (2002) menyatakan bahwa energi dan protein berhubungan erat dengan pola pertumbuhan dibandingkan usia kronologi.

Perubahan bentuk, kecekungan tepi inferior dan tinggi corpus *vertebra cervicalis* kedua, ketiga, dan keempat (C2, C3, dan C4) mendapat perhatian pada dekade terakhir ini. Metode *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI) menggunakan *cephalogram* lateral pasien ortodonsia, sebagai alat diagnosis rutin dalam perawatan ortodonsia. C1 tidak menunjukkan bentuk corpus *vertebra cervicalis* dan C5 tidak tampak jelas pada *cephalogram* sehingga tidak digunakan sebagai parameter CVMI (Chen et al, 2008). Maturasi skeletal dapat dievaluasi secara detail dan obyektif pada gambaran *cephalometri* lateral dengan menentukan usia tulang *vertebra cervicalis* (Rasool et al, 2010). Tetapi metode ini kurang sensitif dalam mendeteksi maturasi pertumbuhan pada periode pertumbuhan yang jauh dari *growth spurt* (Hessa A et al, 2008) dan dipengaruhi tekanan, posisi tubuh dan kelainan yang berpengaruh pada tinggi corpus *vertebra cervicalis* (Chen et al, 2008).

Pada penelitian Rasool et al (2010) disimpulkan bahwa terdapat hubungan erat antara maturasi skeletal tulang tangan dan pergelangan tangan dengan maturasi *vertebra cervicalis* pada orang Pakistan, terutama pada laki-laki. Selain itu variasi maturasi skeletal juga dipengaruhi etnis, iklim, sosial-ekonomi, dan urbanisasi (Generoso et al, 2010). Sebuah penelitian menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan fasial pada masa pubertas terjadi 9 bulan setelah pertumbuhan tinggi badan, sehingga pertumbuhan fasial maksimal tercapai jika pertumbuhan tinggi badan maksimal (Pinandi, 2005). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa maturasi skeletal berhubungan erat dengan pertumbuhan mandibula. Panjang anteroposterior mandibula berhubungan dengan pertumbuhan tinggi mandibula (Generoso, 2010).

Growth spurt mempunyai arti penting bagi ilmu ortodontik dalam merencanakan perawatan pasien karena dengan memanfaatkan *growth spurt*, perawatan ortodontik (penggunaan traksi ekstra oral, peranti myofungsional, tindakan ekstraksi atau non ekstraksi, pemilihan dan penggunaan peranti retensi, dan waktu *orthognatic surgery*) akan memberikan hasil yang lebih baik (Negi, 2009). Peranti myofungsional digunakan untuk mengoreksi maloklusi dengan memanfaatkan, menghalangi atau memodifikasi kekuatan yang dihasilkan otot orofacial, erupsi gigi dan pertumbuhkembangan dentomaksilofasial. Peranti fungsional dapat berupa peranti lepasan atau cekat yang menggunakan kekuatan yang berasal dari regangan otot, fascia dan atau jaringan yang lain untuk mengubah relasi skelet dan gigi secara permanen. Biasanya peranti fungsional tidak menggunakan pegas sehingga tidak dapat menggerakkan gigi secara individual. Peranti ini hanya efektif pada anak yang

sedang tumbuh kembang, terutama yang belum melewati *growth spurt* pubertal. Kekuatan otot yang digunakan tergantung pada desain peranti fungsional, tetapi terutama kekuatan otot untuk menempatkan mandibula ke bawah dan ke depan pada maloklusi klas II atau ke bawah dan ke belakang pada maloklusi klas III. Penempatan mandibula ke bawah dan ke belakang lebih sukar daripada ke bawah dan ke depan sehingga peranti ini lebih efektif bila digunakan pada maloklusi klas II (Pambudi, 2009).

Perawatan ortodontik pada pasien dengan ekstraksi pada kelainan skeletal *open bite* harus ditunda hingga *growth spurt* pubertal selesai atau setelah pubertal karena gigi posterior yang cenderung ekstrusi pada saat pertumbuhan aktif. Meskipun begitu, pasien yang telah melewati puncak *growth spurt* pubertal, pergerakan gigi molar kedua ke anterior setelah ekstraksi molar pertama menyebabkan mandibula bergerak ke arah anterior (Aras, 2002). Kelainan skeletal pada maloklusi klas III dapat dikoreksi dengan *chin cap* yang dapat menghambat pertumbuhan mandibula yang berlebih, atau dengan *orthognatic surgery* setelah pertumbuhan selesai. Baru-baru ini, *face mask* dapat digunakan untuk koreksi maloklusi klas III yang maksila kurang bertumbuh dibandingkan mandibula. *Maxillary protraction* dapat digunakan dalam perawatan maksila yang retrusi dengan mempercepat pertumbuhan maksila. Pada pasien dewasa dapat dilakukan kamufase pada kelainan skeletal ringan dan *orthognatic surgery* pada kelainan skeletal berat (Kyung-Suk Cha, 2003).

