

**DENTIN**  
**JURNAL KEDOKTERAN GIGI**  
**Vol VI. No 3. Desember 2022**

**KORELASI TINGKAT MATURITAS TULANG TANGAN DENGAN USIA  
 KRONOLOGIS PADA SUKU BANJAR**

**Ainna Dewi Iriani<sup>1)</sup>, Diana Wibowo<sup>2)</sup>, Juliyatin Putri Utami<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Preklinik Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

<sup>2)</sup> Departemen Ortodonti Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

<sup>3)</sup> Departemen Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin

**ABSTRACT**

**Background:** Treatment carried out at the peak of a growth stage is one of the keys to success of orthodontic treatment. The determination of growth and development using chronological age is considered less accurate. Biological age is considered more accurate in evaluating a person's maturity status, so bone age evaluation is an option. Hand radiographs are commonly used to assess skeletal maturity because they show different levels of ossification at each age level. **Objective:** to determine the correlation between the level of hand bone maturity and chronological age in Banjar people aged 10–14 years. **Methods:** Correlation analytic research with cross-sectional design. The population of this study is the Banjarese, with affordable populations in SDN Sungai Bilu 1 and SMPN 6, Banjarmasin. The samples for this study were male and female Banjares aged 10–14 years who met the inclusion criteria. The minimum sample size is 30 samples. **Results:** Spearman's test showed a significance value of  $p = 0.033$  ( $p < 0.05$ ) and the strength of the correlation  $r = 0.391$ . **Conclusion:** There is a correlation between the level of hand bone maturity and chronological age in Banjar people aged 10–14 years. The Banjar tribe aged 10–14 years are mostly found in the fifth hand bone maturity stage. The correlation strength value ( $r$ ) is 0.391, which means that the correlation between the level of hand bone maturity and chronological age is included in a moderate correlation.

**Keywords :** Banjarese population, Bone age, Chronological age, Hand-wrist maturation index

**ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Perawatan yang dilakukan ditahap puncak pertumbuhan adalah salah satu kunci keberhasilan perawatan ortodontik. Penentuan pertumbuhan dan perkembangan menggunakan usia kronologis dinilai kurang akurat karena pertumbuhan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya ras. Usia biologis dinilai lebih akurat dalam mengevaluasi status kematangan seseorang dibanding usia kronologis, sehingga evaluasi *bone age* menjadi pilihan. Radiografi tangan umum digunakan untuk menilai maturitas skeletal karena memperlihatkan perbedaan tingkat osifikasi pada setiap tingkatan umur. **Tujuan:** Untuk mengetahui korelasi tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada suku Banjar usia 10-14 tahun. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik korelasi dengan rancangan *cross sectional*. Populasi penelitian ini adalah suku Banjar dengan populasi terjangkau pada siswa di SDN Sungai Bilu 1 dan SMPN 6 Banjarmasin. Sampel penelitian ini adalah laki-laki dan perempuan suku Banjar berusia 10-14 tahun yang memenuhi kriteria inklusi. Besar sampel minimal dihitung menggunakan rumus analitik korelatif dan didapatkan hasil sebanyak 30 sampel. **Hasil:** Uji *Spearman* korelasi tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada suku Banjar usia 10-14 tahun menunjukkan nilai signifikansi  $p = 0,033$  ( $p < 0,05$ ) dan kekuatan korelasi  $r = 0,391$ . **Kesimpulan:** Terdapat korelasi antara tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada suku Banjar usia 10-14 tahun. Suku Banjar usia 10-14 tahun paling banyak terdapat pada tahap maturitas tulang tangan ke-lima. Nilai kekuatan korelasi ( $r$ ) sebesar 0,391 yang artinya korelasi antara tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis termasuk dalam korelasi moderat.

