

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Gangguan Pendengaran**

##### **2.1.1 Klasifikasi Gangguan Pendengaran**

Gangguan pendengaran dapat dibedakan dari ketulian. Gangguan pendengaran (*hearing loss*) adalah berkurangnya kemampuan mendengar baik sebagian atau seluruhnya, pada salah satu atau kedua telinga, baik derajat ringan atau lebih berat dengan ambang pendengaran lebih dari 25dB pada frekuensi 500, 1000, 2000 dan 4000Hz.<sup>14</sup> Adapun batas ambang dengar kategori normal untuk manusia adalah pada intensitas -10-25 dB. Di sisi lain, ketulian (*deafness*) berarti kehilangan mutlak kemampuan mendengar dari salah satu atau kedua telinga. Terdapat tiga jenis gangguan pendengaran yaitu, gangguan pendengaran konduktif, gangguan pendengaran sensorineural, dan campuran keduanya. Gangguan pendengaran dapat dikategorikan berdasarkan bagian sistem pendengaran yang mengalami kerusakan.<sup>2</sup>

WHO menyatakan pada tahun 2013 diperkirakan ada 360 juta orang di dunia atau sebesar 5,3% mengalami gangguan pendengaran. Sebanyak 328 juta (91%) adalah orang dewasa (183 juta laki-laki, 145 juta perempuan) dan 32 juta (9%) adalah anak-anak.<sup>1</sup> Di Indonesia, menurut survei Kesehatan Indera Pendengaran tahun 1994-1996 terdapat 16,8% penderita gangguan pendengaran dan 0,4% penderita ketulian.

### 2.1.2 Diagnosis Peningkatan Ambang Pendengaran

Diagnosis peningkatan ambang pendengaran menggunakan audiometer nada murni. Dari audiogram dapat dilihat apakah pendengaran normal atau tidak. Derajat ketulian dapat dihitung dengan menggunakan *Index Fletcher*. *Index Fletcher* adalah rata-rata ambang pendengaran pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz.<sup>15</sup> Rumus *Index Fletcher* :

Ambang Dengar (AD) :

$$\frac{\text{AD 500 Hz} + \text{AD 1000 Hz} + \text{AD 2000 Hz}}{3}$$

Menurut kepustakaan terbaru<sup>1</sup> frekuensi 4000 Hz berperan penting untuk pendengaran, sehingga perlu turut diperhitungkan, sehingga derajat ketulian dihitung dengan menambahkan ambang dengar 4000Hz dengan ketiga ambang diatas, kemudian dibagi 4.<sup>15</sup>

Ambang Dengar (AD) :

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

Dalam menentukan derajat gangguan pendengaran, yang dihitung hanya ambang dengar hantaran udaranya (*Air Conduction/AC*) saja.

**Tabel 2.** Klasifikasi derajat gangguan pendengaran menurut *International Standard Organization (ISO)*<sup>15</sup>

Derajat Peningkatan Ambang Pendengaran	ISO
Pendengaran Normal	-10 dB - 25 dB
Ringan	26 dB - 40 dB
Sedang	41 dB - 55 dB
Sedang Berat	56 dB - 70 dB
Berat	71 dB - 90 dB
Sangat Berat	Lebih 90 dB

## 2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Gangguan Pendengaran

### 2.2.1 Usia

Terdapat berbagai penelitian mengenai faktor- faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya gangguan pendengaran. Salah satu faktornya yaitu usia. Sebanyak 1 dari 3 orang di *United States* yang berusia 65-74 tahun mengalami gangguan pendengaran, dan sebanyak 1 dari 2 orang yang berusia diatas 75 tahun mengalami kesulitan untuk mendengar. Semakin bertambah usia seseorang maka akan semakin rentan mengalami gangguan pendengaran.<sup>16</sup>

Hal ini disebabkan karena sel rambut, pada telinga dalam yang membantu mengubah suara menjadi impuls listrik untuk dialirkan ke pusat pendengaran, mengalami kerusakan atau mati. Sel rambut tersebut tidak dapat mengalami regenerasi, sehingga gangguan pendengaran yang disebabkan karena kerusakan sel rambut bersifat permanen.<sup>17</sup>

