

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Anatomi

Secara garis besar, telinga dibagi menjadi 3 bagian yaitu telinga bagian luar, bagian tengah, dan bagian dalam.

##### 1. Telinga Luar

Telinga luar terdiri dari dua bagian, yaitu aurikula (daun telinga) dan *external acoustic meatus* (meatus akustikus eksterna). Aurikula merupakan bagian paling lateral dari organ telinga dan berfungsi untuk menangkap gelombang suara. Organ ini terdiri dari kartilago yang diselubungi oleh kulit dan disusun oleh fariasi elevasi dan depresi (Drake *et al*, 2005).

Sisi paling luar dan paling luas dari aurikula adalah heliks. Setelah itu diteruskan menuju ke konkha kemudian masuk ke meatus akustikus eksterna. Aurikula terdapat dua inervasi, yaitu nervus vagus yang letaknya di sekitar konkha dan nervus fasialis yang berada di bagian heliks dan bagian aurikula yang paling luar (Drake *et al*, 2005).

Meatus akustikus eksterna letaknya memanjang dari konkha sampai membran timpani sisi lateral. Bagian ini berbentuk liang yang panjangnya mencapai 1 inchi (2,5 cm). Bagian dinding dari liang ini terdiri dari tulang dan kartilago. Sepertiga bagian lateral berasal dari kartilago lanjutan bagian konkha

dan dua pertiga selanjutnya merupakan tembusan tulang temporal (Drake *et al*, 2005).

Bentuk daun telinga dengan berbagai tonjolan dan lekukan serta bentuk liang telinga yang lurus dengan panjang sekitar 2,5 cm bisa menyebabkan terdapatnya resonansi bunyi sebesar 3500 Hz. Bayi sampai umur kurang dari 2 tahun besar resonansi telinga bagian luar mencapai 8000 Hz (Mills dan Adkins, 1993).

Membran telinga memisahkan antara telinga luar dan telinga tengah. Di sekeliling bagian permukaan membran timpani terdapat cincin fibrokartilago yang berdemet pada tulang temporal. Sisi tengahnya yang berbentuk cekungan, menempel pada bagian permukaan dalam dari akhiran tuas malleus di telinga bagian tengah. Titik ini merupakan perlekatan dari umbo timpani. Persyarafan dari meatus akustikus eksterna dibagian permukaan dipersyarafi oleh nervus trigeminal dengan penambahan partisipasi dari nervus fasialis dan nervus vagus. Sedangkan pada membran mukus di permukaan bagian dalam dari membrane timpani dipersyarafi oleh nervus glossopharyngeal (Drake *et al*, 2005).

Lubang telinga dan daun telinga meningkatkan *gain* sebesar 10-25 dB untuk mendeteksi bunyi dengan intensitas rendah pada frekuensi sekitar 3-5 Hz. Berdasarkan keadaan ini, para ahli merancang bentuk alat bantu dengar sedemikian rupa sehingga aman dan efektif bagi pemakainya.

## 2. Telinga Tengah

Telinga tengah dibagi menjadi tiga bagian dari atas ke bawah, yaitu epitimpanum yang terletak di atas dari membrane timpani, mesotimpanum (kavum

timpani) yang terletak di medial dari membran timpani dan hipotimpani terletak di kaudal dari membran timpani. Tulang pendengaran yang terletak di kavum timpani adalah maleus, incus dan stapes. Tulang-tulang pendengaran ini berfungsi untuk menghantarkan gelombang suara yang diterima membran timpani ke foramen ovale. Gerakan stapes menimbulkan hantaran suara ke perilymfe yang sangat penting untuk pendengaran (Mc Gill dan Shulhencht, 1979).

Membran timpani merupakan batas lateral telinga tengah, pada membran timpani melekat manubrium maleus. Pada bagian atas manubrium maleus terdapat insersi otot tensor timpani yang dipersarafi oleh nervus trigeminus. Kontraksi otot tensor timpani akan menarik manubrium maleus ke arah anteromedial, mengakibatkan membrana timpani bergerak ke arah dalam sehingga besar energy suara yang masuk dibatasi (Pickles, 1991).

Otot lain juga yang berfungsi melindungi kokhlea adalah otot stapedeus yang dipersarafi oleh cabang stapediale nervus fasialis. Kontraksi otot stapedius menyebabkan foot plate stapes menjauhi foramen ovale, sehingga jumlah energy suara yang harus diteruskan ke telinga dalam dibatasi. Fungsi telinga tengah yaitu meneruskan energi akustik kedalam kokhlea yang berisi cairan. Sebelum bunyi masuk ke kokhlea akan diamplifikasi melalui perbedaan ukuran membran timpani dan foramen ovale, daya ungkit tingkat pendengaran dan bentuk spesifik membrane timpani. Besar *gain* yang diterima kibat mekanisme tersebut sekitar 25-30 dB (Mc Gill dan Shulhencht, 1979).