**Kata kunci :** Indeks maturasi pergelangan tangan, Suku Banjar, Usia kronologis, Usia tulang

**Korespondensi:** Ainna Dewi Iriani; Program Studi Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Veteran No 12B, Banjarmasin, Kalimantan Selatan; E-mail: irianina@yaho.co.id

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan proses berkelanjutan yang terjadi sejak manusia dalam kandungan dan berlanjut hingga dewasa.<sup>1</sup> Pemanfaatan perawatan yang dilakukan ditahap usia puncak pertumbuhan adalah salah satu kunci keberhasilan perawatan ortodontik karena dengan memanfaatkan *growth spurt* perawatan ortodontik seperti penggunaan traksi ekstra oral dan peranti myofungsional akan memberikan hasil yang lebih baik.<sup>2</sup> Pubertal *growth spurt* pada perempuan biasanya dimulai pada usia 10 hingga 12 tahun, sedangkan pada anak laki-laki dimulai pada usia 12 hingga 14 tahun.<sup>2,3</sup>

Penentuan pertumbuhan dan perkembangan menggunakan usia kronologis dinilai kurang akurat karena pertumbuhan dan perkembangan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya ras.<sup>4,5</sup> Usia biologis dinilai lebih akurat dalam mengevaluasi status kematangan seseorang dibanding usia kronologis, sehingga evaluasi *bone age* menjadi pilihan.<sup>6,7</sup> Penentuan *bone age* seringkali didapatkan dari bantuan radiografi tangan dan kaki, mata kaki, pinggul, siku, dan vertebra servikalis.<sup>3</sup> Metode radiografi cocok diaplikasikan pada pasien karena non-invasif. Analisis radiografi pada tangan dinilai lebih efektif karena murah dan sederhana sehingga lebih banyak digunakan.<sup>8,9</sup> Radiografi tangan umum digunakan untuk menilai maturitas skeletal karena memperlihatkan perbedaan tingkat osifikasi pada setiap tingkatan umur. Penilaian analisis radiografi tangan juga dapat menunjukkan adanya korelasi dengan pertumbuhan wajah selama masa pubertas.<sup>3,7</sup>

Perkembangan analisis radiografi tangan mulai dikembangkan oleh Greulich dan Pyle pada tahun 1959, selain itu analisis maturitas tulang tangan ini juga dikembangkan oleh Bjork pada tahun 1972, serta Grave dan Brown pada tahun 1976.<sup>3</sup> Penentuan maturitas tulang tangan menggunakan analisis Bjork, Grave dan Brown dinilai dapat melihat gambaran perkembangan tulang lebih mudah dan penentuan usia skeletal dapat lebih tepat dan akurat. Bjork membagi proses maturasi menjadi 8 tahap perkembangan maturasi dari usia 8 tahun sampai dengan usia 18 tahun, lalu Grave dan Brown menambahkan enam pusat osifikasi tulang lain.<sup>3</sup>

Berdasarkan uraian di atas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai korelasi tingkat maturitas tulang tangan (*hand wrist bone*) dengan usia kronologis. Menurut pandangan peneliti sampai saat ini di Indonesia belum banyak penelitian yang meneliti hal ini, khususnya pada suku Banjar. Oleh karena itu, peneliti ingin menganalisis adakah korelasi antara

tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada suku Banjar usia 10-14 tahun.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai setelah memperoleh surat kelaikan etik penelitian No. 020/KEPKG-FKGULM/EC/IV/2022 yang dikeluarkan oleh komite etik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Lambung Mangkurat. Penelitian ini merupakan penelitian analitik korelasi dengan rancangan *cross sectional*. Populasi pada penelitian ini adalah laki-laki dan perempuan suku Banjar dengan populasi terjangkau pada siswa di SDN Sungai Bilu 1 dan SMPN 6 Banjarmasin. Sampel penelitian ini adalah laki-laki dan perempuan suku Banjar berusia 10-14 tahun yang memenuhi kriteria inklusi.

Kriteria inklusi pada penelitian ini yaitu: wanita usia 10-12 tahun, laki-laki usia 12-14 tahun, suku Banjar (minimal dua generasi di atasnya), bertempat tinggal di Banjarmasin sejak lahir, dan bisa berbahasa Banjar. Kriteria eksklusi pada penelitian ini yaitu gambar radiografi tidak dapat diinterpretasi. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling*. Besar sampel minimal dihitung menggunakan rumus analitik korelatif dan didapatkan hasil sebanyak 30 sampel.

