

ANATOMI DAN FISILOGI KELENJAR PARATIROID

Selvianti, Widodo Ario Kentjono

Dep/SMF Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok
Bedah Kepala dan Leher

Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo Surabaya

PENDAHULUAN

Sir Richard Owen, seorang kurator dari *London Zoological Garden*, pada tahun 1849 melakukan otopsi pada seekor *Rhinoceros* (badak) yang diberikan kepada *London Zoo* oleh pemerintah India. Deskripsi Sir Owen tentang struktur misterius yang ia temukan di daerah leher *Rhinoceros* mengarah kepada struktur normal dari kelenjar paratiroid, “.....a small, yellow, glandular body.....attached to the thyroid at the point where the vein emerge”^{1,2}

Anton Wolfer, pada tahun 1879 mendokumentasikan adanya hubungan antara tiroidektomi total dan terjadinya tetani pada pasien yang dioperasi oleh C.A. Theodor Billroth.¹

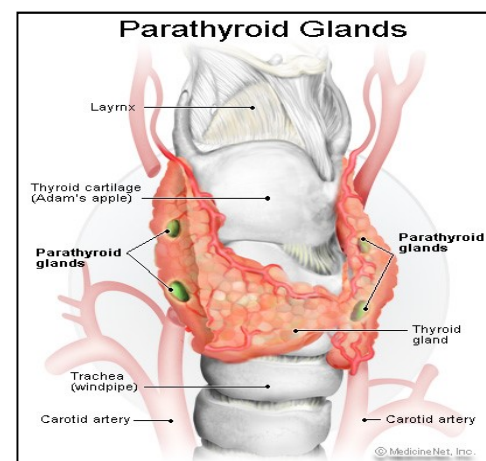
Deskripsi mengenai kelenjar paratiroid pada manusia pertama kali dilakukan oleh Ivar Sandstrom, mahasiswa kedokteran dari Uppsala Swedia, tahun 1880. Ia menyarankan agar struktur tersebut diberi nama “*glandulae parathyroidae* “. Saat itu, fungsi struktur *glandulae parathyroidae* belum diketahui.^{1,2}

Friedrich von Recklinghausen pada tahun 1891 menggambarkan suatu penyakit fibrokistik pada tulang yang terjadi akibat hiperparatiroidisme. Sedangkan asosiasi antara hiperparatiroid dengan osteitis fibrosa kistik (*von Recklinghausen's disease*) dideskripsikan pertama kalinya oleh Askanazy tahun 1903.¹ Penentuan kadar kalsium serum dapat dilakukan pada tahun 1909 dan selanjutnya dapat dipastikan adanya hubungan antara level kalsium serum dengan kelenjar paratiroid.¹

Melihat pentingnya kelenjar paratiroid dan pesatnya perkembangan ilmu kedokteran saat ini, maka kami ingin mempelajari lebih jauh tentang kelenjar paratiroid. Tujuan makalah ini dibuat adalah untuk menguraikan tentang anatomi dan fisiologi kelenjar paratiroid dalam hubungannya dengan homeostasis kalsium tubuh.

ANATOMI

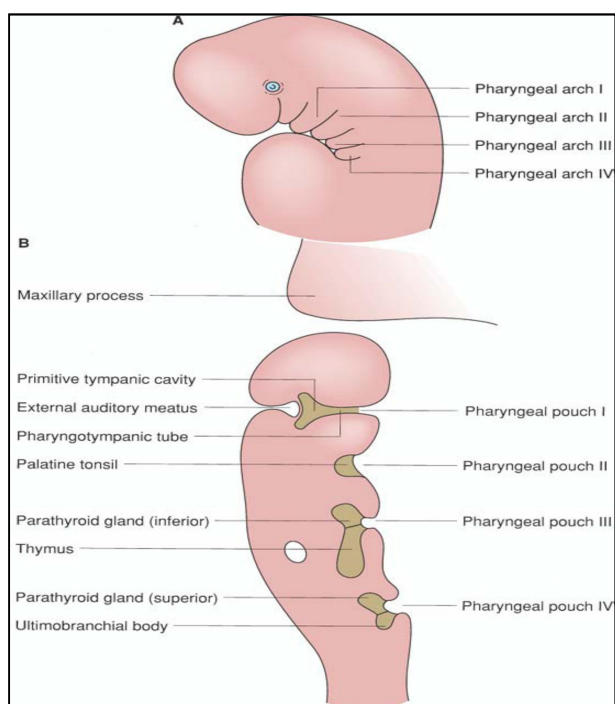
Umumnya, manusia mempunyai 4 buah kelenjar paratiroid yang terletak di daerah leher, 2 buah di bagian superior dan 2 lagi di bagian inferior, dorsal dari kelenjar tiroid.^{3,4} Bentuk kelenjar paratiroid normal adalah kecil, ovoid, *flat* dan berwarna kecoklatan sampai agak kuning.^{3,5,6} Ukurannya bervariasi antara 5 – 7 mm (panjang) x 3 – 4 mm (lebar) x 0,5 – 2 mm (tebal) dengan berat masing-masing kelenjar berkisar antara 30 – 50 mg.^{1,3,6} Gambar 1 menunjukkan kelenjar paratiroid yang terletak di dorsal kelenjar tiroid, 2 buah di bagian superior dan 2 buah di bagian inferior.



Gambar 1. Kelenjar paratiroid (4 buah) terletak di dorsal kelenjar tiroid.⁷

Embriologi

Kelenjar paratiroid berasal dari jaringan endodermal kantong faringeal (*pharyngeal pouches wall*).^{5,6} Kantong faringeal berasal dari arkus faringeal. Perkembangan arkus faringeal lebih lanjut menjadi kantong faringeal terjadi pada minggu kelima gestasi ditunjukkan pada Gambar 2(A). Selanjutnya epithelium kantong faringeal mengalami diferensiasi menjadi bakal organ seperti yang terlihat pada Gambar 2(B). Berdasarkan embriologi, kelenjar paratiroid dibagi menjadi kelompok superior dan kelompok inferior.



