

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi Telinga

2.1.1 Telinga Luar

Telinga luar terdiri dari daun telinga dan kanalis auditorius eksternus. Daun telinga tersusun dari kulit dan tulang rawan elastin. Kanalis auditorius externus berbentuk huruf s, dengan tulang rawan pada sepertiga bagian luar dan tulang pada dua pertiga bagian dalam. Pada sepertiga bagian luar kanalis auditorius terdapat folikel rambut, kelenjar sebacea, serta kelenjar serumen yang memproduksi serumen pada telinga.^{6,11}

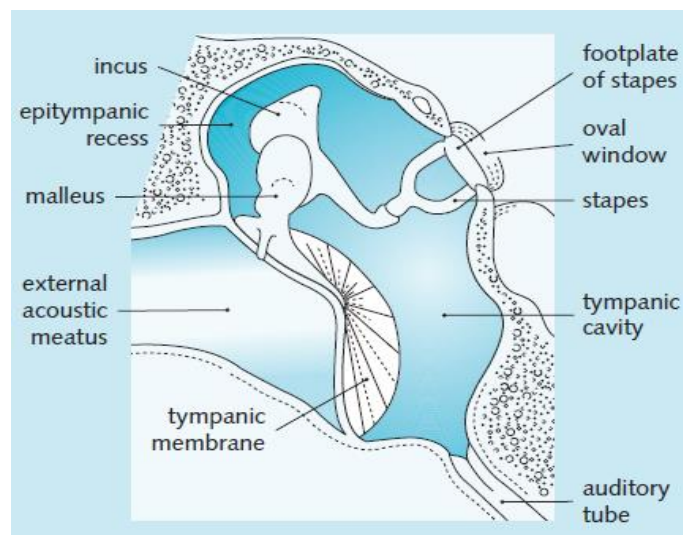
2.1.2 Telinga Tengah

Telinga tengah berbentuk ruang berongga dan berisi udara sehingga disebut kavum timpani. Bagian lateral dari telinga tengah berbatasan langsung dengan membran timpani dan bagian medial berbatasan dengan *membrana ovale* dan *membrana rotundum*.⁶

Membran timpani berbentuk bundar terhadap kanalis auditorius externus dan terlihat oblik terhadap sumbu kanalis auditorius externus. Bagian atas dari membran timpani disebut pars flaksida dan bagian bawahnya disebut pars tensa. Membran timpani dibagi menjadi 4 kuadran, kuadran ini berfungsi untuk menyatakan letak apabila terdapat perforasi membran timpani.⁶

Tuba eustachii merupakan saluran yang menghubungkan telinga tengah dengan nasofaring. *Tuba eustachii* pada bagian telinga dalam terbentuk oleh tulang dan *tuba eustachii* yang berakhir pada nasofaring terbentuk oleh tulang rawan. *Tuba eustachii* berfungsi untuk menyeimbangkan tekanan udara antara telinga tengah dan lingkungan sekitar dan proteksi.⁵

Kavum timpani terdiri dari 3 tulang pendengaran yaitu *malleus*, *incus* dan *stapes*. Tulang-tulang pendengaran ini dihubungkan oleh sendi-sendi yang fleksibel dan menempel pada dinding kavum timpani melalui ligamen untuk membentuk pengungkit yang berfungsi untuk mengantarkan getaran dari membran timpani. M. tensor tympani dan M. stapeideus menempel pada malleus dan stapes, kedua otot ini mengatur tingkat ketegangan rangkaian tulang dan transmisi suara.^{5,12}



Gambar 1. Anatomi Telinga Tengah¹³

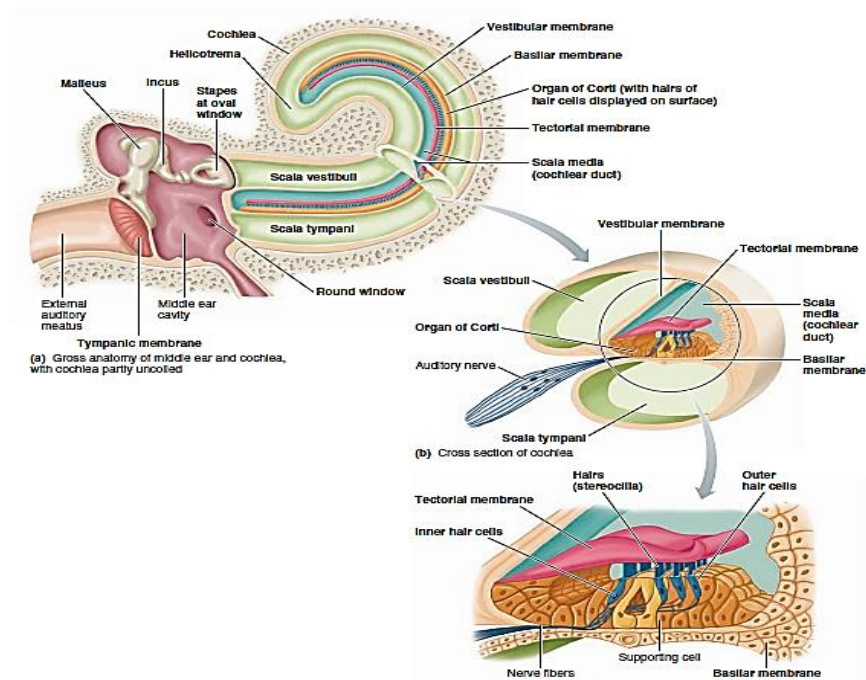
2.1.3 Telinga Dalam

Telinga dalam terdiri dari koklea dan vestibulum. Koklea yang berbentuk dua setengah lingkaran dengan panjang sekitar 35 mm dan terbagi menjadi skala

vestibuli, skala media dan skala timpani. Puncak koklea disebut helikotrema, menghubungkan skala timpani dengan skala vestibuli. Skala timpani dan skala vestibuli berisi cairan perilimfe, sedangkan Skala media berada dibagian tengah berisi cairan endolimfe. Vestibuler terdiri dari 3 buah kanalis semisirkularis yaitu kanalis semisirkularis superior, posterior, dan lateral yang terletak di atas dan di belakang vestibulum.^{5,14}