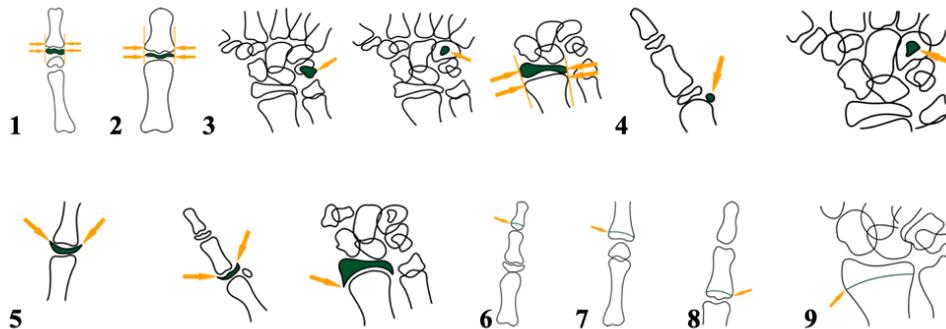
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah radiografi tangan, *radiograph viewer*, dan alat tulis untuk mencatat hasil analisis. Sebelum dianalisis lebih lanjut, dilakukan uji inter operator terlebih dahulu menggunakan uji kesesuaian kategorik *Kappa* untuk menyamakan persepsi peneliti dan pakar.

Prosedur penelitian diawali dengan mengajukan *ethical clearance*, kemudian orang tua subjek penelitian mengisi dan menandatangani lembar keikutsertaan dalam penelitian serta *informed consent*. Subjek kemudian dilakukan pengambilan foto radiografi tangan, dilanjutkan dengan analisis radiografi tangan menggunakan metode analisis Bjork, Grave dan Brown.

Penentuan maturasi tulang tangan menurut Bjork, Grave dan Brown terbagi menjadi 9 tahap (Gambar 1). Tahap 1 (PP2): epifisis proksimal *phalanx* jari telunjuk memiliki lebar yang sama dengan diafisis, tahap 2 (MP3): epifisis *middle phalanx* jari tengah sama dengan diafisis, tahap 3 (Pisi-, H1-, R=) : terlihat adanya osifikasi pisiforme, osifikasi prosesus hamular hamatum dan epifisis tulang radius sama dengan diafisis, tahap 4 (S,H2) : mineralisasi pertama sesamoid ulnar dari sendi metacarpophalangeal hamatum dan osifikasi progresif dari prosesus hamular hamatum, tahap 5 (MP3cap,PP1cap,Rcap) : epifisis menyelimuti diafisis seperti topi (*cap*) pada *middle phalanx* jari tengah, proksimal *phalanx* ibu jari, dan tulang radius, tahap 6 (DP3u)

: penyatuan (*union*) epifisis dan diafisis yang terlihat pada distal phalanx jari tengah, tahap 7 (PP3u): penyatuan (*union*) epifisis dan diafisis proksimal *phalanx* jari tengah, tahap 8 (MP3u) :

penyatuan (*union*) epifisis dan diafisis *middle phalanx* jari tengah, tahap 9 (Ru) : penyatuan epifisis dan diafisis pada radius.



Gambar 1. Tahap maturitas tulang tangan berdasarkan analisis Bjork, Grave, dan Brown



Gambar 2. Klasifikasi tahap maturitas tulang tangan: a tahap empat; b tahap lima; c tahap enam

**HASIL**

Jumlah responden penelitian sebanyak 30 responden. Usia minimum pada penelitian ini adalah 10 tahun dan usia maksimum adalah 14 tahun.

Tabel 1. Frekuensi Usia Responden

Usia (Tahun)	Frekuensi	Persentase
10	4	13%
11	4	13%
12	11	37%
13	8	27%
14	3	10%
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>

Responden berusia 12 tahun merupakan responden paling banyak dengan jumlah 11 orang (37% dari total persentase). Responden paling sedikit pada penelitian ini berusia 14 tahun yang berjumlah tiga orang (10% dari total persentase).