### 2.2.2 Hipertensi

Prevalensi hipertensi di Indonesia pada penduduk berumur 18 tahun ke atas pada tahun 2013 berdasarkan diagnosis tenaga kesehatan sebesar 9,4%, dan berdasarkan pengukuran tekanan darah sebesar 25,8%. Prevalensi tertinggi di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung berdasarkan pengukuran tekanan darah yaitu sebesar 30,9%. Sedangkan prevalensi terendah berdasarkan pengukuran tekanan darah terdapat pada Provinsi Papua, yaitu sebesar 16,8%.<sup>18</sup> Prevalensi berdasarkan jenis kelamin, laki-laki secara bermakna berisiko hipertensi 1,25 kali daripada perempuan.<sup>19</sup>

Semua sel hidup pada tubuh manusia membutuhkan suplai oksigen dan energi yang cukup untuk mempertahankan fungsinya. Suplai tersebut sangat tergantung pada integritas fungsi dan struktur jantung dan pembuluh darah. Hipertensi adalah penyakit vaskular yang paling sering terjadi, penyakit ini menyebabkan perubahan struktural pada jantung dan pembuluh darah. Peningkatan tekanan pada sistem vaskular dapat menyebabkan perdarahan pada telinga dalam yang mendapat suplai darah dari arteri cereberalis anterior inferior dan mengakibatkan kurangnya suplai makanan dan oksigen ke telinga tengah. Hal ini akan menyebabkan gangguan pendengaran.<sup>20</sup>

### 2.2.3 Merokok

Kandungan rokok yaitu nikotin mempunyai sifat ototoksik dan menyempitkan pembuluh darah sehingga mengurangi pasokan darah ke organ tubuh. Selain itu, karbonmonoksida akan membentuk karboksi-

hemoglobin, yang akan mengurangi ketersediaan oksigen tingkat sel. Pengaruh bahan-bahan kimia dalam rokok tersebut akan menimbulkan kerusakan pada organ koklea. Sudah dilakukan beberapa penelitian tentang hubungan antara merokok dengan gangguan pendengaran pada orang dewasa. Weiss dalam penelitiannya menyatakan bahwa orang yang merokok 1 bungkus perhari memiliki pendengaran yang berkurang pada frekuensi 250 sampai 1000 Hz dibandingkan dengan orang yang tidak merokok atau perokok ringan. Siegelau et al melaporkan dalam penelitiannya yang mencakup sebanyak 33146 orang pria dan wanita di California, pria perokok tanpa riwayat paparan suara memiliki pendengaran yang berkurang pada frekuensi 4000Hz dibandingkan dengan pria yang tidak merokok. Namun tidak terlihat perbedaan signifikan pada wanita.<sup>21, 22</sup>

#### 2.2.4 Gangguan Pendengaran Akibat Bising

Paparan terhadap suara yang berlebihan akhir-akhir ini merupakan salah satu penyebab utama gangguan pendengaran. Diperkirakan bahwa 500 juta orang di dunia berisiko untuk mengalami gangguan pendengaran akibat bising (*Noise Induced Hearing Loss/NIHL*). Orang-orang yang berisiko mengalami NIHL misalnya, orang-orang yang bekerja sebagai musisi, pemadam kebakaran, petani, pekerja bangunan, dan lain-lain.<sup>23,24</sup>

NIHL adalah gangguan pendengaran sensorineural yang berawal dari frekuensi tinggi (3000 sampai 6000 Hz) dan menjadi semakin buruk sebagai akibat dari paparan terhadap suara yang berlebihan dalam waktu

yang lama. Paparan suara yang keras dalam waktu lama akan menyebabkan kerusakan stereosilia pada sel rambut di telinga tengah dan menyebabkan peningkatan ambang pendengaran permanen.<sup>24,25</sup>

### 2.2.5 Obat Ototoksik

Sebuah obat dianggap ototoksik jika memiliki potensi untuk menyebabkan reaksi beracun untuk struktur telinga bagian dalam, termasuk koklea, vestibulum, kanalis semisirkularis dan otolit, sehingga menyebabkan sensorineural gangguan pendengaran.