Meskipun bunyi diteruskan kedalam kokhlea mengalami amplifikasi yang cukup besar, namun efisiensi energi dan kemurnian bunyi tidak mengalami



distorsi walaupun intensitas bunyi yang diterima sampai 130 dB. Aktifitas otot stapedius disebut reflek stapedius dan pada manusia efek ini timbul pada intensitas bunyi diatas 80 dB. Reflek ini berfungsi untuk melindungi kokhlea, efektif pada frekuensi kurang dari 2 KHz dengan masa latensi 10 m/det dengan daya redam 5-10 dB (Mc Gill dan Shulhencht, 1979).

### 3. Telinga Dalam

Telinga bagian dalam secara beruntun menuju medial terdapat rangkaian rongga tulang, duktus membranous dan saculus (labirin membranous). Struktur dari bagian ini merupakan bagian antara telinga tengah dibagian lateral dan meatus akustikus internal bagian medial.

Rongga tulang berisi vestibula, tiga kanal semisirkular dan kokhlea. Rongga tulang ini dibatasi oleh periosteum dan berisi cairan jernih perilimfe (Drake *et al*, 2005).

Bentuk telinga dalam sedemikian kompleknya sehingga disebut labirin, derivat vesikel ottika membentuk suatu rongga tertutup yaitu labirin membran yang terisi endolimfe, satu-satunya cairan ekstraselular dalam tubuh yang kaya kalium dan rendah natrium. Labirin membran dikelilingi oleh cairan perilimfe (tinggi natrium atau rendah kalium) yang terdapat dalam kapsula ottika bertulang. Labirin tulang dan membran memiliki bagian kokhlear. Bagian vestibularis (pars superior) berhubungan dengan keseimbangan, sementara bagian kokhlear (pars inferior) merupakan organ pendengaran kita (Burton, 2000).

Kokhlear melingkar seperti rumah siput dengan dua atau satu setengah putaran. Aksis dari spiral tersebut dikenal dengan modiolus, berisi berkas syaraf

dan suplai darah arteri vestibularis. Serabut syaraf kemudian berjalan melalui lamina spiralis osseus untuk mencapai sel-sel sensorik organ korti. Rongga koklear bertulang dibagi menjadi 3 bagian oleh duktus koklearis yang panjangnya 35 mm dan berisi endolimfe. Bagian atas adalah skala vestibuli, berisi perilimfe dan dipisahkan dari duktus koklearis oleh membrana reissner yang tipis.

Bagian bawah adalah skala timpani juga mengandung perilimfe dan dipisahkan dari duktus koklearis oleh lamina spiralis osseus dan membrana basilaris perilimfe pada kedua skala berhubungan pada apeks koklea spiralis tepat setelah ujung buntu duktus koklearis melalui suatu celah yang dikenal sebagai heliotrema. Membrana basilaris sempit pada basisnya (nada tinggi) dan melebar pada apeks (nada rendah) (Burton, 2000).

## **B. Fisiologi Mendengar**

Gelombang suara masuk melalui meatus akustikus eksternal dan membentur membran timpani sehingga membran timpani bergerak ke medial. Tulang malleus yang menempel pada membran timpani juga ikut bergerak ke arah medial. Gerakan pada tulang malleus ini akan menggerakkan kepala tulang malleus ke arah lateral karena bagian itu dan inkus saling berhubungan dalam persendian. Proses ini membuat inkus bergerak ke arah medial. Setelah proses ini dilanjutkan dengan pergerakan stapes ke arah medial karena efek dari pergerakan tulang inkus. Lalu jendela oval di koklea ikut bergerak ke arah medial karena tulang stapes berlekatan pada jendela oval (Drake *et al*, 2005).

Kokhlea bisa terstimulasi secara langsung melalui konduksi tulang tengkorak sebaik sebagaimana suara yang melalui telinga bagian tengah. Pada umumnya telah disetujui bahwa bahwa gelombang suara yang dianalisa oleh kokhlea dan setiap frekuensinya mempunyai tempat sendiri di membran basilaris. Banyak bukti yang mendukung tentang teori ini bahwa untuk frekuensi tinggi diwakilkan oleh bagian basal dari kokhlea dan frekuensi rendah dibagian apeks. Helmholtz melihat secara mudah bahwa membrane basilar merupakan resonator, tetapi jauh dari itu mekanisme di dalam membrane basilar lebih sulit (Burton, 2000).