Gambar 2. (A) Perkembangan arkus faringeal menjadi kantong faringeal
(B) Diferensiasi kantong faringeal menjadi bakal organ.³

Kelenjar paratiroid inferior juga dikenal dengan *parathyroid thirds* karena berasal dari bagian lateral kantong faringeal ketiga (*wing of the third pharyngeal pouch*).^{5,8} Pada minggu kelima dan keenam gestasi,

terjadi diferensiasi jaringan paratiroid yang berasal dari bagian dorsal epitel endoderm kantong faringeal ketiga.⁹ Bagian ventral kantong faringeal berkembang menjadi kelenjar timus. Awalnya kedua bagian ventral dan dorsal saling berhubungan dengan dinding faringeal, namun pada minggu ketujuh gestasi terjadi diskoneksi antara dinding ventral dan dorsal terhadap dinding faringeal.^{8,9} Kelenjar timus lalu bergerak menuju kaudal dan medial, diikuti oleh kelenjar paratiroid, kemudian terjadi diskoneksi antara paratiroid dengan timus. Selanjutnya kelenjar paratiroid inferior menetap pada permukaan posterior kelenjar tiroid, biasanya pada bagian luar kapsul fibrosa kelenjar tiroid.^{8,9}

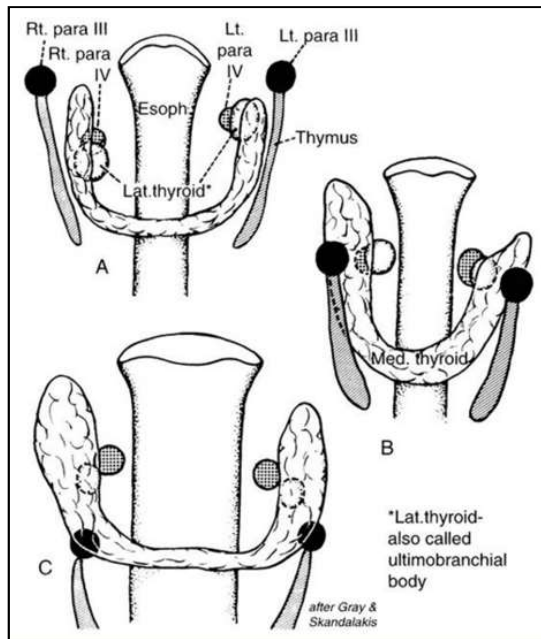
Kelenjar paratiroid superior juga dikenal dengan *parathyroid fourths* karena berasal dari lateral kantong faringeal keempat yang berdiferensiasi pada minggu gestasi kelima dan keenam.^{5,8} Pada minggu ketujuh gestasi terjadi diskoneksi paratiroid dengan dinding faringeal.⁸ Kemudian sambil bergerak ke arah kaudal, paratiroid menempel pada kelenjar tiroid untuk mencapai posisi final pada permukaan posterior kelenjar tiroid dan menetap sebagai kelenjar paratiroid superior.^{8,9} Gambar 3 menunjukkan lokasi perpindahan kelenjar tiroid, paratiroid dan jaringan sekitarnya serta perkiraan lokasi kelenjar paratiroid setelah migrasi terjadi.

Kelenjar paratiroid superior umumnya terletak lebih posterior dan lebih medial daripada paratiroid inferior, biasanya pada permukaan dorsal kelenjar tiroid diluar kapsul fibrosa tiroid.⁸ Karena jarak migrasi antara kelenjar paratiroid superior yang lebih pendek daripada paratiroid inferior maka paratiroid superior mempunyai lokasi yang lebih konstan daripada paratiroid inferior.^{5,8,11} Sekitar 80% kelenjar paratiroid superior terdapat pada bagian

posterolateral kelenjar tiroid, tepat diatas dari ujung terminal arteri tiroidea inferior dekat artikulus krikotiroid. Sedangkan 20% sisanya berlokasi pada bagian posterolateral dari *pole* atas lobus tiroid, bagian posterior mediastinum, atau melekat pada parenkim tiroid.^{3,11} Pada Gambar 4(A) dapat dilihat variasi lokasi kelenjar paratiroid superior terhadap jaringan sekitarnya yang ditampilkan dalam persentase.

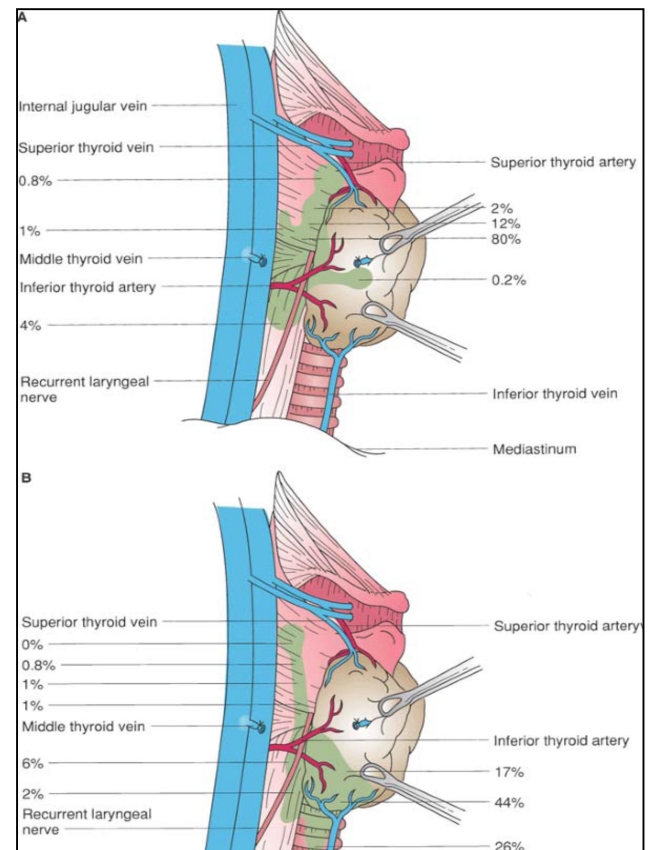
Variasi lokasi kelenjar paratiroid inferior terhadap sekitarnya ditunjukkan pada Gambar 4(B) dengan jumlah dalam persentase.