Vestibulum merupakan bagian yang membesar dari labirin tulang dengan ukuran panjang 5 mm, tinggi 5 mm dan dalam 3 mm. Dinding posterior vestibulum terdapat 5 lubang ke kanalis semisirkularis dan pada dinding anterior terdapat lubang berbentuk elips ke skala vestibulum koklea.¹⁴

Organ corti terletak di membran basilaris dengan lebar 0.12 mm di bagian basal dan melebar sampai 0.5 mm di bagian apeks, berbentuk seperti spiral. Sel-sel rambut tersusun dalam 4 baris, yang terdiri atas 3 baris sel rambut luar dengan jumlah 12.000 dan sebaris sel rambut dalam yang berjumlah 3.500. Sel rambut berfungsi untuk mengubah hantaran bunyi dalam bentuk energi mekanik menjadi energi listrik.¹⁴



Gambar 2. Anatomi Koklea⁵

2.1.4 Vaskularisasi Telinga

Vaskularisasi telinga dalam berasal dari A. Labirintin cabang A. Cerebelaris anteroinferior atau cabang A. Basilaris atau A. Verteberalis. Arteri ini masuk ke meatus akustikus internus dan terpisah menjadi A. Vestibularis anterior dan A. Kohlearis communis yang bercabang menjadi A. Kohlearis dan A. Vestibulokohlearis. A. Vestibularis anterior memperdarahi N. Vestibularis, utrikulus dan sebagian duktus semisirkularis. A. Vestibulokohlearis sampai di mediolus daerah putaran basal kohlea terpisah menjadi cabang terminal vestibularis dan cabang kohlea. Cabang vestibular memperdarahi sakulus, sebagian besar kanalis semisirkularis dan ujung basal kohlea. Cabang koklea memperdarahi ganglion spiralis, lamina spiralis ossea, limbus dan ligamen spiralis. A. Kohlearis berjalan mengitari N. Akustikus di kanalis akustikus internus dan didalam kohlea

mengitari modiolus. Vena dialirkan ke V. Labirintin yang diteruskan ke sinus petrosus inferior atau sinus sigmoideus. Vena-vena kecil melewati akuaduktus vestibularis dan kohlearis ke sinus petrosus superior dan inferior.¹⁵

2.1.5 Inervasi Telinga

N. Vestibulokohlearis yang dibentuk oleh bagian kohlear dan vestibular, didalam meatus akustikus internus bersatu pada sisi lateral akar N. Fasialis dan masuk batang otak antara pons dan medula. Sel-sel sensoris vestibularis dipersarafi oleh N. Kohlearis dengan ganglion vestibularis (scarpa) terletak didasar dari meatus akustikus internus. Sel-sel sensoris pendengaran dipersarafi N. Kohlearis dengan ganglion spiralis corti.¹⁵

2.2 Fisiologi Pendengaran

Proses mendengar diawali dengan ditangkapnya energi sumber bunyi oleh daun telinga dalam bentuk gelombang yang dialirkan melalui udara atau tulang ke koklea. Getaran tersebut menggetarkan membran timpani diteruskan ke telinga tengah melalui rangkaian tulang pendengaran yang akan mengamplifikasi getaran melalui daya ungkit tulang pendengaran dan perkalian perbandingan luas membran timpani dan tingkap lonjong. Energi getar yang telah diamplifikasi ini akan diteruskan ke stapes yang menggerakkan tingkap lonjong sehingga perilimfa pada skala vestibuli bergerak. Getaran diteruskan melalui membrana reissner yang mendorong endolimfa, sehingga menimbulkan gerak relatif antara membran basilaris dan membran tektoria. Proses ini merupakan rangsang mekanik yang menyebabkan terjadinya defleksi stereosilia sel-sel rambut, sehingga kanal ion terbuka dan terjadi pelepasan ion bermuatan listrik dari badan sel. Keadaan ini

menimbulkan proses depolarisasi sel rambut, sehingga melepaskan neurotransmitter kedalam sinapsis yang akan menimbulkan potensial aksi pada saraf auditorius, lalu dilanjutkan ke nukleus auditorius sampai korteks pendengaran (area 39-40) di lobus temporalis.^{5,6}

2.3 Gangguan Pendengaran

2.3.1 Definisi Gangguan Pendengaran

Gangguan pendengaran merupakan keadaan seseorang tidak dapat mendengar lebih baik dibandingkan dengan orang normal (ambang dengar 25dB atau yang memiliki pendengaran baik pada telinga kanan dan kiri). Gangguan pendengaran dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu gangguan pendengaran tipe konduktif dan tipe sensorineural kedua tipe gangguan pendengaran ini bergantung pada bagian mekanisme pendengaran yang tidak dapat berfungsi adekuat.⁵ Gangguan pendengaran tipe konduktif adalah gangguan pendengaran yang disebabkan oleh kelainan atau penyakit di telinga luar atau telinga tengah. Gangguan pendengaran tipe sensorineural adalah gangguan pendengaran yang disebabkan oleh kelainan pada koklea, dan nervus VIII.⁶

2.3.2 Klasifikasi Gangguan Pendengaran

2.3.2.1 Gangguan Pendengaran Tipe Konduktif

Gangguan Pendengaran tipe konduktif terjadi akibat adanya gangguan hantaran suara, disebabkan oleh kelainan atau penyakit di telinga luar, membran timpani, telinga tengah, tulang-tulang pendengaran dan tuba eustachian.^{6,16} Gangguan pendengaran tipe konduktif dapat terjadi oleh karena beberapa penyebab seperti:

1. Kelainan Anatomi Telinga

Abnormalitas kraniofacial merupakan suatu faktor risiko dari gangguan pendengaran pada anak. Kelainan craniofacial yang dimaksud seperti kelainan anatomi dari pinna, kanalis auditorius eksterna, lobulus, adanya fistula preaurikula dan abnormalitas tulang temporal. Kelainan anatomi telinga ini biasanya terjadi pada sindroma down, penyakit crouzon, sindroma Klippel Feil dan sindroma goldenhar.¹⁷

2. Serumen

Serumen adalah hasil produksi kelenjar sebacea, seruminosa, epitel kulit yang terlepas dan partikel debu. Serumen dipengaruhi oleh faktor keturunan, iklim, usia dan keadaan lingkungan. Akumulasi serumen yang menumpuk di liang telinga dapat menimbulkan gangguan pendengaran berupa tuli konduktif.⁶

3. Otitis eksterna

Otitis eksterna merupakan penyakit inflamasi di kulit telinga luar yang dialami oleh sebagian besar orang dewasa. Faktor risiko dari otitis eksterna adalah kerusakan kulit akibat kelembaban, pembersihan telinga yang tidak benar, gangguan ventilasi dan drainase telinga. Mikroorganisme pemicu yang dominan adalah bakteri gram negatif dan jamur.⁶

4. Benda asing

Benda asing yang ditemukan di liang telinga sangat bervariasi . Benda asing dapat berupa benda mati, binatang, komponen tumbuh-tumbuhan dan mineral. Pengeluaran benda asing yang kurang hati-hati dapat berisiko trauma yang akan merusak membran timpani dan komponen telinga tengah.⁶

5. Otitis Media

- 1) Otitis Media Akut: Faktor penyebab utama dari otitis media akut adalah adanya disfungsi tuba eustachii sehingga tidak dapat mencegah invasi bakteri ke dalam telinga tengah. Otitis media akut juga dapat didahului dengan adanya infeksi saluran pernapasan akut.
- 2) Otitis Media Efusi: Otitis media efusi adalah gangguan pada telinga tengah yang disebabkan oleh proses inflamasi dan ditandai dengan adanya akumulasi cairan pada telinga tengah tanpa gejala infeksi.¹⁸ Produk metabolik dapat melintas dari telinga tengah sampai koklea atau vestibulum melewati fenestra ovalis dan rotundum. Etiologi otitis media efusi antara lain rinitis alergi, hipertrofi adenoid, kelainan anatomi hidung (septum deviasi, hipertropi konka) dan tumor nasofaring.¹⁹
- 3) Otitis Media Supuratif Kronik: Otitis Media Supuratif Kronik (OMSK) dapat menyebabkan gangguan pendengaran tipe konduktif dan tipe sensorineural. OMSK ditandai dengan adanya perforasi membran timpani, yang dapat menghambat konduksi suara ke telinga bagian dalam. Gangguan fungsi pendengaran disebabkan karena adanya kerusakan pada struktur telinga tengah. Dalam beberapa kasus OMSK, dapat terjadi gangguan pendengaran permanen dikarenakan adanya perubahan jaringan yang bersifat ireversibel dalam pendengaran.²⁰
- 4) Otitis Media Kronik: Otitis media kronik terdiri dari tipe tenang atau inaktif dan tipe aktif yang disebabkan oleh otitis media supuratif kronik. Kedua tipe ini mengakibatkan gangguan pendengaran tipe konduktif.

6. Kolesteatoma

Kolesteatoma adalah suatu kista epitelial yang berisi deskuamasi epitel (keratin). Kolesteatoma dibagi menjadi dua jenis yaitu kolesteatoma kongenital yang terbentuk pada masa embrionik, dan kolesteatoma akuisital yang terbentuk setelah anak lahir. Kolesteatoma akuisital dibagi menjadi kolesteatoma primer yaitu kolesteatoma yang terbentuk tanpa didahului oleh adanya perforasi membran timpani dan kolesteatoma akuisita sekunder yaitu kolesteatoma yang didahului oleh adanya perforasi membran timpani⁶

7. Otosklerosis

Otosklerosis merupakan kelainan kapsul tulang labirin yang mengalami spongiosis pada kaki tulang stapes, sehingga stapes menjadi kaku dan tidak dapat menghantarkan getaran suara ke labirin dengan baik. Faktor risiko otosklerosis antara lain faktor keturunan dan gangguan pendarahan pada stapes.⁶

8. Barotrauma

Barotrauma merupakan keadaan dengan terjadinya perubahan tekanan melebihi 90cmHg secara tiba-tiba diluar telinga tengah sehingga menyebabkan adanya tekanan negatif di rongga telinga tengah dan membuat cairan keluar dari pembuluh darah kapiler mukosa.²¹

2.3.2.2 Gangguan Pendengaran Tipe Sensorineural

Gangguan Pendengaran tipe sensorineural terjadi karena adanya keadaan gelombang suara di transmisikan ke telinga dalam, tetapi tidak diterjemahkan menjadi sinyal saraf yang dapat diinterpretasikan oleh otak sebagai sensasi suara.

Kerusakannya dapat terletak di organ corti, saraf auditorius, atau yang lebih jarang dijalur auditorius ascendens atau korteks auditorius.^{5,16} Gangguan pendengaran tipe sensorineural merupakan gangguan pendengaran yang bersifat permanen. Kerusakan ini dapat terjadi karena beberapa penyebab seperti:

1. Herediter

Gangguan pendengaran tipe sensorineural dapat diturunkan secara autosomal dominan, autosomal resesif, atau *x-linked* resesif. Gen yang terlibat pada gangguan pendengaran tipe sensorineural adalah GJB2 dan GJB6.^{22,23}

2. Infeksi Rubella Intrauterin

Infeksi rubella pada masa kehamilan terutama pada trimester pertama dapat menyebabkan *Congenital Rubella Syndrome* (CRS) yang terdiri dari gangguan pendengaran (gangguan pendengaran tipe sensorineural), kelainan pada mata (katarak, glaukoma kongenital), dan kelainan pada jantung (*patent ductus arteriosus*).^{19,24} Pemeriksaan patologi anatomi telinga memperlihatkan adanya aplasia organ corti dan sakulus (pars inferior), pars superior umumnya normal.¹⁹