**Tabel 3.** Contoh Obat Ototoksik<sup>26</sup>

Golongan Obat Ototoksik	Contoh
Aminoglycosides	Streptomycin, amikacin, tobramycin, gentamycin, kanamycin, capreomycin
Platinum-based chemotherapy	Cisplatin, carboplatin, oxaliplatin
Loop diuretics	Furosemide, torasemide, bumetanide, piratenide
Other antibiotics	Erythromycin, vancomycin
Antimalarials	Quinine
Salicylates	Aspirin
Phosphodiesterase type 5 inhibitors	Sildenafil, tadalafil, vardenafil

Aminoglikosida menghasilkan radikal bebas dalam telinga bagian dalam dengan mengaktifkan sintetase oksida nitrat dan karena itu meningkatkan konsentrasi oksida nitrat.<sup>27</sup> Radikal oksigen kemudian bereaksi dengan oksida nitrat untuk membentuk peroxynitrite destruktif radikal, yang dapat langsung merangsang sel apoptosis mitokondria. Hal ini menyebabkan kerusakan permanen ke sel-sel rambut luar koklea,

mengakibatkan gangguan pendengaran permanen.<sup>28</sup>

Mekanisme platinum ototoxicity dimediasi oleh produksi radikal bebas dan kematian sel.<sup>26</sup> Platinum merupakan senyawa yang merusak stria vaskularis (epitel kolumnar dengan kapiler yang mengeluarkan endolymph di skala media) dan menyebabkan sel rambut luar mengalami kematian sel dimulai pada pergantian basal dari koklea. Radikal bebas yang dihasilkan oleh NADPH oksidase dalam sel-sel rambut bagian dalam karena paparan cisplatin.<sup>26</sup> Radikal bebas yang dihasilkan oleh mekanisme ini kemudian menyebabkan apoptosis mitokondria dan menyebabkan gangguan pendengaran permanen.

Efek ototoksik dari diuretik loop dikaitkan dengan stria vaskularis, yang dipengaruhi oleh perubahan gradien ion antara perilimfe dan endolimfe.<sup>26</sup> Hal ini akan menyebabkan edema epitel. Gangguan pendengaran biasanya tergantung dosis dan mengikuti bolus intravena. Hal ini dapat membaik dengan sendirinya, tapi pada neonatus dilaporkan terjadi gangguan pendengaran ireversibel.

Asam salisilat akan cepat memasuki rumah siput dan meningkatkan cairan perilimfe.<sup>26</sup> Peningkatan ini menyebabkan tinnitus dan gangguan pendengaran reversibel. Mekanisme ini multifaktorial tetapi lebih menyebabkan gangguan metabolik daripada perubahan morfologi koklea. Hubungan antara phosphodiesterase 5 inhibitor dan gangguan pendengaran ireversibel diduga terkait dengan efeknya pada jaringan hidung menyebabkan blokade tuba eustachius, berkaitan dengan tingkat

puncak plasma.<sup>29</sup>

#### 2.2.6 Infeksi Telinga

infeksi telinga yang paling sering menyebabkan gangguan pendengaran adalah otitis media. Otitis media adalah radang telinga tengah.<sup>30</sup> Ketika infeksi mendadak terjadi, kondisi ini disebut otitis media akut. Otitis media akut terjadi ketika dingin, alergi, dan adanya bakteri atau virus menyebabkan akumulasi pus dan mukus di belakang membran timpani dan menyumbat tuba eustachius. Hal ini dapat menyebabkan nyeri telinga dan demam.<sup>31</sup>

Pus dapat berada di telinga tengah sampai beberapa minggu, hal ini disebut dengan otitis media dengan efusi. Hal ini terjadi pada proses penyembuhan dari infeksi telinga. Pus ini dapat berada di telinga sampai beberapa bulan. Jika tidak diterapi maka dapat terjadi infeksi kronik yang berpotensi menyebabkan gangguan pendengaran ireversibel.