Sekitar 1–15 % individu ditemukan adanya kelenjar paratiroid *supernumerary* atau berjumlah lebih dari 4 buah yang kemungkinan berhubungan dengan fragmentasi jaringan lobulus timus pada saat migrasi berlangsung.^{3,8,11} Jumlah kelenjar paratiroid kurang dari 4 buah juga didapatkan pada sekitar 3% individu yang mungkin disebabkan oleh kegagalan diferensiasi atau terjadinya atrofi pada fase awal perkembangan.⁸



Gambar 3. (A) dan (B) Migrasi kelenjar tiroid, paratiroid dan sekitarnya. (C) Perkiraan lokasi kelenjar paratiroid setelah migrasi.¹⁰

Kelenjar paratiroid inferior mempunyai lokasi yang lebih bervariasi daripada paratiroid superior.^{1,5,11} Sekitar 40 - 60% terdapat pada bagian bawah *pole* tiroid, 40% lagi berada di sekitar lidah timus atau di *thyrothymic ligament* dan 20% sisanya mempunyai lokasi yang lebih bervariasi antara lain pada lateral kelenjar tiroid, mediastinal timus, beberapa cm dari *sternal notch*, bahkan pada keadaan yang jarang bisa mencapai *carotid sheath* atau setinggi bifurkasi arteri karotis komunis.^{1,5,8,11}



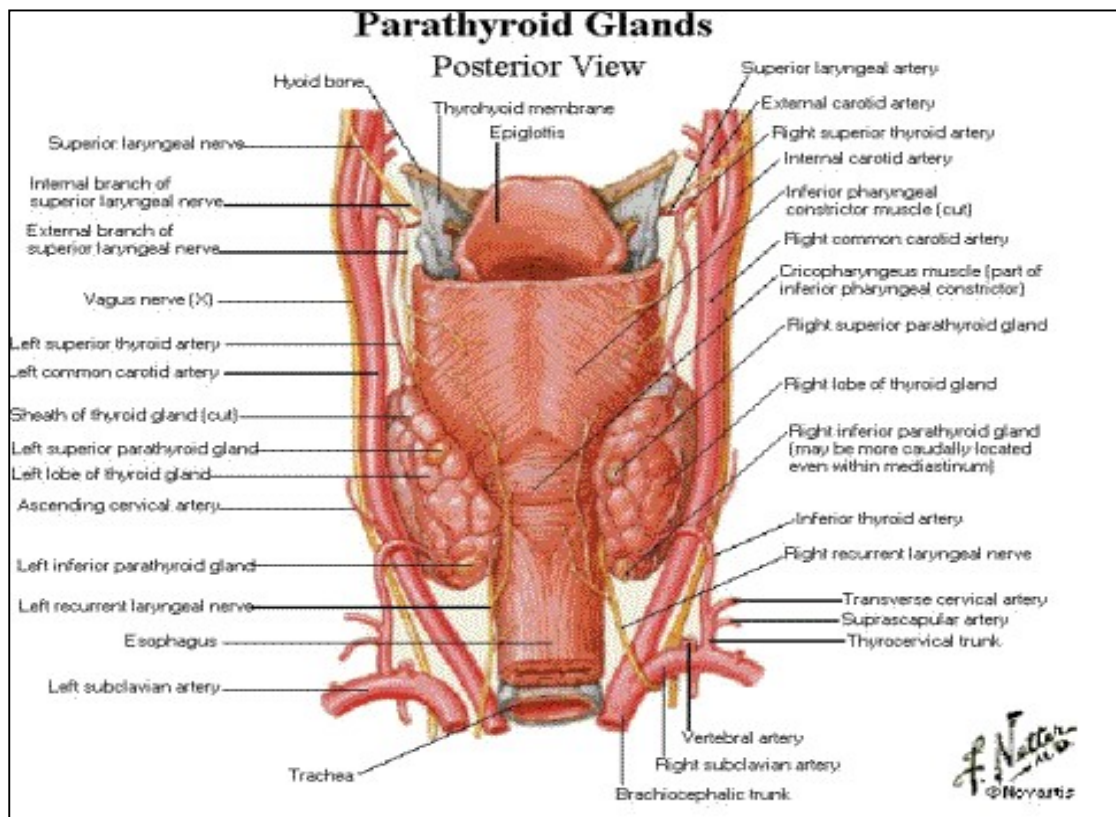
Gambar 4. (A) Variasi lokasi kelenjar paratiroid superior terhadap sekitarnya(B) Variasi lokasi kelenjar paratiroid inferior terhadap sekitarnya.³ Frekuensi ditampilkan dalam bentuk persentase