3. Hipoksia pada masa perinatal

Hipoksia sistemik yang terjadi terus menerus akan menyebabkan kerusakan koklea dan kerusakan sistem saraf pusat. Kerusakan ini dapat bersifat reversibel jika koklea segera mendapat oksigenasi.²⁵

4. Trauma

- 1) Trauma akustik: trauma akustik mengakibatkan edema pada stria vaskularis sehingga dapat menyebabkan hipoksia, pembentukan ROS

dan stress oksidatif. Stress oksidatif menginisiasi adanya apoptosis sel sehingga menyebabkan nekrosis sel-sel rambut.²⁶

- 2) Trauma gelombang tekanan: ledakan atau pukulan yang mengenai telinga dapat menyebabkan perforasi membran timpani.¹¹
- 3) Cedera kepala: Cedera kepala dapat mengakibatkan terjadinya fraktur tulang temporal. Fraktur tulang temporal dibedakan menjadi fraktur longitudinal dan fraktur transversal. Pada fraktur longitudinal berawal dari foramen magnum dan berjalan keluar menuju liang telinga, telinga biasanya berdarah dan menyebabkan gangguan pendengaran tipe konduktif. Fraktur transversal sering menyebabkan cedera labirin dan saraf fasialis, cedera labirin mengakibatkan suatu fenomena kontusi dengan pemulihan keseimbangan dan pendengaran dengan ketulian total.^{19,27}
- 4) Trauma iatrogenik (pasca operasi): tulang-tulang pendengaran dan telinga dalam berisiko tinggi mengalami cedera karena strukturnya yang halus.¹¹
- 5) Noise Induced Hearing Loss (NIHL) adalah gangguan pendengaran yang disebabkan karena pajanan bising yang lama. Gangguan pendengaran ini ditandai dengan gangguan pendengaran tipe sensorineural, bilateral, bersifat ireversibel dan progresif. Pada gangguan pendengaran ini terjadi penurunan frekuensi dari 3, 4, dan 6 kHz.^{28,29} Penurunan frekuensi ini disebabkan adanya kerusakan pada sel rambut.²⁹

5. Otitis Media Supuratif Kronik

Proses inflamasi yang berlangsung kronis akan melepaskan berbagai mediator-mediator inflamasi.. Keadaan ini menyebabkan disfungsi mukosilier dapat terjadi pada telinga tengah, sehingga terjadi akumulasi mukus di telinga tengah. Akumulasi pus, sekret, mediator inflamasi dan toksin bakteri atau lipopolisakarida (LPS) ini akan meningkatkan permeabilitas membran tingkap bundar. Hal ini akan meningkatkan absorpsi bahan-bahan tersebut ke dalam koklea dan terjadi kontaminasi bahan-bahan kimia atau toksin di dalam perilimfe. Toksin tersebut juga merusak sel rambut luar maupun sel rambut dalam koklea, sehingga menyebabkan tuli sensorineural.³⁰

6. Meningitis

Infeksi meningeal menyebar secara langsung dari cairan serebrospinal ke perilimfe dan menyebabkan labirintis berat, dengan vertigo berkepanjangan dan gangguan pendengaran. Infeksi meningeal menunjukkan adanya kerusakan di koklea atau saraf pendengaran. Kerusakan ini dapat terjadi unilateral maupun bilateral.^{19,31}

7. Presbikusis

Presbikusis Age Related Hearing Impairment (Presbikusis) adalah gangguan pendengaran pada usia tua.³² Gangguan pendengaran ini ditandai dengan menurunnya sensitifitas pendengaran, menurunnya kemampuan memahami pembicaraan di lingkungan yang bising, melambatnya pusat pengolahan stimulasi akustik dan gangguan lokalisasi suara.³³ Gangguan pendengaran ini

dipengaruhi oleh faktor instrinsik dan ekstrinsik. Faktor instrinsik karena adanya kelainan pada DNA mitokondria, hipertensi, diabetes melitus, penyakit metabolik dan penyakit sistemik. Faktor ekstrinsik berupa paparan kebisingan, obat ototoksik, dan diet dapat menyebabkan presbikusis.³³

Perubahan histologis yang terkait dengan penuaan terjadi seluruh sistem pendengaran mulai dari sel-sel rambut, koklea, dan korteks pendengaran di lobus temporal otak. Gacek dan Schuknecht membagi presbikusis menjadi 4 jenis yaitu presbikusis sensori, neural, metabolik, dan mekanik.³⁴

8. Obat Ototoksik

Obat ototoksik merupakan obat yang mempunyai potensi menimbulkan reaksi toksik pada struktur-struktur di telinga dalam seperti koklea, vestibulum, kanalis semisirkularis, dan otolith. Penggunaan obat seperti aminoglikosida yang digunakan untuk pengobatan pneumonia, diare, dan tuberkulosis paru memiliki ototoksisitas yang tinggi. Efek ototoksisitas dapat bersifat permanen karena disebabkan karena adanya kematian sel-sel rambut luar pada organ Corti dan sel sensorik tipe I pada organ vestibular.³⁵

Paparan awal obat ototoksik mempengaruhi daerah basal koklea. Paparan lanjutan menyebabkan penyebaran kerusakan ke arah apeks. Seiring meningkatnya kerusakan pada sel rambut luar, perubahan degeneratif juga ikut terlibat dan dapat memengaruhi sel rambut dalam.³⁵

9. Neuroma akustik

Neuroma akustik merupakan neoplasma tersering pada fossa cranii posterior dan berasal dari sel schwann saraf vestibulokoklearis (90%). Bentuk

Schwannoma vestibularis dibedakan menurut lokasinya, yaitu antara bentuk medial yang terletak di dalam fossa cranii dan bentuk lateral yang terletak di kanalis audirotis internus.¹¹