Tabel 2. Frekuensi Responden Berdasarkan Usia dan Jenis kelamin

Jenis Kelamin	Variabel	Frekuensi	Persentase	Total
<b>Perempuan</b>	10 Tahun	4	13%	46%
	11 Tahun	4	13%	
	12 Tahun	6	20%	
<b>Laki-Laki</b>	12 Tahun	5	17%	54%
	13 Tahun	8	27%	
	14 Tahun	3	10%	
<b>Total</b>		30		100%

Usia paling banyak pada responden perempuan adalah 12 tahun yaitu sebesar enam responden (20%). Pada responden laki-laki, usia paling banyak adalah 13 tahun dengan jumlah 8 responden (27%). Jumlah responden laki-laki secara total lebih banyak jika dibandingkan dengan responden perempuan yaitu sebesar 54% dengan jumlah sebanyak 16 orang.

**Tabel 3.** Distribusi Tingkat Maturitas Tulang Tangan dengan Usia Kronologis pada Responden

Tingkat Maturitas	Usia Kronologis						Total
	Perempuan			Laki-Laki			
	10	11	12	12	13	14	
Tahap 3	3(10%)	1(3,3%)	0(0%)	2(6,7%)	1(3,4%)	0(0%)	7(23,4%)
Tahap 4	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1(3,3%)	1(3,3%)	0(0%)	2(6,6%)
Tahap 5	1(3,2%)	3(10%)	1(3,2%)	2(7%)	5(16,6%)	0(0%)	12(40%)
Tahap 6	0(0%)	0(0%)	1(3,3%)	0(0%)	1(3,3%)	2(6,7%)	4(13,3%)
Tahap 8	0(0%)	0(0%)	4(13,4%)	0(0%)	0(0%)	1(3,3%)	5(16,7%)
<b>Total</b>	4(13,3%)	4(13,3%)	6(20%)	5(17%)	8(26,4%)	3(10%)	30(100%)

Hasil penelitian tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada Tabel 3 menunjukkan responden paling banyak memasuki tahap maturitas ke-lima, yang ditunjukkan dengan adanya bentuk topi (*cap*) pada MP3, PP1, dan radius. Sebanyak 12 responden (40%) dari total

responden penelitian sudah mencapai tahap maturitas ke-lima. Tahap maturitas ke-empat merupakan tahap maturitas paling sedikit yang dicapai oleh responden penelitian. Hanya terdapat dua responden (6,6%) yang masuk tahap maturitas ke-empat.

**Tabel 4.** Analitik korelasi hasil penelitian

Tingkat Maturitas Tulang Tangan	Usia Kronologis		
	Kekuatan Korelasi (r)	Nilai Signifikansi (p)	Arah Korelasi (+/-)
	0,391	0,033	(+)

Nilai signifikansi ( $p$ ) = 0,033 ( $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa terdapat korelasi secara statistik antara tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada suku Banjar usia 10-14 tahun. Nilai kekuatan korelasi ( $r$ ) = 0,391 dengan arah hubungan positif atau hubungan

variabel berbanding lurus, yaitu jika tingkat maturitas tulang tangan meningkat maka usia kronologis juga meningkat. Nilai kekuatan korelasi 0,391 termasuk dalam korelasi variabel moderat atau korelasinya tidak lemah ataupun kuat.

## PEMBAHASAN

Pemeriksaan tingkat maturitas tulang tangan dilakukan dengan analisis Bjork, Grave dan Brown yang terbagi dalam 9 tahap maturitas tulang tangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa puncak pertumbuhan (*pubertal growth spurt*) terjadi berbeda-beda antar individu, hal ini dikarenakan pertumbuhan dan perkembangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya herediter, ras serta sosioekonomi seseorang yang berbeda.<sup>2,5</sup>

Hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa sebanyak 4 responden perempuan (13,4%) berusia 12 tahun sudah lebih dulu mencapai penyatuan epifisis MP3<sub>u</sub> *stage*. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Motghare dkk. (2016) yang menemukan bahwa usia rata-rata setiap tahap kematangan tulang secara konsisten lebih cepat pada subjek perempuan. Hasil penelitian Motghare dkk. (2016) menunjukkan bahwa perempuan mencapai tahap maturasi ke-lima (MP3<sub>cap</sub>,