Von Bekesy, pemenang hadiah nobel, menyimpulkan tentang teori travelling-wave. Dia dapat menunjukkan bahwa getaran yang diteruskan ke jendea oval dalam model observasinya, gelombang itu berjalan di membrane basilaris, amplitudo meningkat sebagaimana dia berjalan dan akhirnya hilang. Pada poin maksimalnya amplitudo ditunjukkan dengan frekuensi yang dihantarkan dan terjadi saat penginterpretasian sepanjang membran basilaris. Saat ini diketahui bahwa getaran dari membrane basilar didorong dengan cara pengaktifan mekanisme amplifiser kimia (Burton, 2000).

Sel rambut di membran basilaris dari kokhlea mendeteksi getaran yang dihasilkan oleh gelombang suara dan mentransduksinya ke impuls saraf yang melewati nukleus kokhlea dan berakhir ke nukleus olivari di kedua sisi. Jika tulang pendengaran mengalami gangguan, getaran suara bisa masuk ke kokhlea melalui konduksi tulang (Clark & Kumar, 2005).

dan kanal ion menutup. Sumber energi yang menunjang terjadinya proses diatas dihasilkan oleh *biological batteries* yang tersusun secara seri di dalam skala media berupa potensial endokokhlea sebesar (+80 mv) dan *negative potensial infra selluler* (teori Davis) (Burton, 2000 dan Canlon, 1989).

Sensitifitas auditorius, sensitifitas mutlak ditentukan oleh besarnya energi akusitik yang diperlukan untuk menimbulkan respon pendengaran. Keadaan ini disebut ambang dengar dan dinyatakan dalam dB (SPL) pada frekuensi tertentu.

Telinga akan mengubah gelombang getaran yang telah dibuat oleh membran telinga menjadi potensial aksi dalam saraf pendengran untuk dilanjutkan sampai ke pusat pendengaran. Frekuensi aksi potensial di setiap saraf pendengaran adalah sesuai dengan besar rangsangannya. Suara dengan intensitas rendah, banyaknya akson yang merembetkan impuls sesuai dengan geteran dawai terangsang. Suara dengan intensitas tinggi, akson yang terangsang yang menyalurkan impuls lebih lebar dibanding dengan intensitas rendah.

### C. Kebisingan (Noise Induced)

Bising disebut juga dengan bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dapat mengganggu percakapan serta merusak alat pendengaran (Alberty, 1979). Homberg menyebutkan bahwa suara yang tidak diinginkan mulai pada level 72 dB.

Ketuliaan bisa terjadi karena gangguan transmisi suara di bagian luar atau tengah dari telinga (tuli konduksi) atau kerusakan dari sel rambut atau kerusakan

di jalur persarafan (tuli saraf). Kedua jenis tuli ini bisa dibedakan lewat pemeriksaan sederhana dengan garpu tala (Ganong, 2005).

Kebisingan mempunyai dampak pada manusia. Kebisingan pada manusia dibagi dua yaitu 1) pengaruh auditorial yang bersifat temporer atau permanen, 2) pengaruh nonauditorial dan sudah jatuh pada gangguan pendengaran yang permanen (Alberty, 1991). Pengaruh kebisingan dapat menjadi tiga, 1) kenaikan ambang pendengaran sementara (*temporary threshold shift*), 2) kenaikan ambang pendengaran permanen (*permanen threshold shift*), dan 3) trauma akustik.

Menurut Jenny dan Indro (2007) secara umum pengaruh bising terhadap pekerja yaitu 1) pengaruh auditorial berupa tuli akibat bising atau *Noise Induced Hearing Loss (NIHL)*, umumnya terjadi dalam lingkungan kerja dengan tingkat kebisingan tinggi, 2) pengaruh nonauditorial dapat bermacam-macam misalnya gangguan komunikasi, gelisah, rasa tidak nyaman, gangguan tidur, peningkatan tekanan darah, dan lain sebagainya.

Pajanan bising >85 dB menyebabkan pendengaran berkurang bertahap. Pajanan bising yang diperkenankan oleh *Occupational Safety and Health Administration (OSHA)* adalah durasi pajanan dikurangi menjadi setengahnya setiap kenaikan 5 dB. Contoh: untuk pajanan sampai 8 jam tiap hari pada 90 dB diperbolehkan selama 4 jam, pada intensitas 95 dB diperbolehkan 2 jam tiap harinya dan pada 100 dB diperbolehkan 1 jam setiap hari dan seterusnya. Intensitas di atas 140 dB tidak diperbolehkan, sedangkan standar yang berlaku di Indonesia menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor: Kep.51/MEN/1999 dapat dilihat di Tabel. 1.