Vaskularisasi

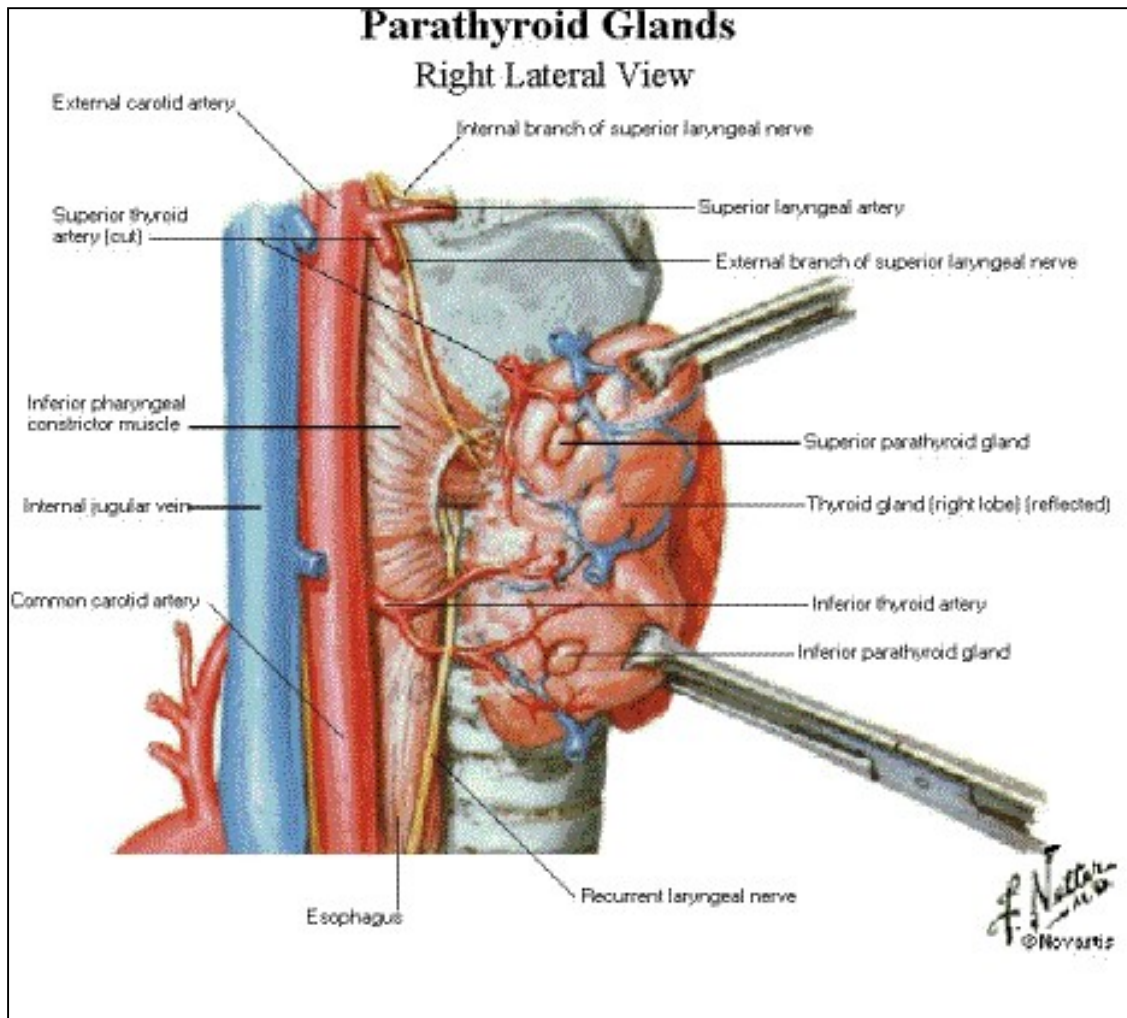
Suplai arteri untuk kelenjar paratiroid superior dan inferior berasal dari arteri tiroidea inferior dan anastomosis antara arteri tiroidea superior dan arteri tiroidea inferior.⁵ Kadang suplai arteri juga bisa berasal dari arteri tiroidea superior, arteri tiroidea ima dan anastomosis pembuluh arteri yang menyuplai laring, trakea dan esofagus.³ Pembuluh darah vena yang mengalir melalui kelenjar paratiroid adalah pembuluh vena tiroidea superior, medius dan inferior, menyatu dengan vena jugularis interna, vena inominata dan vena brakiosefalik.^{3,6} Gambar 5 menampilkan vaskularisasi kelenjar paratiroid yang berasal dari arteri tiroidea inferior, arteri tiroidea superior dan struktur sekitarnya, dilihat dari posterior.

Inervasi

Persarafan kelenjar paratiroid terutama berasal dari sistem saraf otonom.⁶ Saraf parasimpatis berasal dari cabang nervus vagus (nervus laringeus rekuren) sedangkan saraf simpatis dari percabangan trunkus simpatis pars servikalis yang membentuk ganglion simpatis superior, medial dan inferior.^{5,6} Cara kerja saraf otonom dalam hubungannya dengan sekresi kelenjar paratiroid belum diketahui secara pasti namun diperkirakan bahwa sebagian besar pengaruh adalah pada pembuluh darah dan tingkat perfusi kelenjar.⁶ Gambar 6 menampilkan vaskularisasi kelenjar paratiroid yang berasal dari arteri tiroidea superior dan inferior, serta inervasi kelenjar paratiroid melalui nervus laringeus rekuren dan struktur disekitarnya dilihat dari lateral kanan.



Gambar 5. Vaskularisasi kelenjar paratiroid (arteri tiroidea superior dan inferior) dan struktur disek



Gambar 6. Vaskularisasi (arteri tiroidea superior dan inferior) dan invasi (nervus laringeus rekuren) kelenjar paratiroid dan struktur sekitarnya.¹²

FISIOLOGI

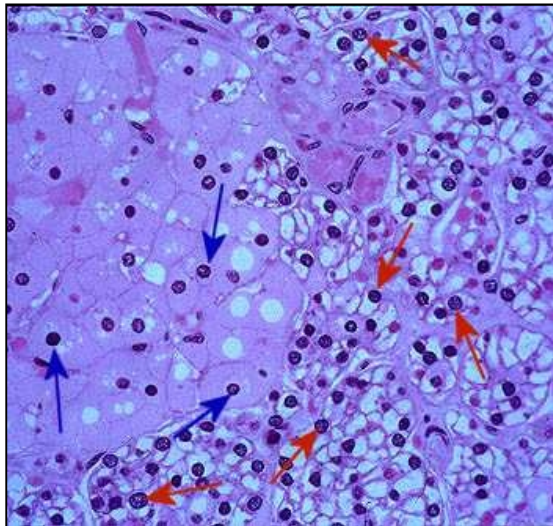
Gambaran Histologi

Pada anak-anak, kelenjar paratiroid terdiri dari gugusan sel parenkim, dinamakan '*chief cells*', yang dibatasi septa jaringan penunjang dan terbentang dari tepi kapsula sampai ke dalam kelenjar.^{3,11} Sekitar usia 6 tahun, terbentuk sel oksifil (*oxyphil cells*) yang kemungkinan berasal dari *chief cells*.⁵ Pada awal pubertas, muncul jaringan adipose,

yang semakin meningkat proporsinya dalam kelenjar seiring dengan pertambahan usia.³ Pada manusia dewasa, kelenjar paratiroid tersusun dari jaringan parenkim dan stroma, termasuk sel lemak.³ Stroma terdiri dari jaringan kapiler sinusoidal dengan pulau-pulau sel sekretori tersebar diantara jaringan lemak.⁷

Sel kelenjar paratiroid dewasa terdiri dari 2 tipe yaitu '*chief cell*' atau '*principal cell*' (predominan dalam kelenjar paratiroid) dan sel oksifil (*oxyphil cell*).¹⁴ *Chief cell* berukuran kecil dengan nukleus vesikular dan sitoplasma yang '*poorly staining*' dan terdiri dari granula sekretoris,

kompleks Golgi berukuran besar serta sejumlah mitokondria.^{5,11,15} *Chief cell* berfungsi mensekresi hormon paratiroid (PTH) dari sitoplasma kedalam kapiler secara eksostosis.⁵ *Oxyphil cell*, berukuran lebih besar dari *chief cell* (merupakan turunan dari *chief cell*) namun berjumlah lebih sedikit, mempunyai nukleus yang 'deeply staining' dan sitoplasma granular eosinofilik.^{5,7,15} Hingga saat ini, fungsi *oxyphil cell* belum diketahui secara pasti.^{4,14} Histologi kelenjar paratiroid dengan pewarnaan Hematoksilin Eosin (HE) yang menunjukkan *chief cell* dan *oxyphil cell* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histologi kelenjar paratiroid (pewarnaan HE) menunjukkan *oxyphil cell* (panah biru) dan *chief cell* (panah merah).¹³