Tabel 2. Etiologi Gangguan Pendengaran.¹¹

	Tipe konduktif	Tipe sensorineural
Kongenital	Malformasi telinga dan tulang-tulang pendengaran	Hereditier
		Infeksi rubella intrauterin
Didapat	Telinga luar: serumen, otitis eksterna, benda asing	Perinatal: hipoksia, ikterus
		Trauma: bising, trauma kepala, pasca operasi
	Telinga tengah: efusi membran timpani	Peradangan: otitis kronik, kolesteatoma, otosklerosis, meningitis, campak, <i>mumps</i> , sifilis
		Presbikusis
Perforasi membran timpani, kolesteatoma, otosklerosis	Obat ototoksik	
	Neuroma akustik	

Tabel 3. Perbedaan Gangguan Pendengaran Tipe Konduktif dan Gangguan Pendengaran Tipe Sensorineural.¹⁶

	Tipe konduktif	Tipe sensorineural
Pemahaman berbicara	Baik	Buruk
Intoleransi terhadap suara keras	Tidak ada	Ada lesi di koklea
Berbicara	Suara pelan	Suara keras
<i>Paracusis willisii</i>	Ada	Tidak ada
Gejala yang sering timbul	Otorrhea/earache	Tinitus
Profound hearing loss	Tidak pernah	Ada
Tes rinne	Negatif (BC>AC)	Positif (AC>BC)
Tes weber	Lateralisasi pada telinga yang sakit	Lateralisasi pada telinga yang sehat
Hantaran Tulang	Normal	Berkurang
Pure Tone Audiometry (PTA) air-bone gap	Ada	Tidak ada
PTA: Recruitment	Tidak ada	Ada pada lesi koklea
PTA: Tone decay	Tidak ada	Ada pada lesi saraf auditorius
PTA: Frekuensi	Biasanya nada rendah yang terlibat	Biasanya nada tinggi yang terlibat
PTA: Ambang batas	Tidak pernah >60-70 dB	Bisa >60-70 dB
Diskriminasi berbicara	Tidak terpengaruh	Buruk
Lesi	Telinga luar dan telinga tengah	Telinga dalam, saraf auditorius, pusat pendengaran

2.3.2.3 Gangguan Pendengaran Tipe Campuran

Gangguan pendengaran tipe campuran merupakan kombinasi dari gangguan pendengaran tipe konduktif dan tipe sensorineural.³⁶

2.4 Pemeriksaan Pendengaran

2.4.1 Tes Penala

Penala terdiri dari 1 set (5 buah) dengan frekuensi 128 Hz, 512 Hz, 1024 Hz, dan 2048 Hz. Pemeriksaan ini merupakan uji kualitatif.

1. Tes Rinne

Tes Rinne ialah tes untuk membandingkan hantaran melalui udara dan hantaran melalui tulang pada telinga yang diperiksa.⁶

2. Tes Weber

Tes weber ialah tes pendengaran untuk membandingkan hantaran tulang telinga yang sakit dengan telinga yang sehat.⁶

3. Tes Schwabach

Tes schwabach ialah tes yang digunakan untuk membandingkan hantaran tulang orang yang diperiksa dengan pemeriksa yang pendengarannya normal.⁶

4. Tes Bing

Uji Bing adalah aplikasi dari apa yang disebut sebagai efek oklusi, yaitu keadaan penala terdengar lebih keras bila telinga normal ditutup.⁶

5. Tes Stenger: Digunakan pada pemeriksaan tuli anorganik.⁶

Tabel 4. Interpretasi Uji Penala.⁶

Uji Rinne	Uji Weber	Uji Schwabach	Diagnosis
Positif	Tidak ada lateralisasi	Sama dengan pemeriksa	Normal
Negatif	Lateralisasi ke telinga yang sakit	Memanjang	Gangguan pendengaran tipe konduktif
Positif	Lateralisasi ke telinga yang sehat	Memendek	Gangguan pendengaran tipe sensorineural

2.4.2 Audiometri Nada Murni

Audiometri nada murni merupakan suatu alat elektroakustik yang digunakan untuk mengukur adanya gangguan pendengaran, jenis dan derajat gangguan pendengaran. Audiometri nada murni dapat mengukur kemampuan pendengaran seseorang pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, dan 8000 Hz.^{19,37,38}

Audiometri hantaran udara (*Air conduction*) berfungsi untuk mengukur kepekaan mekanisme pendengaran, telinga luar, telinga tengah, mekanisme sensorineural koklea dan nervus auditori. Audiogram hantaran udara diperoleh dengan memperdengarkan pulsa nada murni pendek-pendek melalui earphone ke telinga. Pada tiap frekuensi yang diuji, pemeriksa akan mengubah-ubah intensitas untuk menentukan tingkat ambang dengar pasien nada yang diuji.³⁸

Audiometri hantaran tulang (*Bone conduction*) berfungsi untuk mengukur kepekaan mekanisme sensorineural yaitu koklea dan nervus auditori. Audiogram hantaran tulang diperoleh dengan cara memberikan bunyi langsung ke tengkorak pasien dengan memasang vibrator hantaran tulang langsung ke tulang mastoid. Stimulasi langsung diberikan ke koklea dengan mengabaikan telinga tengah.³⁸

Penilaian audiometri meliputi:

1. Nilai ambang pendengaran

Nilai ambang pendengaran ditentukan dengan cara mengukur rata-rata intensitas pada frekuensi 500-4000Hz.²¹

$$\text{Ambang Dengar : } \frac{\text{AD 500 Hz} + \text{AD 1000 Hz} + \text{AD 2000 Hz} + \text{AD 4000 Hz}}{4}$$

Interpretasi derajat gangguan pendengaran menggunakan klasifikasi derajat gangguan pendengaran menurut *International Standard Organization (ISO)* dan *American Standard Organization (ASA)*.