Pada pasien dengan kelainan skeletal maloklusi klas II dan retrusi mandibula setelah *growth spurt*, terdapat dua alternatif perawatan, yaitu dengan kamufase

perawatan ortodontik seperti ekstraksi dan perawatan ortodontik bedah seperti *mandibular advancement surgery*. Kamufase perawatan ortodonsi ditujukan pada maloklusi yang disertai kelainan skeletal yang ringan dengan mengkoreksi kelainan dental, tanpa mengkoreksi kelainan skeletal (Maeda et al, 2008). Kelainan skeletal yang terjadi diterima apa adanya, tetapi gigi-gigi digerakkan untuk menjadi relasi klas I. Koreksi kelainan skeletal ringan memberikan hasil perawatan yang baik, sedangkan kelainan skeletal parah kadang tidak dapat memberikan hasil yang seperti diharapkan. Biasanya kelainan skeletal dalam jurusan sagital yang memberikan hasil yang baik (Pambudi, 2009). *Mandibular advancement surgery* merupakan tindakan pembedahan invasif yang dapat mengkoreksi kelainan skeletal. *Bilateral sagittal split osteotomy* dan *mandibular distraction osteogenesis* sering digunakan sebagai *mandibular advancement surgery* (Maeda et al, 2008).

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan berdasarkan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI) terjadi pada usia 12-13 tahun, yaitu pada *Cervical Stages 3* dan *Cervical Stages 4* (CVS 3 dan CVS 4).

7.2 Saran

Penelitian lanjutan untuk mendapatkan usia *growth spurt* pubertal mandibula perempuan di Indonesia perlu dilakukan menggunakan *Cervical Vertebral Maturation Indicators* (CVMI).

- Abrams, S. A et al. 2000. *Calcium Absorption, Bone Mass Accumulation, and Kinetics Increase during Early Pubertal Development in Girls*. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. Vol 85. No 5.
- Al Khai, H. A; Ricky W K; A Bakr M Rabie. 2008. *Elimination of Hand-wrist Radiograph for Maturity Assessment in Children Needing Orthodontic Therapy*. Skeletal Radiology. Vol 37. p.195-200
- Aras, A. 2002. *Vertical Changes following Orthodontic Extraction Treatment in Skeletal Open Bite Subjects*. European Journal of Orthodontics. Vol 24. Page 407-416
- Behrman, R. E and Victor C. Vaughan. 1987. *Nelson Textbook of Pediatrics*. 13th ed. Philadelphia: WB Saunders Company. p.20
- Berkey, C S; Jane D. Gardner; A. Lindsay Frazier; Graham A. Colditz. 2000. *Relation of Childhood Diet and Body Size to Menarche and Adolescent Growth in Girls*. American Journal of Epidemiology, Vol. 152, No. 5.
- Chen, Fengshan; Kazuto Terada; Kooji Hanada. 2005. *A Special Method of Predicting Mandibular Growth Potential for Class III Malocclusion*. Angle Orthodontist, Vol 75, No 2
- Chen, Li-Li; Tian-Min Xu; Jiu-Hui Jiang; Xing-Zhong Zhang; Jiu-Xiang Lin. 2008. *Quantitative cervical vertebral maturation assessment in adolescents with normal occlusion: A mixed longitudinal study*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Vol 134, No 6.

mandibular third molar development in adolescents. Korean Journal
Orthodontic. Vol 39. No 2.

Dowd, F. 2007, *Mosby's Review for the NBDE Part II*, Mosby Elsevier, United
States of America. p. 146-147.

Endah Mardiati. *Hand-wrist Radiograph Analysis*. Retrieved September, 19,
2010, from

http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2010/06/hand-wrist_radiograph_analysis.pdf

Flores-Mir, C; Burgess, C. A; Champney, M; Jensen, R. J; Pitcher, M. R; Major,
P. W. 2006. *Correlation of Skeletal Maturation Stages Determined by*
Cervical Vertebrae and Hand-wrist Evaluations. Angle Orthodontist. Vol
76. No 1. p 1-5.