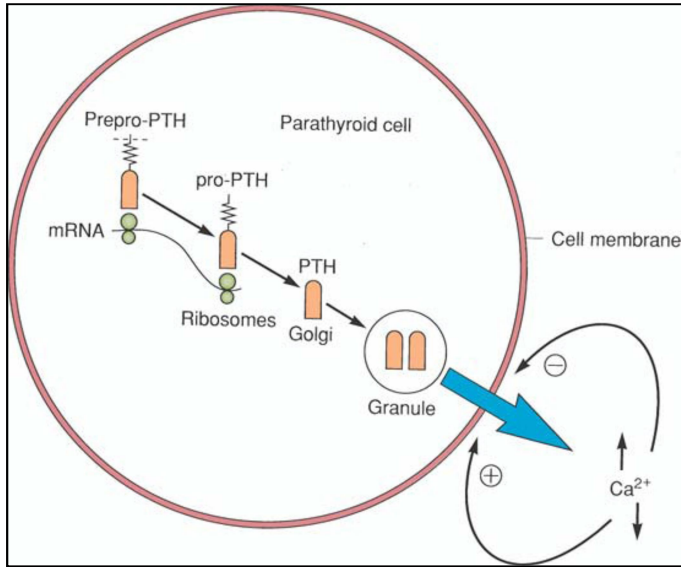
Struktur, Sintesis, dan Sekresi Hormon Paratiroid

Chief cell kelenjar paratiroid memproduksi Hormon Paratiroid (*Parathormon* / *Parathyrin* / PTH). PTH kemudian masuk ke aliran darah menuju sel target tertentu, diikat oleh

reseptor khusus yang terdapat baik di dalam maupun di permukaan sel target.¹⁴

PTH merupakan suatu peptida rantai lurus (*straight-chain peptide*) dengan berat molekul \pm 9500 Dalton, terdiri dari 84 asam amino dan waktu paruh 2-5 menit.^{1,16-19} Aktivitas biologik PTH terdapat pada rantai terminal NH₂ dari 34 asam amino pertama, juga dikenal sebagai 'the amino (N) terminal' dengan waktu paruh 2 menit dan berguna dalam pemeriksaan *radioimmunoassay* untuk PTH.^{1,16,17} Terminal C dari PTH (rantai 35 – 84) atau disebut 'carboxyl (C) terminal' mempunyai waktu paruh 30 menit namun inaktif secara biologik.¹

Sintesis PTH terjadi di ribosom *chief cell* sebagai *preproPTH* yang terdiri dari 115 asam amino, selanjutnya 25 asam amino dipecah dari *preproPTH* membentuk *proPTH* dengan 90 asam amino. *ProPTH* selanjutnya menuju aparatus golgi, kemudian 6 asam amino dipecah dan membentuk PTH dengan 84 asam amino yang disimpan dalam vesikel sekretoris untuk disekresikan kemudian.^{16,17} Proses sintesis PTH dalam ribosom *chief cell* diilustrasikan pada Gambar 8. Setelah sekresi, maka PTH secara cepat dimetabolisme di hati dan ginjal menjadi beberapa fragmen kecil, salah satunya adalah rantai amino 1 – 34 yang mempunyai aktivitas biologik.⁵ Fragmen lainnya yaitu terminal-C PTH yang tidak berinteraksi dengan reseptor PTH selanjutnya diekskresikan tubuh melalui ginjal.⁴ Degradasi PTH intraselular diatur oleh level kalsium ekstraselular dimana pada serum kalsium yang rendah akan menghambat degradasi PTH, agar dapat dicapai kadar PTH yang cukup sebelum biosintesis terpenuhi, demikian juga sebaliknya.^{4,19}

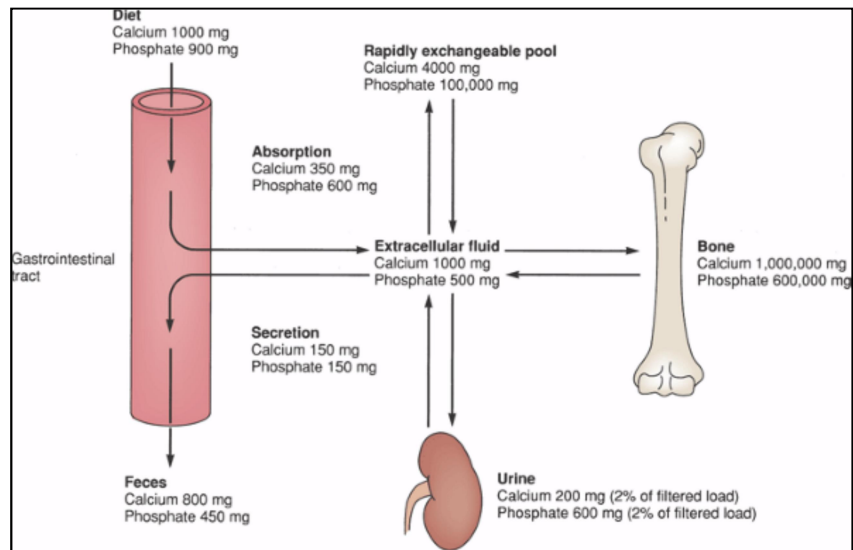


Gambar 8. Produksi prekursor PTH oleh kelenjar paratiroid, *preproPTH*, dipecah menjadi *proPTH* kemudian PTH.³