Kebanyakan orang dengan infeksi telinga tengah atau akumulasi pus memiliki gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran rata-rata di telinga dengan akumulasi pus adalah tidak dapat mendengar suara pada ambang dengar 24 db.<sup>31</sup> Akumulasi pus yang dibiarkan terus menerus dapat menyebabkan gangguan pendengaran hingga ambang dengar 45 db. Seseorang dicurigai mengalami gangguan pendengaran jika tidak dapat memahami kata-kata tertentu dan berbicara lebih keras dari biasanya.



### 2.2.7 Gizi Buruk

Tingginya prevalensi gizi buruk pada bayi usia 0-3 bulan dalam populasi umum terkait dengan terjadinya tingginya kurang gizi pada ibu dan anak-anak telah dilaporkan dalam penelitian ini. Tingginya prevalensi anak pendek di kelompok usia ini mungkin akan didukung oleh pertumbuhan janin intrauterin yang terhambat. Sementara lebih dari setengah (55%) dari bayi dengan *Congenital and early onset of sensorineural hearing loss* (CESHL) yang gizi buruk pada setidaknya satu pengukuran pertumbuhan dan perkembangan.<sup>32</sup>

Penelitian Olusanya<sup>32</sup> juga menunjukkan bahwa bayi yang mengalami gizi buruk baik yang disebabkan karena pertumbuhan janin intrauterin yang terhambat, masalah kesehatan ibu termasuk status gizi ibu yang buruk saat hamil, ataupun infeksi pada bayi adalah faktor risiko terjadinya CESH. Dengan demikian, gizi buruk berpengaruh terhadap gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak seperti CESH.

Secara spesifik dikatakan dalam penelitian Emmett bahwa wanita hamil yang kekurangan vitamin A dapat menyebabkan gangguan pendengaran pada janin.<sup>33</sup> Vitamin A dalam bentuk metabolit aktif retinoic acid (RA), dianggap sebagai faktor penting dalam diferensiasi organ dan telah terbukti sangat diperlukan untuk perkembangan telinga bagian dalam. Pengaruh RA pada pengembangan otak belakang dan sistem vestibular menunjukkan pentingnya vitamin A di dalam pembentukan telinga.<sup>33</sup>

### 2.3 Diabetes Melitus

Diabetes Melitus adalah penyakit metabolik yang dikarakterisasikan dengan hiperglikemia karena terjadi kelainan pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Hiperglikemia kronik pada diabetes berhubungan dengan kerusakan, disfungsi, dan kegagalan pada beberapa organ, seperti mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah. Gejala-gejala awal DM adalah hiperglikemia, polidipsi, poliuria, polifagia, dan gangguan penglihatan. Terjadinya gangguan pertumbuhan dan kerentanan terhadap suatu infeksi tertentu juga sering terjadi pada hiperglikemia.<sup>4</sup>

Indonesia berada pada urutan keempat penderita Diabetes Melitus terbanyak dengan prevalensi 8,6% dari total penduduk, dimana peringkat WHO memprediksi akan terjadi peningkatan jumlah penderita DM di Indonesia dari 8,4 juta pada tahun 2000 menjadi sekitar 21,3 juta pada tahun 2030. *International Diabetes Foundation (IDF)* pada tahun 2009 memprediksi kenaikan jumlah penyandang DM dari 7 juta pada tahun 2009 menjadi 12 juta pada tahun 2030. Dari laporan tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan penderita Diabetes Melitus sebanyak 2-3 kali pada tahun 2030. Prevalensi DM tipe 2 hampir 90-95% dari keseluruhan populasi penderita diabetes, umumnya berusia diatas 45 tahun.