Friede, H. 2007. *Maxillary Growth Controversies After Two-Stage Palatal*
Repair With Delayed Hard Palate Closure in Unilateral Cleft Lip and
Palate Patients: Perspectives From Literature and Personal Experience.
Cleft Palate–Craniofacial Journal. Vol 44. No 2

Gandinia, P; Marta Mancinib; Federico Andreanic. 2006. *A Comparison of*
Hand-wrist Bone and Cervical Vertebral Analyses in Measuring Skeletal
Maturation. Vol 76. No 6. p 984-9

Generoso, Rodrigo; Elaine Cristina Sadoco; Mônica Costa Armond; Gustavo
Hauber Gameiro. 2010. *Evaluation of Mandibular Length in Subjects*
with Class I and Class II Skeletal Patterns Using the Cervical Vertebrae
Maturation. Braz Oral Res. Vol 24. No 1. p 46-51

London: W. B. Saunders Company. p. 69-71, 75-76.

Gray, H. 1918. *Anatomy of the Human Body*. 20th ed. Retrieved September, 21,
2010, from <http://www.bartleby.com/107/21.html>

Kaczmarek, M. 2002. *Adolescent Growth and Its Relation to Menarche, Dental
and Somatic Maturation*. Anthropology Rev. Vol 65. Pp 27-42.

Kamal; Ragini; Goyal S. 2006. *Comparative Evaluation of Hand Wrist
Radiograph with Cervical Vertebrae for Skeletal Maturation in 10-12
years old Children*. Journal Indian Soc Pedod Prev Dent.

Krailassiri, S; Anuwongnukroh, N; Dechkunakorn, S. 2002. *Relationships
Between Dental Calcification Stages and Skeletal Maturity Indicators in
Thai Individuals*. Angle Orthodontist. Vol 72. No 2.

Kreipe, R. E & Elizabeth R. McAnarney, 'Adolescent Medicine', in Richard E.
Behrman & Robert Kliegman (1st edition), *Nelson Essentials of
Pediatrics*, Saunders Company, Philadelphia, pp. 207

Kurita; Mitsuo, L; Menezes, A. V; Casanova, M. S; Haiter-Neto, F. 2007. *Dental
Maturity as an Indicator of Chronological Age: Radiographic
Assessment of Dental Age in Brazilian Population*. J Appl Oral. Vol 15.
No 2. p. 99-104.

Kyung-Suk Cha. 2003. *Skeletal Changes of Maxillary Protraction in Patients
Exhibiting Skeletal Class III Malocclusion: A Comparison of Three
Skeletal Maturation Groups*. Angle Orthodontist. Vol 73. No 1. Retrieved
March, 24, 2010

- Tsai, Chung-Chen Jane Yao; Mu-Hsiung Chen, Yi-Jane Chen; Chun-Pin Lin. 2008. *Radiographic Assessment of Skeletal Maturation Stages for Orthodontic Patients: Hand-wrist Bones or Cervical Vertebrae?*. J Formos Med Assoc. Vol 107. No 4.
- Maeda, A; Soejima, K; Ogura, M; Ohmure, H; Sugihara, K; Miyawaki, S. 2008. *Orthodontic Treatment Combined with Mandibular Distraction Osteogenesis and Changes in Stomatognathic Function*. Angle Orthodontist. Vol 78. No 6.
- Maria de Paula Caldas; Gláucia Maria Bovi Ambrosano; Francisco Haiter Neto. 2010. *Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects*. Braz Oral Res. Vol 24. No 1. p 120-6
- McGraw-Hill Concise Dictionary of Modern Medicine. 2002. The McGraw-Hill Companies. Retrieved April, 8, 2010, from <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/growth+spurt>
- Mitchel, L. 2007. *An Introduction to Orthodontics*. 3rd ed. UK: Oxford University Press. p 35-7
- Moyers, R. E. 1973. *Handbook of Orthodontics for the Student and General Practitioner*. 3rd ed. Chicago: Year Book Medical Publisher. p. 89, 91.
- Nassar, A.S. 2008. *The Relationships between Cervical Vertebral Maturation and Dental Calcification among Malays*. Retrieved May, 17, 2010 from http://eprints.usm.my/10399/1/THE_RELATIONSHIPS_BETWEEN_CERVICAL.pdf