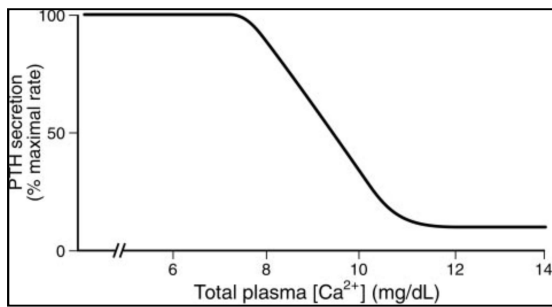
Pada manusia dengan fungsi ginjal normal, level serum PTH berkisar antara 10 – 65 pg/ml.⁴ Kalsium (Ca^{2+}) merupakan regulator utama bagi sekresi hormon paratiroid.¹ Faktor lain yang dikatakan turut berpengaruh dalam sekresi PTH antara lain: katekolamin dan derivat amin biogenik lainnya, prostaglandin (16a), kation (Litium dan Magnesium), Fosfat dan *Transforming Growth Factor Alpha* (TGF α).¹⁹ Gambaran perputaran (*turnover*) kalsium dan fosfat rata-rata setiap hari diilustrasikan pada Gambar 9. Apabila konsentrasi Ca^{2+} plasma total berada dalam batas normal (10 mg/dl) atau lebih, maka PTH akan disekresikan pada tingkat basal / kadar rendah. Sebaliknya bila konsentrasi plasma kalsium lebih rendah dari 10 mg/dl, sekresi PTH meningkat dan akan mencapai kadar

sekresi maksimal pada kadar kalsium 7,5 mg/dl.^{4,16} Dengan kata lain, stimulus primer bagi sekresi PTH adalah penurunan kadar kalsium plasma sedangkan inhibitor sekresi PTH adalah peningkatan kalsium plasma. Regulasi ini akan menjaga fluktuasi kadar kalsium plasma dalam batas normal.²⁰ Hubungan antara sekresi PTH dengan kadar kalsium plasma digambarkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 10.

Mekanisme sekresi PTH dapat dijelaskan sebagai berikut, membran sel *chief* mempunyai sensor Ca^{2+} (*calcium-sensing receptor* / CaSR) yang dapat mendeteksi penurunan konsentrasi kalsium ekstraseluler.^{16,19} CaSR berpasangan dengan adenilsiklase (melalui protein G_s). Apabila terjadi penurunan konsentrasi kalsium ekstraseluler maka adenilsiklase teraktivasi dan mengkatalisis konversi ATP menjadi cAMP. Setelah melewati sejumlah proses fosforilasi, maka terjadi eksostosis PTH dari vesikel sekretoris kedalam aliran darah.^{16,19}



Gambar 9. Perputaran (*turnover*) rata-rata kalsium dan fosfat pada orang normal.³



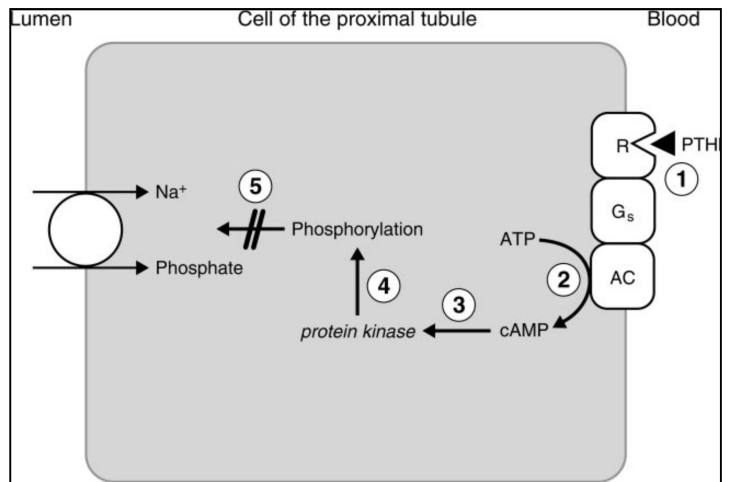
Gambar 10. Hubungan antara sekresi PTH dengan kadar kalsium plasma¹²

Mekanisme Kerja Hormon Paratiroid

Target organ tempat kerja PTH adalah tulang, ginjal (efek langsung) dan intestinal (efek tak langsung melalui vitamin D).^{3,16-19} Kerja PTH pada ginjal dan tulang terjadi melalui sistem adenilsiklase dimana PTH menstimulasi aktivitas adenilsiklase dan meningkatkan kadar cyclic 3',5' - AMP pada ginjal dan tulang. Mekanisme ini dipicu oleh ikatan PTH pada reseptor PTH di ginjal dan tulang.¹⁷

Mekanisme kerja PTH pada ginjal

Ginjal merupakan organ sentral bagi pengaturan keseimbangan kalsium dan PTH memegang peranan penting dalam pengaturan ini.¹⁹ Kerja PTH pada ginjal melalui 2 cara yaitu menghambat reabsorpsi fosfat dan menstimulasi reabsorpsi kalsium.¹⁶ Gambar 11 menggambarkan mekanisme selular kerja PTH pada tubulus proksimal ginjal. PTH menghambat kotransporter Na⁺- Fosfat pada tubulus kontortus proksimal yang mengakibatkan reabsorpsi fosfat terhambat sehingga terjadi fosfaturia.^{16,18,19}



Gambar 11. Mekanisme selular kerja PTH pada tubulus proksimal ginjal.¹⁶

Ikatan PTH pada reseptor mengaktifkan adenilsiklase, terjadi konversi ATP ke cAMP yang mengaktifasi sejumlah protein kinase dan protein intrasel terfosforilasi dan mengakibatkan penghambatan transport Na⁺-Fosfat pada membran lumen tubulus. Akibatnya sejumlah fosfat diekskresi, terjadi fosfaturia. Sebagai tambahan, cAMP yang diproduksi juga berdifusi ke dalam urin untuk meningkatkan ekskresi fosfat.¹⁶

Kerja PTH yang kedua adalah meningkatkan reabsorpsi kalsium pada tubulus proksimal, *Loop of Henle* asenden, tubulus distal dan tubulus kolektifus, juga melalui mekanisme adenilsiklase.^{16,18,19} Tujuannya adalah untuk meningkatkan kadar kalsium plasma dan melengkapi kerja PTH pada tulang.¹⁶ Reabsorpsi kalsium pada tubulus proksimal serta *Loop of Henle* berkaitan dengan transpor Na⁺ sedangkan reabsorpsi pada tubulus distal tidak terikat oleh Na⁺ dan langsung dipengaruhi oleh PTH.³