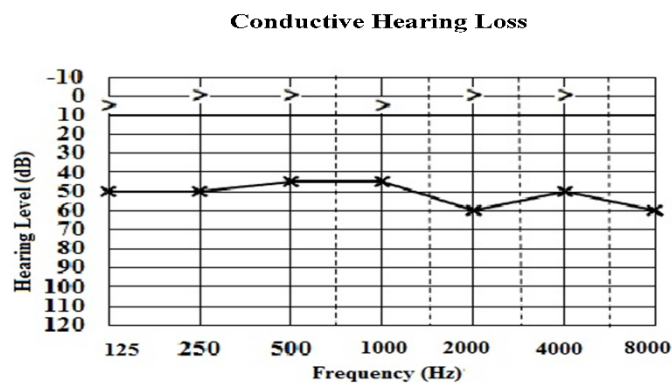
Tabel 5. Klasifikasi Derajat Gangguan Pendengaran Menurut *International Standard Organization (ISO)* dan *American Standard Organization (ASA)*

Derajat Gangguan Pendengaran	<i>International Standard Organization (ISO)</i>	<i>American Standard Organization (ASA)</i>
Pendengaran Normal	10-15 dB	10-15 dB
Ringan	26-40 dB	16-29 dB
Sedang	41-55 dB	30-44 dB
Sedang Berat	56-70 dB	45-59 dB
Berat	71-90 dB	60-79 dB
Sangat Berat	Lebih dari 90 dB	Lebih dari 80 dB

2. Jenis Gangguan Pendengaran

1) Gangguan pendengaran tipe konduktif

Audiogram menunjukkan penurunan nilai ambang AC, sedangkan nilai ambang BC tetap normal. Jarak antara grafik AC dan BC disebut air-bone gap (AB gap), nilai intensitas AB gap 10-15 dB.^{21,38}

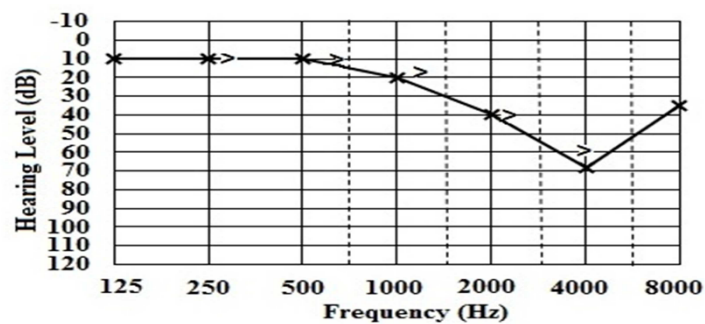


Gambar 3. Audiogram Gangguan Pendengaran Tipe Konduktif

2) Gangguan pendengaran tipe sensorineural

Audiogram menunjukkan penurunan nilai ambang baik AC maupun BC tanpa adanya AB gap.^{21,38}

Sensorineural Hearing Loss

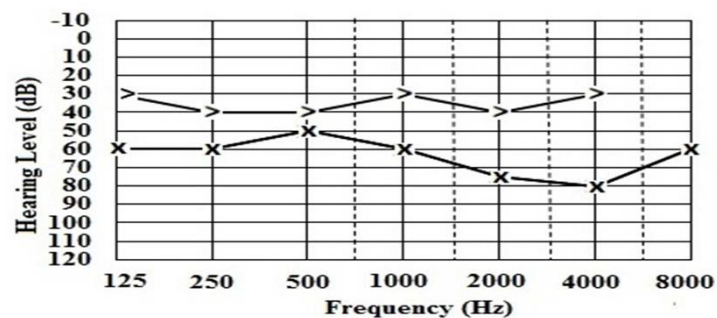


Gambar 4. Audiogram Gangguan Pendengaran Tipe Sensorineural

3) Gangguan pendengaran tipe campuran

Audiogram menunjukkan nilai ambang AC menurun hingga lebih dari 60 dB sedangkan nilai ambang BC kurang dari 60 dB.^{21,38}

Mixed Hearing Loss



Gambar 5. Audiogram Gangguan Pendengaran Tipe Campuran

2.5 Rokok

2.5.1 Definisi Rokok

Rokok adalah hasil olahan tembakau yang terbungkus termasuk cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *Nicotiana Tabacum*, *Nicotiana*

Rustica dan spesies lainnya atau sintetisnya yang mengandung nikotin dan tar dengan atau tanpa bahan tambahan. Produk Tembakau adalah suatu produk yang secara keseluruhan atau sebagian terbuat dari daun tembakau sebagai bahan bakunya. Rokok merupakan zat adiktif yang dapat menyebabkan adiksi atau ketergantungan yang membahayakan bagi kesehatan ditandai dengan adanya perubahan perilaku, kognitif, dan fenomena fisiologis, serta keinginan kuat untuk mengonsumsi bahan tersebut.^{1,9,39}

2.5.2 Kandungan Rokok

Rokok terdiri dari nikotin dan tar. Nikotin adalah zat, atau bahan senyawa pirrolidin yang terdapat dalam *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana rustica* dan spesies lainnya atau sintetisnya yang bersifat adiktif dan dapat mengakibatkan ketergantungan. Tar adalah senyawa polinuklir hidrokarbon aromatika yang bersifat karsinogenik.^{9,39}

2.5.3 Definisi Perokok

Definisi perokok menurut WHO dalam depkes adalah seseorang yang merokok setiap hari untuk jangka waktu minimal 6 bulan selama hidupnya masih merokok saat survey dilakukan

2.6 Pengaruh Rokok Terhadap Gangguan Pendengaran

Nikotin, karbon monoksida dan nitrit oksida yang dihasilkan dari merokok dapat menyebabkan aterosklerosis pembuluh darah.^{3,8} Koklea adalah organ tubuh yang bekerja terus menerus sehingga siap melaksanakan proses pendengaran selama 24 jam. Koklea menerima vaskularisasi dari arteri yang sangat kecil yaitu A. koklearis tanpa sistem kolateral dan stria vaskularis yang merupakan sumber