Data Badan Pusat Statistik Indonesia tahun 2003 memperkirakan penduduk Indonesia yang berusia di atas 20 tahun adalah sebanyak 13,3

juta jiwa. Prevalensi DM sebesar 14,7% pada daerah urban dan 7,2%, pada daerah rural, maka diperkirakan pada tahun 2003 terdapat sejumlah 8,2 juta penyandang diabetes di daerah urban dan 5,5 juta di daerah rural. Selanjutnya, berdasarkan pola pertumbuhan penduduk, diperkirakan pada tahun 2030 nanti akan ada 19,4 juta penduduk yang berusia di atas 20 tahun dan dengan asumsi prevalensi DM pada urban (14,7%) dan rural (7,2%) maka diperkirakan terdapat 12 juta penyandang diabetes di daerah urban dan 8,1 juta di daerah rural.<sup>7</sup>

Komplikasi DM jangka panjang adalah retinopati dengan potensi kebutaan, nefropati dengan potensi gagal ginjal, neuropati perifer dengan potensi amputasi, dan neuropati otonom yang menyebabkan gejala-gejala gastrointestinal, genitourin, kardiovaskular, dan disfungsi seksual. Hipertensi dan abnormalitas metabolisme lipoprotein biasanya juga terjadi pada penderita DM.<sup>4,34</sup>

Diabetes Melitus dikategorikan menjadi dua berdasarkan etiopatogenesisnya yaitu, DM Tipe 1 dan DM tipe 2. DM Tipe 1, sel beta pankreas tidak dapat menghasilkan hormon insulin karena penyakit autoimun. Autoimun adalah keadaan dimana sistem imun tubuh membuat antibodi untuk menyerang dan menghancurkan sel beta pankreas. DM tipe 1 biasanya terjadi sejak masa anak-anak sehingga disebut juga *juvenile diabetes*. Penyakit ini adalah penyakit yang tidak bisa disembuhkan namun dapat dikontrol dengan baik. Pasien yang berisiko tinggi menderita DM Tipe 1 dapat diidentifikasi dengan melakukan pemeriksaan serologi

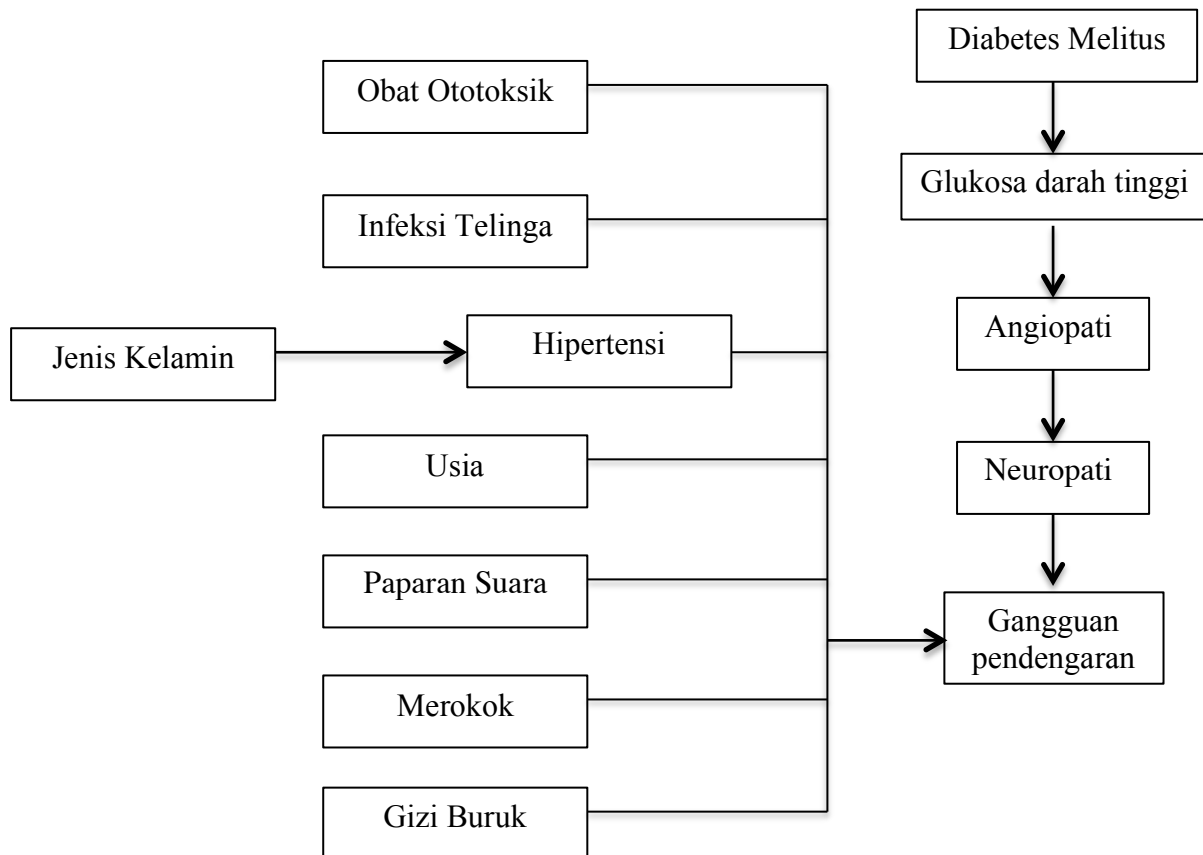
dimana akan ditemukan proses patologi pada pankreas dan dengan pemeriksaan biomarker genetik.<sup>4,5</sup>