PTH juga meningkatkan formasi enzimatis vitamin D aktif pada ginjal.²⁰ Konversi 25-hydroxyvitamin D menjadi metabolit aktif 1,25-dihydroxyvitamin D3 (1,25-(OH)₂D3) terjadi melalui aktivasi enzim 1-hidroksilase pada tubulus proksimal ginjal. Vitamin D3 (kolekalsiferol) dibentuk di kulit ketika prekursor

kolesterol, *7-dehydroxycholesterol* terpapar sinar ultraviolet. Aktivasi terjadi ketika substansi tersebut mengalami hidroksilasi pada hati (lewat *25-hydroxylation*) dan ginjal (melalui *1-hydroxylation*).¹⁸ Selain itu, sekresi PTH juga meningkatkan ekskresi bikarbonat, kalium dan asam amino pada ginjal serta menurunkan ekskresi amonia, magnesium dan asam tertitrisasi.¹⁷

Mekanisme kerja PTH pada tulang

Kerja PTH pada tulang mencakup ketiga tipe sel tulang yaitu osteosit, osteoblas yang bertanggung jawab bagi formasi tulang dan osteoklas yang bertanggung jawab terhadap resorpsi tulang. Awalnya, PTH menstimulasi osteolisis osteosit yang mengakibatkan disolusi permukaan tulang dan kalsium bergerak dari cairan kanalikular tulang menuju osteosit kemudian ke cairan ekstraseluler.¹⁶ Fase ini disebut juga fase cepat (*rapid phase*), karena terjadi dalam beberapa menit.¹⁸ Pada fase selanjutnya, terjadi lebih lambat (dalam beberapa hari) dan terbagi menjadi 2 komponen.^{16,18} Pertama, PTH (secara sinergis dengan vitamin D) menstimulasi osteoklas untuk meningkatkan resorpsi tulang serta melepaskan kalsium dan fosfat kedalam cairan ekstraseluler. Bagian organik dari matriks tulang (terutama kolagen tipe I) juga diresorpsi dan komponen kolagen utama yaitu hidroksiprolin (*hydroxyproline*) turut dilepaskan kemudian diekskresikan lewat urin.^{16,18} Kedua, terjadi proliferasi osteoklas (reseptor PTH pada membran osteoklas matur sangat sedikit didapatkan). Aktivasi dan proliferasi distimulasi oleh pelepasan sitokin oleh osteoblas – osteosit teraktivasi atau oleh diferensiasi prekursor osteoklas prematur yang memiliki reseptor PTH dan reseptor vitamin D pada permukaannya.¹⁸

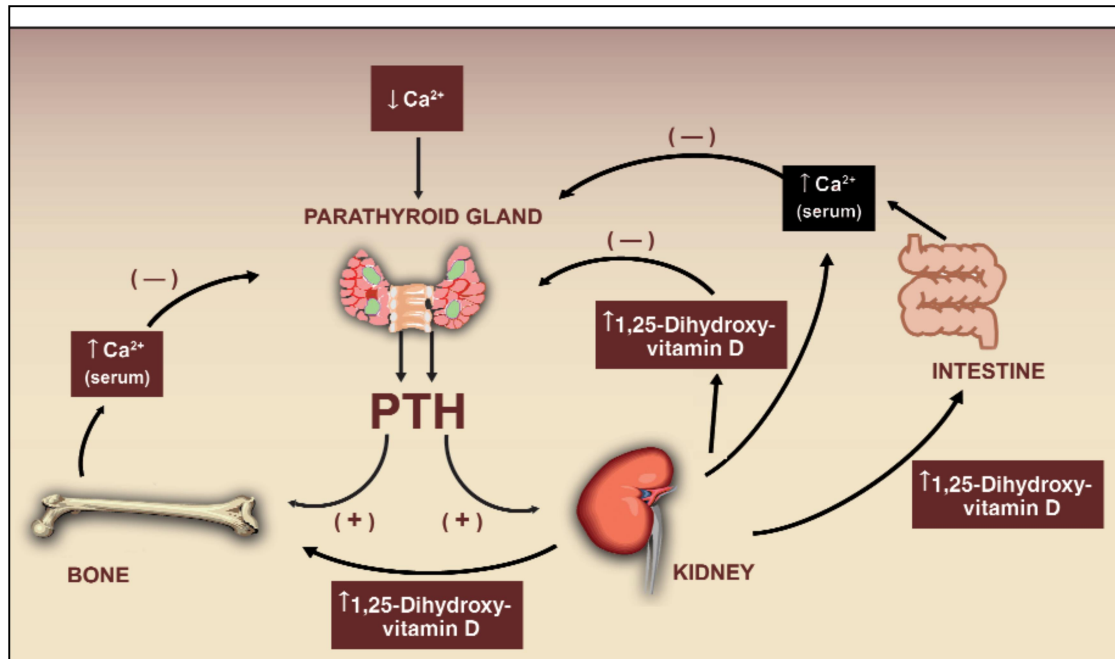
Secara keseluruhan, efek PTH pada tulang adalah untuk meningkatkan resorpsi tulang, melepaskan kalsium – fosfat kedalam cairan ekstraseluler dimana fosfat akan membentuk kompleks dengan kalsium sehingga membatasi peningkatan kadar kalsium terionisasi dalam plasma, serta dalam pembentukan tulang kembali (*bone remodelling*). Sebagai koordinasi lanjutan, ada mekanisme untuk mengeliminasi kelebihan fosfat dalam tubuh yang diperankan oleh ginjal.¹⁶

Mekanisme kerja PTH pada usus

Kerja PTH pada absorpsi kalsium usus terjadi secara tidak langsung yaitu PTH menstimulasi enzim 1α -hidroksilase pada ginjal yang bertanggung jawab dalam pembentukan vitamin D3 aktif.¹⁶ Kalsium diabsorpsi secara aktif oleh sel epitel usus halus dan sintesis protein transpor pada sel usus membutuhkan vitamin D3 aktif.²⁰ Vitamin D3 aktif meningkatkan absorpsi kalsium usus halus dengan cara menstimulasi pembentukan *calcium-binding protein* (*calbindin-D₃*) pada sel epitel usus.^{5,18}

Pengaturan Sekresi Hormon Paratiroid

Pada manusia dengan fungsi ginjal normal, kadar PTH serum berkisar antara 10 – 65 pg / ml. Kadar PTH serum terutama diatur oleh kadar kalsium serum.⁴ Faktor lain yang mempengaruhi sekresi PTH yaitu *1,25-Dihydroxyvitamin D3*. Kadar *1,25-Dihydroxyvitamin D3* yang cukup akan menghambat produksi PTH secara langsung dengan cara mengurangi ekspresi PTH dan konversi preproPTH menjadi PTH.⁴ Secara lebih jelas, mekanisme umpan balik (*feedback*) sekresi PTH dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Mekanisme umpan balik (*feedback*) bagi sekresi hormon paratiroid.⁴

(+)= efek stimulasi; (-) = efek inhibisi.