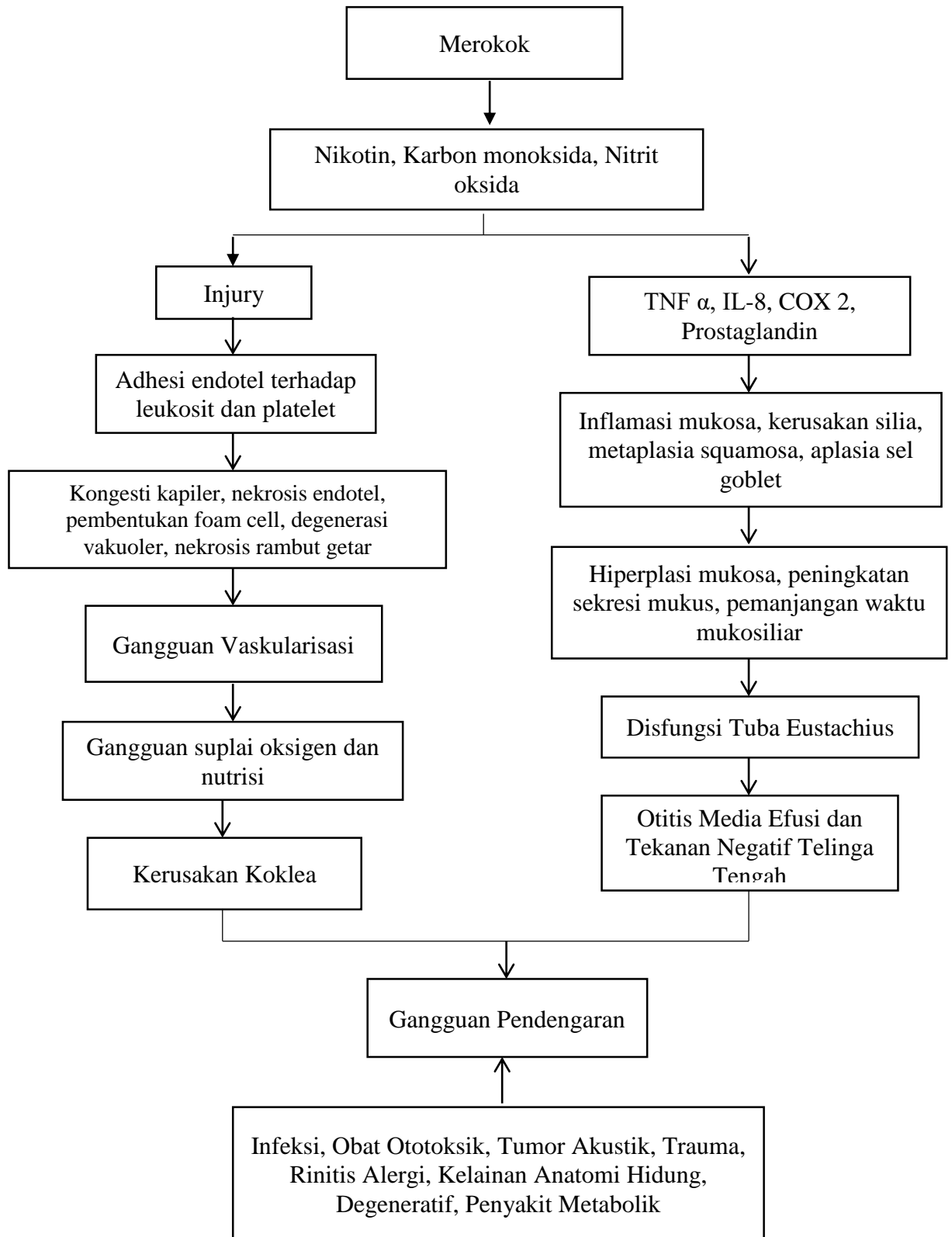
energi untuk sel-sel rambut di organ corti yang bersifat sebagai *end artery*. Kerusakan pembuluh darah ke koklea menyebabkan gangguan vaskularisasi ke koklea, sehingga mengakibatkan gangguan suplai nutrisi dan oksigen yang dibutuhkan oleh sel-sel di koklea untuk menjalankan fungsinya.^{8,40,41}

Kerusakan koklea secara patologi anatomi yang digambarkan berupa kerusakan sel. Gangguan vaskularisasi yang mengakibatkan gangguan suplai oksigen dan nutrisi sehingga menyebabkan kerusakan sel. Jenis kerusakan terbanyak berupa kongesti kapiler. Kongesti kapiler yang terjadi merupakan proses awal sebagai respon adanya perlukaan. Disfungsi endotel yang disebabkan karena adanya perlukaan akan mengakibatkan respon kompensasi yang akan mempengaruhi kemampuan homeostasis normal endotel. Perlukaan yang selanjutnya meningkatkan daya adhesif endotel terhadap lekosit dan platelet serta terjadinya perubahan permeabilitas. Disfungsi endotel ditandai dengan gangguan keseimbangan antara faktor relaksasi dan kontraksi, mediator anti dan pro koagulan, atau faktor yang meningkatkan dan menghambat pertumbuhan. Respon inflamasi yang tidak efektif untuk menetralkan atau menghilangkan agen penyebab perlukaan akan menyebabkan proses akan berlanjut sampai terjadi lesi.⁸