- Negi, K. S. 2009. *Reliability of m3 (middle phalanx of 3rd finger) Stages in Assessment of Skeletal Maturation – a Correlative Study*. Orthodontic and Dentofacial Orthopedics Journal.
- Pambudi Rahardjo. 2009. *Ortodonti Dasar*. Edisi ke 1. Surabaya: Airlangga University Press. h. 8-14, 16-17.
- Pinandi Sri Pudyani. 2005. *Reversibilitas Kalsifikasi Tulang Akibat Kekurangan Protein Pre dan Post Natal*. Dental Journal. Vol 38. No 3. h.115-9.
- Pinkham, J. R et al. 2005. *Pediatric Dentistry: Infancy Through Adolescence*. 4th ed. China: Elsevier Saunders. p. 277-278.
- Proffit, W. R; Henry W. Fields,Jr; David M. Sarver. 2007. *Contemporary Orthodontics*. 5th ed. St Louis: Mosby Elsevier. p. 32, 43-7.
- Rahmawati Human. 2008. *Estimasi Derivatif Regresi Nonparametrik dengan Pendekatan Kernel untuk Menentukan Masa Pubertas Remaja*. ITS Library. Collection 3100007028788. Retrieved March, 20, 2010, from <http://digilib.its.ac.id/free/7424/ITS-Undergraduate-7424-LAMPIRAN-ESTIMASI%20DERIVATIF%20REGRESI%20NONPARAMETRIK%20DENGAN%20PENDEKATAN%20KERNEL%20UNTUK%20MENENTUKAN%20MASA%20PUBERTAS%20REMAJA.pdf>
- Rai, B & S C Anand. 2007. *Relation of Different Radiograph : Maturity Indicator*. Advances in Medical and Dental Science. Vol 1. No 1. p 15–8.
- Rasool, Ghulam; Ulfat Bashir; Ibadullah Kundi. 2010. *Comparative Evaluation between Cervical Vertebrae and Hand-Wrist Maturation for Assessment of Skeletal Maturity Orthodontic Patient*. Pakistan Oral & Dental Journal Vol 30, No. 1.

Rudolph, A M. 1991, *Rudolph's Pediatrics*, 19th ed. Appleton & Lange, United States of America. p. 39, 41.

Salzmann JA, 1974. *Orthodontics in daily practice*. Philadelphia: JB Lippincott Company.

San Roman, P; Juan Carlos Palma; M Dolores Oteo; Esther Nevado. 2002. *Skeletal Maturation Determined by Cervical Vertebrae Development*. European Journal of Orthodontics. Vol 24. p 303-11

Serafim, I. M; Vilani, G. N. L; Vânia Célia Vieira de Siqueira. 2010. *Relationship between Mandibular Growth and Skeletal Maturation in Young Melanodermic Brazilian Women*. Dental Press J. Orthod. v 15. no 2. p 58-70

Shirazi, M & Sh Etemad Moghadam. 1996. *Skeletodental Changes During The Pubertal Growth Spurt in Class II Div I Females : A Longitudinal Study*. Acta Medica Iranica 34 (3 & 4) : 89-94.

Sidlauskas; Antanas Laura Zilinskaite; Vilma Svalkauskiene. 2005. *Mandibular Pubertal Growth Spurt Prediction. Part One : Method Based on The Hand-Wrist Radiograph*. Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal. Vol 7. Page 16- 20

Siswanto, I. 2008. *Analisa Radiografi Vertebrata Servikalis Sebagai Diagnosa Pendukung Dalam Perawatan Ortodonti*. Retrieved November, 10, 2010, from <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/8452>

Soetjningsih. 2004. *Tumbuh Kembang Remaja dan Permasalahannya*. edisi ke 1. Jakarta: CV Sagung Setyo. h. 1,2,4,5,11

Stang, J and Mary Story. 2005. *Adolescent Growth and Development*. Guidelines
IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

for Adolescent Nutrition Services. Retrieved April, 5, 2010, from
http://www.epi.umn.edu/let/pubs/adol_book.shtm

Usman Said. 2004. *Interaksi Hormonal dan Kualitas Hidup pada Wanita*.
Simposium Pengaruh Hormonal terhadap Kualitas Hidup *Dies Natalis* FK
Unsri ke 42.