Pada individu normal, kelenjar paratiroid dapat mendeteksi hipokalsemia kemudian memberikan respon berupa sintesis dan sekresi PTH. PTH kemudian menuju target organ dan juga menstimulasi produksi vitamin D3 agar dapat memobilisasi kalsium untuk mencapai konsentrasi kalsium serum yang normal. Bila serum kalsium kembali normal maka terjadi *feedback* negatif ke kelenjar paratiroid untuk menekan pelepasan PTH.⁴

RINGKASAN

Kelenjar paratiroid merupakan salah satu organ yang terletak di leher, terdiri dari 4 buah kelenjar, 2 di bagian superior dan 2 di bagian inferior, dorsal dari kelenjar tiroid. Fungsi

kelenjar paratiroid terutama untuk produksi hormon paratiroid yang berkaitan erat dengan pengaturan kalsium tubuh. Target organ hormon paratiroid adalah tulang, ginjal dan usus dengan tujuan akhir yaitu meningkatkan kadar kalsium plasma (ekstraseluler). Pada tulang, hormon paratiroid berfungsi untuk meningkatkan resorpsi tulang, stimulasi osteoklas dan pembentukan tulang kembali. Di ginjal, hormon paratiroid berfungsi untuk meningkatkan reabsorpsi kalsium serta mengurangi reabsorpsi fosfat. Selain itu juga membantu konversi vitamin D3 aktif melalui aktivasi enzim 1α -dihidroksilase. Di usus, hormon paratiroid berperan secara tidak langsung untuk meningkatkan absorpsi kalsium, dengan bantuan vitamin D3. Pengaturan produksi hormon paratiroid ditentukan oleh mekanisme umpan balik yang melibatkan target organ, kadar kalsium plasma serta vitamin D3 aktif.

DAFTAR PUSTAKA

1. UGC. Thyroid and Parathyroid. 2006. Citation available at: http://osp.mans.edu.eg/tmahdy/Dental/Thyroid_Parathyroid_Text.pdf. Accessed 11/02/2008.
2. Modarai B, Sawyer A, Ellis H. The Glands of Owen. 2004. Citation available at: www.jrsm.org/cgi/content/full/97/10/494. Accessed 11/02/2008.
3. Mulholland MW, Lillemoe KD, Doherty GM, et al. Chapter 78 Parathyroid Glands. 2006. Citation available at: http://osp.mans.edu.eg/tmahdy/handy_resources/Dental/parathyroid_text.pdf. Accessed 11 / 02/ 2008.
4. Semin D. Renal Dynamics. Examining Secondary Hyperparathyroidism and The Role of Active Vitamin D in Chronic Kidney Disease. 2007. Citation available at: http://renalcm.org/program_resources/RC601_Module_2.pdf. Accessed 11/2/2008.
5. Hendrix RA. Diseases of The Thyroid and Parathyroid Glands. In : Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery. 16th ed. New York : BC Decker Inc, 2003 : 1470 – 1472.
6. Graney DO, Hamaker RC. Thyroid / Parathyroid. In : Cumming's Otolaryngology Head and Neck Surgery. 3rd ed. Vol 3. Missouri : Mosby-Year Book Inc, 1998 : 2445-2449.
7. Bredenkamp JK, Shiel Jr, William C. Parathyroid Glands. 2004. Citation available at: <http://medicinenet.com>. Accessed 28/2/2008.
8. Kay DJ. Embryology of The Thyroid and Parathyroids. 2007. Citation available at: www.emedicine.com/ent/topic534.htm. Accessed 2/2/2008.
9. Wright D. Anatomy of The Pharynx and Oesophagus. In : Scott-Brown's Otolaryngology. 5th ed. Vol 1. British : Butterworth & Co Ltd, 1987 : 250.
10. Kaplan EL, Angelos P. Surgery of the Thyroid Gland. 2004. citation available at: www.thyroidmanager.org/Chapter21/ch01s04.html. Accessed 26/2/2008.
11. Goode AW. The Parathyroid and Adrenal Glands. In : Bailey Surgical Textbook [DVD-ROM]. 2002 : 467.
12. Netter FH. Parathyroid Glands. In Netter Interactive Atlas of Human Anatomy for Isilo [DVD-ROM]. 3rd ed. 2002 : 128-129.
13. Anonymous. Parathyroid Lab 22. Histology online. 2006. Citation available at: <http://www3.umdnj.edu/histsweb/lab22/lab22parathyroid.html>. Accessed 26/2/2008.
14. Anonymous. Wikibooks. Parathyroid Gland. 2007. citation available at: http://en.wikibooks.org/wiki/Human_Physiology/The_endocrine_system. Accessed 3/3/2008.
15. VCU Department of Pathology. Parathyroid Gland and Calcium Metabolism. 2005. Citation available at: <http://www.pathology.vcu.edu/education/endocrine/endocrine/parathyroid>. Accessed 3/3/2008.
16. Costanzo LS. Regulation of Calcium and Phosphate Homeostasis. 1998. Citation available at: www.uib.no/med/avd/physiol/tensad/forelesninger/pdf/CA.pdf. Accessed 2/2/2008.
17. Toriumi DM, Kerth JD. Physiology of the Thyroid and Parathyroid Glands. In : Paparella MM, Shumrick DA, eds.

- Otolaryngology 3rd ed. Vol I. Philadelphia : WB Saunders Co, 1991 : 411 – 413.
18. Carter WB. Parathyroid Physiology. 2005. Citation available at : www.emedicine.com/ent/topic539.htm. Accessed 2/2/2008.
 19. Goltzman D. Approach to Hypercalcemia. 2005. Citation available at : www.endotext.org/parathyroid/parathyroid4/parathyroidframe4.htm. Accessed 26/2/2008.
 20. Seeley, Stephens, Tate. Parathyroid Glands. Endocrine Glands. 2003. Citation available at: www.blogsua.com/pdf/18EndocrineGlands.pdf. Accessed 2/2/2008.
 - 21.