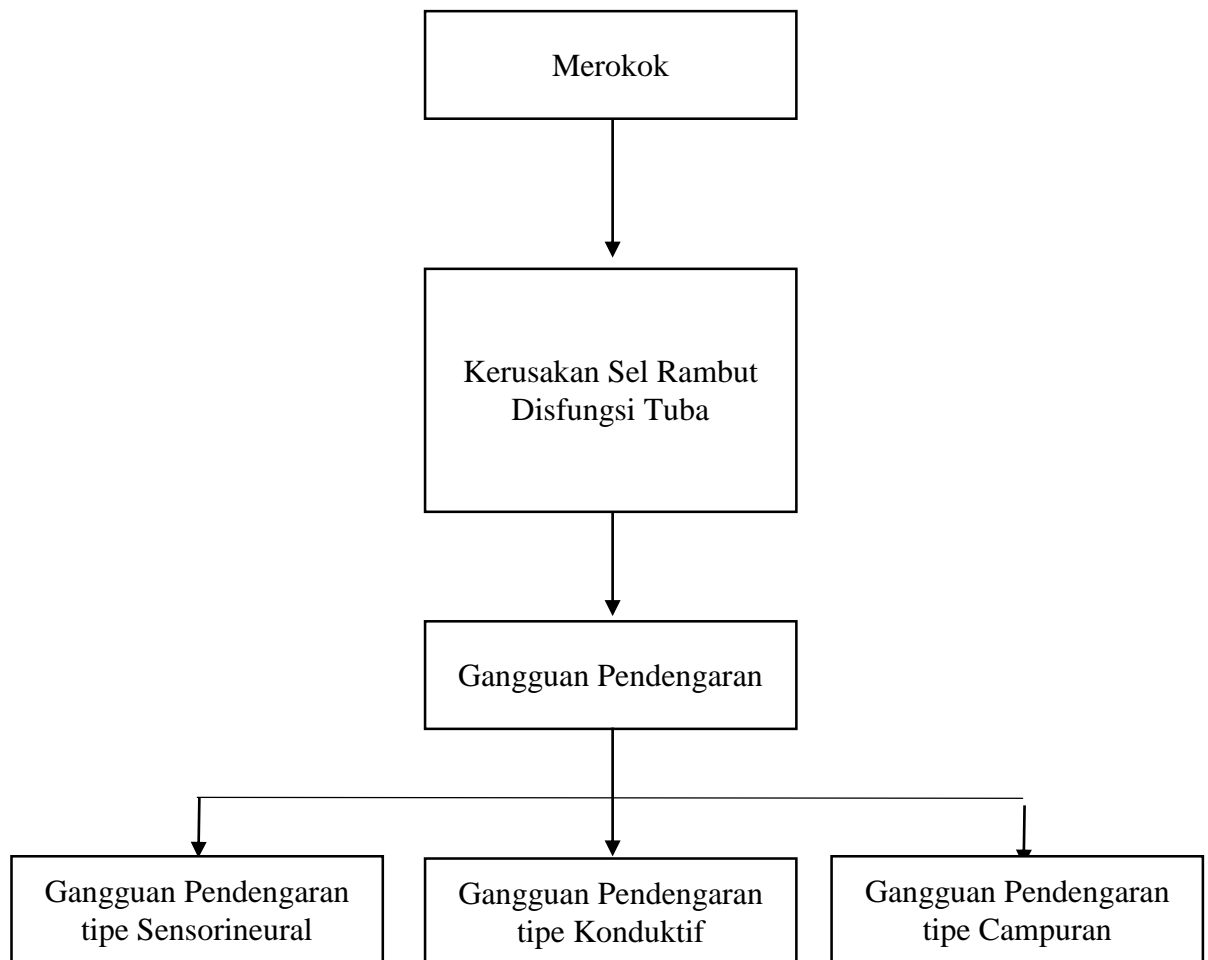
Kerusakan yang terjadi pada tingkat awal bersifat tidak menetap (reversibel) sehingga masih akan membaik kembali apabila suplai oksigen dan nutrisi yang diberikan cukup. Tingkat kerusakan sel yang paling berat adalah nekrosis endotel, nekrosis sel rambut. Nekrosis endotel dan nekrosis rambut ini akan menyebabkan sel tidak bisa kembali normal maupun diperbaiki lagi (ireversibel) meskipun diberi oksigen dan nutrisi yang cukup.⁸

Lamanya paparan asap rokok menunjukkan juga adanya penurunan silia, metaplasia skuamosa dan hiperplasia pada tuba eustachii. Paparan rokok mengakibatkan adanya inflamasi pada mukosa telinga tengah sehingga meningkatkan produksi tumor nekrosis pada epitel telinga tengah. Perokok pasif yang terpapar asap rokok selama jangka panjang akan mengakibatkan peningkatan sekresi mukosa pada tuba eustachii dan pemanjangan waktu mukosiliar sehingga menyebabkan otitis media efusi dan perubahan tekanan negatif telinga tengah.^{42,43}

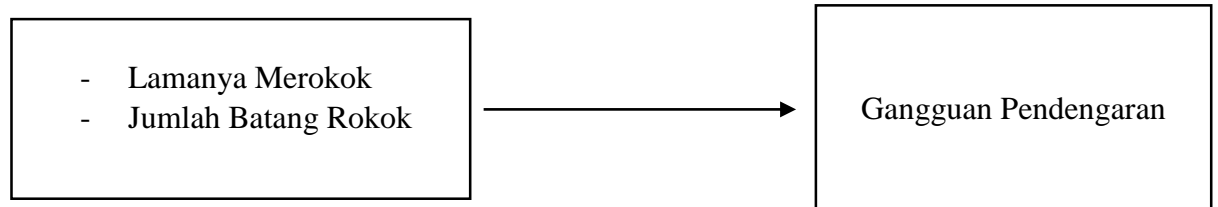
2.7 Kerangka Patofisiologi



2.8 Kerangka Teori



2.9 Kerangka Konsep



2.10 Hipotesis

2.10.1 Hipotesis Mayor

Rokok berpengaruh terhadap gangguan pendengaran pada usia muda.

2.10.2 Hipotesis Minor

- a. Jumlah batang rokok berpengaruh terhadap kejadian gangguan pendengaran pada usia muda.
- b. Lama merokok berpengaruh terhadap kejadian gangguan pendengaran pada usia muda.
- c. Jumlah batang rokok memiliki pengaruh lebih besar terhadap gangguan pendengaran.