Verma, D; Peltomäki, T; Jäger, A. 2009. *Reliability of growth prediction with
hand – wrist radiographs*. European Journal of Orthodontics. Vol 31. p
438-42

Hasil Pengamatan dari Masing-Masing Pengamat

NO	USIA	PENGAMAT 1	PENGAMAT 2	PENGAMAT 3	HASIL
1	9th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
2	11th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
3	13th	CVS 3	CVS 3	CVS 3	CVS 3
4	13th	CVS 4	CVS 4	CVS 4	CVS 4
5	12th	CVS 2	CVS 2	CVS 2	CVS 2
6	12th	CVS 3	CVS 3	CVS 3	CVS 3
7	13th	CVS 4	CVS 4	CVS 4	CVS 4
8	13th	CVS 4	CVS 4	CVS 4	CVS 4
9	13th	CVS 4	CVS 4	CVS 4	CVS 4
10	14th	CVS 6	CVS 6	CVS 6	CVS 6
11	11th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
12	14th	CVS 5	CVS 5	CVS 5	CVS 5
13	14th	CVS 6	CVS 6	CVS 6	CVS 6
14	12th	CVS 4	CVS 4	CVS 4	CVS 4
15	12th	CVS 4	CVS 4	CVS 4	CVS 4
16	12th	CVS 3	CVS 3	CVS 3	CVS 3
17	9th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
18	9th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
19	10th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
20	9th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
21	11th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
22	10th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
23	9th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
24	14th	CVS 5	CVS 5	CVS 5	CVS 5
25	10th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
26	10th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
27	11th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
28	11th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
29	10th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1
30	11th	CVS 1	CVS 1	CVS 1	CVS 1

Lampiran 2**Analisis Data****NPar Tests****Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Kruskal-Wallis Test**Rank**

TRITMEN	N	Mean Rank
EFEK usia 9	5	7.00
usia 10	5	9.70
usia 11	5	9.70
usia 12	5	19.30
usia 13	5	20.60
usia 14	5	26.70
Total	30	

Test Statistics^{a,b}

	EFEK
Chi-Square	21.935
Df	5
Asymp.Sig.	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test

		Ranks		
TRITMEN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK	usia 9	5	5.00	25.00
	usia 10	5	6.00	30.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	10.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-1.000
Asymp.Sig.(2 tailed)	.317
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.690 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test

		Ranks		
TRITMEN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK	usia 9	5	5.00	25.00
	usia 11	5	6.00	30.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	10.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-1.000
Asymp.Sig.(2 tailed)	.317
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.690 ^a

a. Not corrected for ties

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 9	5	3.00	15.00
usia 12	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.795
Asymp.Sig.(2 tailed)	.005
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.008 ^a

a. Not corrected for ties

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 9	5	3.00	15.00
usia 13	5	8.00	40.00
Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.825
Asymp.Sig.(2 tailed)	.005
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test

		Ranks		
TRITMEN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK	usia 9	5	3.00	15.00
	usia 14	5	8.00	40.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	15.000
Z	-2.825
Asymp.Sig.(2 tailed)	.005
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test

		Ranks		
TRITMEN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK	usia 10	5	5.50	27.50
	usia 11	5	5.50	27.50
	Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	12.500
Wilcoxon W	27.500
Z	.000
Asymp.Sig.(2 tailed)	1.000
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	1.000 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 10	5	3.60	18.00
usia 12	5	7.40	37.00
Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	18.000
Z	-2.074
Asymp.Sig.(2 tailed)	.038
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Ranks

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 10	5	3.50	17.50
usia 13	5	7.50	37.50
Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	2.500
Wilcoxon W	17.500
Z	-2.228
Asymp.Sig.(2 tailed)	.026
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 10	5	3.10	15.50
usia 14	5	7.90	39.50
Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	.500
Wilcoxon W	15.500
Z	-2.629
Asymp.Sig.(2 tailed)	.009
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK	usia 11	5	3.60	18.00
	usia 12	5	7.40	37.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	18.000
Z	-2.074
Asymp.Sig.(2 tailed)	.038
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 11	5	3.50	17.50
usia 13	5	7.50	37.50
Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	2.500
Wilcoxon W	17.500
Z	-2.228
Asymp.Sig.(2 tailed)	.026
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK	usia 11	5	3.10	15.50
	usia 14	5	7.90	39.50
	Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	.500
Wilcoxon W	15.500
Z	-2.629
Asymp.Sig.(2 tailed)	.009
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.008 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN		N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK	usia 12	5	5.00	25.00
	usia 13	5	6.00	30.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	10.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-.561
Asymp.Sig.(2 tailed)	.575
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.690 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 12	5	3.50	17.50
usia 14	5	7.50	37.50
Total	10		