PP1<sub>cap</sub>, R<sub>cap</sub>) pada usia 12 tahun sedangkan pada laki-laki pada usia 14 tahun.<sup>10</sup> Yadav dkk. (2017)

mengevaluasi tahap kematangan tulang pada 120 sampel dan menemukan bahwa usia tulang pada perempuan lebih maju jika dibandingkan dengan pria. Macha dkk. (2017) juga menemukan bahwa perempuan mencapai pematangan tulang lebih cepat dibandingkan dengan laki-laki.<sup>6,11</sup> Belum diketahui secara pasti mengapa perempuan lebih cepat mengalami puncak pertumbuhan dibandingkan dengan laki-laki, namun selama enam generasi usia *menarche* di sebagian besar negara industri barat menurun empat tahun sebagai konsekuensi dari kehidupan yang terus berubah dan perubahan lingkungan.<sup>12</sup> Estrogen adalah hormon penting dalam mengendalikan percepatan dan fusi lempeng pertumbuhan pada wanita maupun laki-laki.<sup>13</sup> Penyatuan epifisis lebih cepat terjadi pada wanita karena wanita didominasi oleh hormon estrogen. Hormon estrogen penting untuk pengaturan menstruasi, siklus reproduksi serta merangsang proliferasi sel epitel kelenjar payudara. Hormon estrogen juga berperan dalam proses pertumbuhan tulang yang bertanggung

jawab untuk penutupan epifisis, sehingga pertumbuhan tulang pada wanita berhenti lebih cepat. Estrogen juga terdapat pada laki-laki, namun jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan wanita. Laki-laki lebih didominasi oleh hormon testosteron yang penting untuk meningkatkan kecepatan sintesis protein dalam tubuh untuk pembentukan matriks organik tulang yang disekresikan oleh osteoblas selama proses mineralisasi tulang sebagai bagian dari pertumbuhan dan pembentukan masa tulang.<sup>14</sup>

Puncak pertumbuhan terjadi pada perempuan usia 10-12 tahun dan laki-laki usia 12-14 tahun.<sup>2,3</sup> Hasil penelitian evaluasi usia tulang tangan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa responden paling banyak yaitu 12 responden (40%) berada dalam fase maturasi tahap ke-lima yang mengindikasikan seseorang sedang mencapai puncak pertumbuhan, ditandai dengan adanya bentuk *cap* (epifisis menyelimuti diafisis seperti topi) pada MP3, PP1, dan R. Hasil ini sejalan dengan penelitian Basallo dkk. (2016), menggunakan lima metode radiografi untuk menilai maturitas tulang, salah satunya adalah metode Bjork, Grave dan Brown. Penelitian Basallo dkk. (2016) menunjukkan bahwa responden paling banyak yaitu 55 responden (27,6%) berada pada maturasi tahap ke-lima.<sup>15</sup> Hasil ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa puncak pertumbuhan biasanya terjadi pada perempuan usia 10-12 tahun dan laki-laki usia 12-14 tahun.<sup>2,3,16</sup>

Hasil uji analisis korelasi non parametrik *Spearman* menunjukkan nilai signifikansi ( $p$ ) sebesar 0,033 yang menyatakan terdapat korelasi antara tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada suku Banjar. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Basallo dkk. (2016) yang menyatakan terdapat korelasi antara tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis menggunakan analisis Bjork, Grave dan Brown.<sup>15</sup> Tabel 3 menunjukkan bahwa sebanyak 4 responden (13,4%) perempuan suku Banjar berusia 12 tahun sudah mencapai tahap 8 (*MP3<sub>u</sub> stage*). Temuan ini berbeda dengan Motghare dkk. (2016) dalam penelitiannya menemukan tahap *MP3<sub>u</sub> stage* baru dicapai pada perempuan rata-rata usia 13,1 tahun.<sup>10</sup> Perbedaan ini dapat terjadi akibat perbedaan populasi dan interaksi kompleks antara efek gen, faktor lingkungan (nutrisi, status sosial ekonomi), lokasi geografis serta etnis.<sup>13,17</sup>