DM tipe 2 adalah keadaan dimana tubuh tidak mampu menggunakan insulin yang telah dihasilkan oleh sel beta pankreas atau disebut juga terjadi resistensi terhadap insulin, biasanya terjadi pada usia dewasa atau pada anak-anak yang obesitas.<sup>4</sup>

#### **2.4 Hubungan Diabetes Melitus dengan Gangguan Pendengaran**

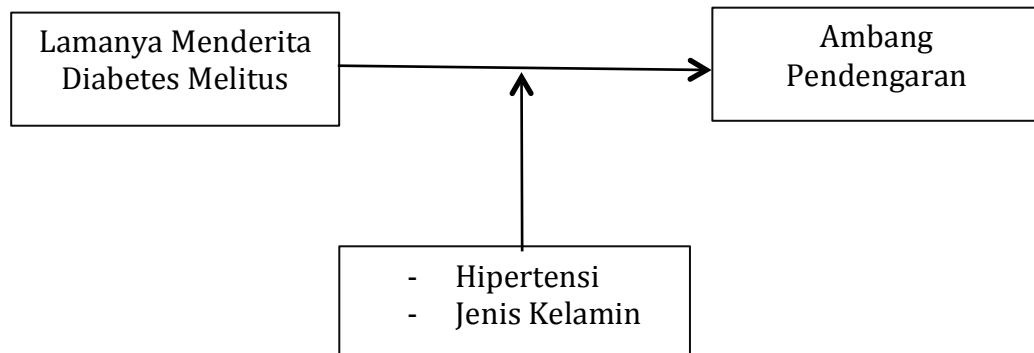
Secara anatomi organ telinga merupakan organ yang kaya pembuluh darah dan saraf, sehingga kerusakan pada pembuluh darah dan saraf telinga akan sangat berpengaruh terhadap pendengaran. Hubungan DM terhadap kurang pendengaran dikelompokkan menjadi angiopati, neuropati dan kombinasi keduanya.<sup>8,35</sup> Angiopati, pada arteriole dan pembuluh kapiler, terjadi karena rendahnya metabolisme glukosa pada penderita DM yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah. Hal tersebut menyebabkan membran basalis pada pembuluh darah kapiler mengalami penebalan akibat akumulasi glikoprotein lalu terjadilah mikroangiopati. Mikroangiopati dapat terjadi pada pembuluh darah koklearis di telinga dalam menyebabkan sel kekurangan nutrisi dan terjadi degenerasi. Angiopati juga menyebabkan degenerasi dan atrofi N. VIII dan sel rambut, hal tersebut disebut efek neuropati.<sup>10,36</sup>

## 2.5 Kerangka Teori



**Gambar 1.** Kerangka Teori

## 2.6 Kerangka Konsep



**Gambar 2.** Kerangka Konsep

## 2.7 Hipotesis

Terdapat Hubungan antara lama menderita Diabetes Melitus terhadap terjadinya peningkatan ambang pendengaran seseorang.