Test Statistics^b

	EFEK
Mann-Whitney U	2.500
Wilcoxon W	17.500
Z	-2.148
Asymp.Sig.(2 tailed)	.032
Exact Sig.(2*(1- tailed Sig.))	.032 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

NPar Tests**Descriptive Statistics**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
EFEK	30	2.87	1.852	1	6
TRITMEN	30	3.50	1.737	1	6

Mann-Whitney Test**Ranks**

TRITMEN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
EFEK usia 13	5	3.60	18.00
usia 14	5	7.40	37.00
Total	10		

Test Statistics^b

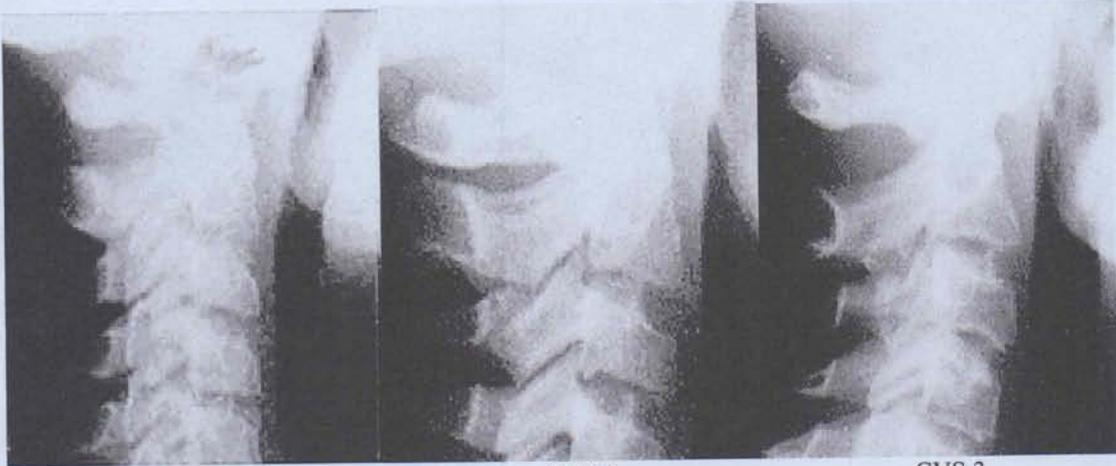
	EFEK
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	18.000
Z	-2.081
Asymp.Sig.(2 tailed)	.037
Exact Sig.(2*(1-tailed Sig.))	.056 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable : TRITMEN

Lampiran 3

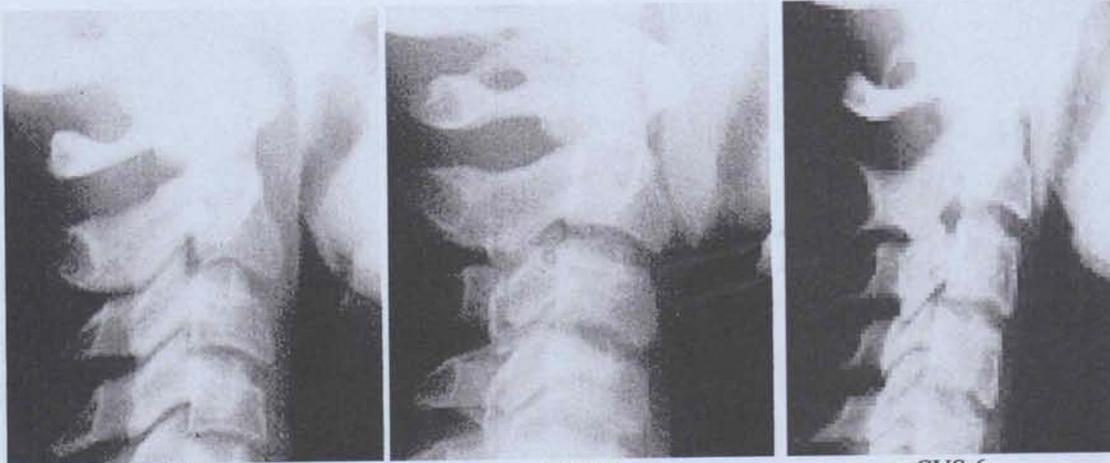
Gambaran Radiografik *Cervical Vertebrae Stages (CVS)*



CVS 1

CVS 2

CVS 3



CVS 4

CVS 5

CVS 6