Pajanan bising pada para pekerja dinyatakan dengan  $\text{dB (A) } L_{\text{eq}} (8 \text{ H})$  yaitu intensitas kebisingan ekuivalen dengan 8 jam yang dinyatakan dalam desibel dalam skala A. Pajanan bising dengan intensitas 90 dB (A) selama 4 jam ekuivalen dengan 85 dB (A) dengan durasi 8 jam (Prasher, 1998).

Frekuensi adalah nada murni yang dihasilkan oleh getaran suatu benda yang sifatnya harmonis sederhana. Bunyi yang didengar telinga manusia normal mempunyai frekuensi antara 20-18000 Hz. Musik di dalam *Night Club* berbeda-beda nadanya sehingga TTS maksimal terjadi sekitar 3-6 Hz.

Tabel 1. Nilai Ambang Batas Kebisingan

Waktu Pemajanan per Hari	Intensitas Kebisingan dalam dB (A)
8	85
4	88
2	91
1	94
jam	
30	97
15	100
7,5	103
3,75	106
1,88	109
0,94	112
menit	
28,12	115
14,06	118
7,03	121
3,52	124
1,76	127
0,88	130
0,44	133
0,22	136
0,11	139
detik	

Catatan: Tidak boleh terpajan lebih dari 140 dB (A), walaupun sesaat.

*Temporary Threshold Shift* atau TTS mula-mula berhenti setelah 24-48 jam berada di lingkungan sunyi. Bila setelah terpapar bising, pasien menderita tinnitus, tuli, sensasi tersumbat di telinga, atau kombinasi dari gejala tersebut, berarti telah terjadi kerusakan di liang telinga dalam. Mula-mula gejala dapat berhenti setelah 24-48 jam berbeda di lingkungan sunyi, tetapi pemaparan berulang akan menyebabkan kerusakan permanen. Frekuensi tinggi terutama di area 4000 Hz, sering menyebabkan trauma bising, sehingga walau telah timbul ketulian, pasien tidak mungkin menyadari keadaan tersebut, dan gejala pertama yang dapat diketahui berupa tinnitus bernada tinggi. Progresifnya tuli dan terkenanya frekuensi yang lebih rendah, pasien mulai merasakan kesulitan mendengar di lingkungan yang bising. Jika pemaparan bising berlebihan terus berlangsung, maka kemudian pasien akan tidak dapat mendengar walau lingkungan yang sunyi (Cody *et al*, 1986).

#### **D. Diagnosis NIHL**

Diagnosis NIHL ditegakkan berdasarkan anamnesis, riwayat pekerjaan, pemeriksaan fisik dan otoskopi serta pemeriksaan penunjang untuk pendengaran seperti audiometri. (Jenny & Indro, 2007). Perlu juga ditanyakan tentang riwayat penyakit telinga yang pernah diderita (tinnitus, otitis media akut, dan lain-lain (Ballantyne, 1987; Chadwick, 1989; Good Hill, 1988).

Pada anamnesis dapat diketahui apakah pasien pernah bekerja atau sedang bekerja di lingkungan bising dalam jangka waktu lama. Pada pemeriksaan otoskopi biasanya tidak ditemukan kelainan. Pada pemeriksaan audiologi, tes

penala didapat Rinne positif, Weber lateralisasi ke telinga yang pendengarannya lebih baik dan Schwabach memendek.

Kesan ketuliannya tuli sensoneural. Pemeriksaan audiometrik nada murni didapatkan tuli sensoneural pada frekuensi 3000-6000 Hz dan pada frekuensi 4000 Hz sering terdapat takik (*notch*) yang patognomonik untuk jenis ketulian seperti ini. Pemeriksaan audiologi khusus seperti *Short Increment Sensitivity Index (SISI)*, *Alternate Binaural Loudness Balance (ABLB)*, *Monoaural Loudness Balance (MLB)*, Audiometri Bekesy, Audiometri tutur (*speech audiometry*), hasilnya menunjukkan adanya fenomena rekrutmen yang patognomonik untuk tuli sensorineural kokhlea (Jenny & Indro, 2007).