Studi kembar yang dilakukan di Cina pada 139 pasangan kembar monozigot dan 95 dizigot menyimpulkan bahwa efek genetik memainkan peran penting dalam perkembangan tulang tangan dan pergelangan tangan pada anak kembar di Cina.<sup>18</sup> Correa, (2017) menyatakan bahwa tingkat

hormon seks lebih tinggi pada anak dengan kelebihan berat badan dapat merangsang pertumbuhan kerangka lebih cepat. Correa menyimpulkan bahwa kadar androgen adrenal terkait dengan peningkatan *bone age*.<sup>19</sup> Penelitian yang dilakukan oleh Uday dkk. (2021) di lima lokasi terdapat Kabul, Afghanistan dengan kondisi sosial ekonomi yang rendah menyatakan bahwa anak Afghanistan yang kekurangan nutrisi memiliki rata-rata *bone age* lebih rendah dibanding anak-anak dengan nutrisi yang cukup.<sup>20</sup> Etnis juga merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi tingkat pematangan tulang.<sup>21,22</sup> Studi pada dua kelompok etnis kulit hitam dan putih di Afrika Selatan, menyimpulkan bahwa pola pematangan anak laki-laki kulit hitam tertunda 7 bulan dibandingkan dengan anak laki-laki kulit putih.<sup>22</sup>

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis pada suku Banjar usia 10-14 tahun. Suku Banjar usia 10-14 tahun paling banyak terdapat pada tahap maturitas tulang tangan ke-lima. Nilai kekuatan korelasi ( $r$ ) sebesar 0,391 yang artinya korelasi antara tingkat maturitas tulang tangan dengan usia kronologis termasuk dalam korelasi variabel moderat (korelasinya tidak lemah ataupun kuat).

Penelitian lanjutan mengenai analisis maturitas tulang tangan dengan metode Bjork, Grave dan Brown perlu mempertimbangkan rentang usia sampel yang lebih luas selain usia 10-14 tahun serta jumlah responden dapat ditingkatkan dan seimbang antara kedua jenis kelamin.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Romdlon MA, Logamarta SW, Anggraeni Y. The relationship of cervical vertebral maturation (CVM) stage and anteroposterior facial dimension in Indonesian population. *Berkala Ilmiah Kedokteran Duta Wacana*.2020;5(2):67.
2. Arifin R, Noviyandri PR, Shatia LS. Hubungan usia skeletal dengan puncak pertumbuhan pada pasien usia 10-14 tahun di RSGM UNSYIAH. *Cakradonya Dent J*.2017;9(1):45.
3. Pawinru AS. Analisis Radiografi Tangan pada Perawatan Ortodontik. *Makassar Dent J*. 2015;4(2):67-68.
4. Aflanie I, Qomariah N, Mashuri. Korelasi Panjang Lengan Bawah dan Tinggi Badan Mahasiswi Suku Banjar Fakultas Kedokteran Universitas Lambung Mangkurat. *Berkala Kedokteran*.2017;13(1):1-6.

5. Tang FH, Chan JLC, Chan BKL. Accurate Age Determination for Adolescents Using Magnetic Resonance Imaging of the Hand and Wrist with an Artificial Neural Network-Based Approach. *Journal of Digital Imaging*. 2019 Apr 15;32(2):283–9.
6. Yadav V, Loomba A, Autar R. A comparative evaluation of dental calcification stages and skeletal maturity indicators in North-Indian children. *National Journal of Maxillofacial Surgery*. 2017;8(1):26.
7. Alhazmi A, Aldossary M, Palomo JM, Hans M, Latimer B, Simpson S. Correlation of Spheno-occipital Synchondrosis Fusion Stages With a Hand-Wrist Skeletal Maturity Index: A cone beam computed tomography study. *Angle Orthodontist*. 2021;91(4):539.
8. Yulianti NR, Irmamanda DH, Kusuma F. Perbandingan Prakiraan Usia dari Tooth Coronal Index Metode Benindra dengan Usia Kronologis pada Suku Banjar. *Dentino Jurnal Kedokteran Gigi*. 2017;1(1):28-33.
9. Benjavongkulchai S, Pittayapat P. Age estimation methods using hand and wrist radiographs in a group of contemporary Thais. *Forensic Sci Int*. 2018 Jun;287:218.e1-218.e8.
10. Motghare PC, Bedia AS, Degwekar SS, Indurkar AD, Bedia S. Correlation of calcification of permanent mandibular canine, mandibular premolars, and permanent mandibular first and second molars with skeletal maturity in Indian population. *J Forensic Dent Sci*. 2016 May-Aug;8(2):67-73.
11. Macha M, Lamba B, Avula JSS, Muthineni S, Margana PGJS, Chitoori P. Estimation of Correlation between Chronological Age, Skeletal Age and Dental Age in Children- A Cross-sectional Study. *J Clin Diagn Res*. 2017 Sep;11(9):1-4.
12. Hochberg Z. Diagnosis of Endocrine: On the need for national-, racial-, or ethnic-specific standards for the assessment of bone maturation. *Eur J Endocrinol*. 2016 Feb;174(2):R65-70.
13. Soliman A, De Sanctis V, Elalaily R, Bedair S. Advances in pubertal growth and factors influencing it: Can we increase pubertal growth?. *Indian J Endocrinol Metab*. 2014 Nov;18(1):53-62.
14. Ginting R, Simbolon DLH. Correlation of the vertical dimension of occlusion with five distances between facial landmarks among those of Batak Toba ethnicity. *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*. 2020 Mar 31.53(1):30.
15. Camacho-Basallo P, Yáñez-Vico RM, Solano-Reina E, Iglesias-Linares A. Five radiographic methods for assessing skeletal maturity in a Spanish population: is there a correlation?. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2017 Feb 17;75(2):106–12.
16. Arifin R, Noviyandri PR, Lusmana FM. Hubungan usia dental dengan puncak pertumbuhan pada pasien usia 10-14 tahun di RSGM UNSYIAH. *J Syiah Kuala Dent Soc*. 2016.1(2):96-102.
17. Mansourvar M, Ismail M, Raj R, Kareem S, Aik S, Gunalan R, Antony C. The applicability of Greulich and Pyle atlas to assess skeletal age for four ethnic groups. *J Forensic Leg Med*. 2014 Feb;1(1): 26-29.
18. Dong LY, Tan JB, Zhao JL, Jiang FC, Tian XC, Ning F, Wang SJ, Zhang DF, Pang ZC, Zhao ZT. Genetic and environmental effects on the bone development of the hand and wrist in Chinese young twins. *Biomed Environ Sci*. 2015 Mar;28(3):235-8.
19. Correa F, França M, Fang Q, Ma Q, Bachega T, Rodrigues A, Ozel B, Li JZ, Mendonca B, Jorge A, Carvalho L, Camper S, Arnhold I. Growth hormone deficiency with advanced bone age: phenotypic interaction between GHRH receptor and CYP21A2 mutations diagnosed by sanger and whole exome sequencing. *Arch Endocrinol Metab*. 2017 Dec;61(6):633-636.
20. Uday S, Manaseki-Holland S, Bowie J, Mughal MZ, Crowe F, Högler W. The effect of vitamin D supplementation and nutritional intake on skeletal maturity and bone health in socio-economically deprived children. *Eur J Nutr*. 2021 Sep;60(6):3343-3353.
21. Alshamrani K, Hewitt A, Offiah AC. Applicability of two bone age assessment methods to children from Saudi Arabia. *Clinical Radiology*. 2020 Feb 1;75(2):156.e1-156.e9.
22. Cole TJ, Rousham EK, Hawley NL, Cameron N, Norris SA, Pettifor JM. Ethnic and sex differences in skeletal maturation among the Birth to Twenty cohort in South Africa. *Archives of Disease in Childhood*. 2015 Feb 1;100(2):138–43.