Rekrutmen adalah suatu fenomena pada tuli sensorineural kokhlea, dimana telinga yang tuli menjadi lebih sensitif terhadap intensitas bunyi yang kecil pada frekuensi tertentu setelah terlampaui ambang dengarnya. Contoh: orang yang pendengarannya normal tidak dapat mendeteksi kenaikan bunyi 1 dB bila sedang mendengarkan bunyi nada murni yang kontinyu, sedangkan bila ada rekrutmen dapat mendeteksi kelainan bunyi tersebut.

Orang yang menderita tuli sensoneural kokhlea sangat terganggu oleh bising latar belakang, sehingga bila orang tersebut berkomunikasi di tempat yang ramai akan mendapat kesulitan mendengar dan mengerti pembicaraan (Jenny & Indro, 2007).

## E. Manajemen Terapi NIHL

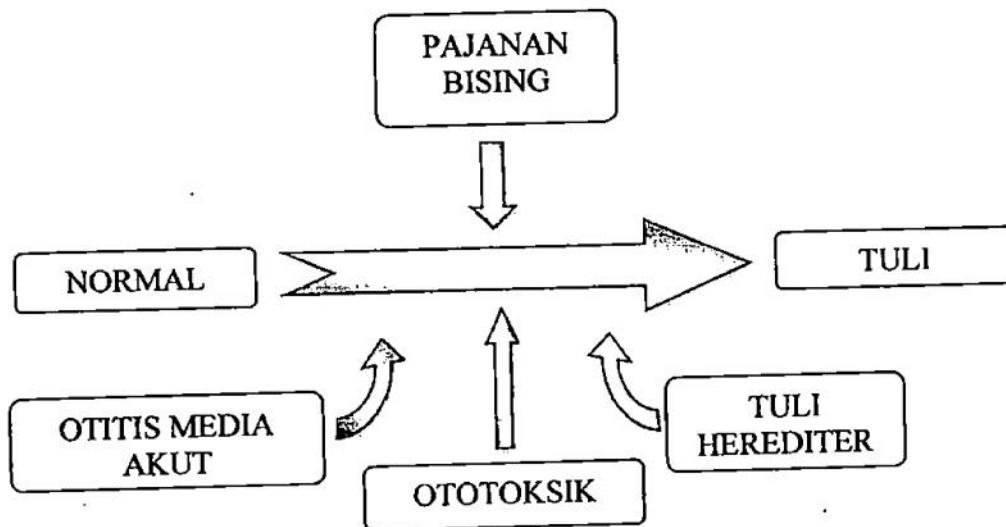
Manajemen terapi pada NIHL ditujukan untuk pencegahan paparan dengan bising, karena tuli akibat bising adalah tuli sensorineural kokhlea yang bersifat menetap (*irreversible*).

Bila penderita sudah mengalami kesulitan berkomunikasi dengan volume percakapan biasa, dapat dicoba pemasangan Alat Bantu Dengar (ADB) atau *Hearing Aid*, dan apabila sudah sedemikian buruknya sehingga penderita tidak bisa lagi berkomunikasi lagi dengan adekuat, maka perlu dilakukan psikoterapi agar penderita dapat menerima keadaannya. Latihan pendengaran (*auditory training*) agar dapat menggunakan sisa pendengaran ADB secara efisien dibantu dengan membaca ucapan bibir (*lip reading*), mimik dan gerakan anggota badan, serta bahasa isyarat untuk dapat berkomunikasi. Dan bila mungkin dilakukan implan kokhlea (*cochlear implant*) (Jenny & Indro, 2007).

Babtezen dan Gravasen mengobati pasien dengan vitamin A dosis tinggi (100.000 IU) 3 kali sehari selama 3 bulan dan melaporkan hasilnya ada perbaikan tinnitus pada sepertiga penderita sedangkan pendengaran secara audiometri tidak ada perbaikan bermakna dibanding praterapi (Oedomo, 1998).

Pencegahan NIHL bisa dilakukan dengan mengurangi pajanan bising. Pekerja yang sering terpapar dengan kebisingan sebaiknya dipindahkan dari lingkungannya, bila tidak mungkin dapat diberikan alat pelindung telinga (ear plug), tutup telinga (ear muff) dan perlindungan kepala (helmet).

## F. Kerangka Konsep



## G. Premis Mayor

Menurut OSHA, pajanan bising >85 dB menyebabkan pendengaran berkurang secara bertahap.

## H. Premis Minor

Para pekerja klub malam terpapar suara mencapai 110-120 dB dan semakin keras jika mencapai akhir malam (Hagner *et al*, 2000).

## I. Hipotesis

Pekerja klub malam mempunyai resiko lebih besar terkena tuli akibat bising (NIHL) dibanding yang bukan pekerja klub malam.