

**HUBUNGAN DIABETES MELITUS TIPE-2 DENGAN  
TERJADINYA GANGGUAN PENDENGARAN**

**SKRIPSI**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh :

**PUJHI MEISYA SONIA**

1508260040

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

# **HUBUNGAN DIABETES MELITUS TIPE-2 DENGAN TERJADINYA GANGGUAN PENDENGARAN**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh kelulusan  
Sarjana Kedokteran**



## **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh :  
**PUJHI MEISYA SONIA**  
1508260040

**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber, baik yang dikutip, maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Pujhi Meisya Sonia

NPM : 1508260040

Judul Skripsi : Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran.

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 14 Februari 2019



(Pujhi Meisya Sonia)

**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI, PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS KEDOKTERAN**

Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext. 20 Fax. (061) 7363488  
Website : [fk@umsu.ac.id](mailto:fk@umsu.ac.id)

**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Pujhi Meisya Sonia

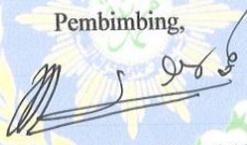
NPM : 1508260040

Judul : Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

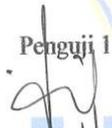
**DEWAN PENGUJI**

Pembimbing,



(dr. Muhammad Edy Syahputra Nasution, M.Ked (ORL-HNS), Sp. THT-KL)

Penguji 1



(dr. Siti Masliana Sregar, Sp. THT-KL)

Penguji 2



(dr. Zaldi, Sp.M)

Mengetahui,

Dekan FK-UMSU

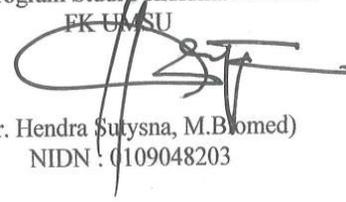


(Prof. dr. H. Gusbakti Rusli, M.Sc., PKK., AIFM)  
NIP : 1957081719900311002

Ditetapkan di : Medan

Tanggal : 14 Februari 2019

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter  
FK-UMSU



(dr. Hendra Sutysna, M.Blomed)  
NIDN : 0109048203

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahiwabarokatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul: **“Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran”**

Alhamdulillah, sepenuhnya penulis menyadari bahwa selama penyusunan dan penelitian skripsi ini, penulis banyak mendapat dukungan, bimbingan, arahan dan bantuan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini. Ilmu, kesabaran dan ketabahan yang diberikan semoga menjadi amal kebaikan baik di dunia maupun di akhirat. Adapun tujuan didalam penulisan ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana kedokteran di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih serta penghormatan yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan skripsi kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini
2. Prof. Dr. Gusbakti Rusip, M.Sc., PKK.,AIFM selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. dr. Hendra Sutysna, M.Biomed, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. dr. Muhammad Edy Syahputra Nasution, M.Ked(ORL-HNS), Sp. THT-KL selaku dosen pembimbing, yang telah mengarahkan dan memberikan bimbingan, terutama selama penelitian dan penyelesaian skripsi ini.
5. dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL yang telah bersedia menjadi dosen penguji satu dan memberi banyak masukan untuk penyelesaian skripsi ini.
6. dr. Zaldi, Sp.M yang telah bersedia menjadi dosen penguji dua dan memberi banyak masukan untuk penyelesaian skripsi ini.

7. Ayahanda Erdison dan Ibunda Sulastri Husin, S.Pd yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral
8. Sejawat satu kelompok bimbingan Dinda Syari Nasution yang telah saling membantu dan memberikan dukungan
9. Kakak senior Tekto Yudo Frassetyo Darmito, dan Elvira Kesuma yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Kerabat-kerabat penulis T. Riyan Riyandi, Arda Tilla, Shafira, Inayah, Siti Lasmi Yani Al'Azhar, Vici Vitricia Melja, Rizky Khairuliani, Rahma Mardian Tini, Amalia Farah Mutia Nur Hsb, Utari Septia Dharma, Atikah Hanum, Louse Chintia Yusuf dan teman-teman sejawat 2015 yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Medan, 14 Februari 2019

Penulis,

Pujhi Meisya Sonia

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Pujhi Meisya Sonia  
NPM : 1508260040  
Fakultas : Kedokteran

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas skripsi saya yang berjudul: **Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran**, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 14 Februari 2019

Yang menyatakan

(Pujhi Meisya Sonia)

## ABSTRAK

**Pendahuluan:** Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia, yang terjadi karena adanya gangguan pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Penyakit ini tidak dapat disembuhkan tapi masih dapat dikontrol. Salah satu komplikasi yang dapat disebabkan oleh DM adalah gangguan pendengaran, terutama tuli sensorineural yang disebabkan karena adanya kelainan mikroangiopati terutama pada telinga bagian dalam. Namun hubungan kejadian antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran masih sering menjadi perdebatan, karena belum ada konsesus yang pasti. **Tujuan :** Untuk mengetahui hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan pendekatan *cross-sectional*, dengan data yang diperoleh dari pemeriksaan Kadar Glukosa Darah (KGD), pemeriksaan fisik telinga, hidung, dan tenggorokan, pemeriksaan dengan garpu tala dan pemeriksaan audiometri nada murni yang dilakukan terhadap 52 subjek, yang terdiri dari 26 penderita DM Tipe-2 sebagai kelompok kasus dan 26 orang sehat sebagai kelompok kontrol. Teknik analisis data menggunakan statistik uji *chi square* **Hasil:** Didapatkan hubungan antara DM Tipe-2 dengan Gangguan pendengaran dimana dari hasil analisis dengan uji *chi square* didapatkan hasil yang bermakna antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran dengan nilai ( $p=0,005$ ) atau  $p<0,05$  **Kesimpulan:** Terdapat hubungan yang bermakna antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

**Kata Kunci:** DM Tipe-2, Gangguan Pendengaran, Gangguan Pendengaran Sensorineural

## ABSTRACT

**Introduction:** Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disease characterized by hyperglycemia, which is caused by differences in insulin secretion, insulin action, or related. This disease cannot be cured but can still be controlled. One of the complications that can be caused by DM is hearing loss, especially sensorineural deafness caused by microangiopathic abnormalities, especially in the inner ear. However, the relationship between Type-2 DM and hearing loss is still common, because there are no definite concessions. **Objective:** To determine the relationship between Type-2 DM and hearing hearing. **Method:** This study was an analytical study with cross-sectional study, with data obtained from the examination of Blood Glucose Levels, physical examination of the ears, nose and throat, examination with tuning needles and audiometry examination. consisting of 26 Type-2 DM patients as a case group and 26 healthy people as a control group. Data analysis techniques using chi square test statistics **Results:** Obtained a relationship between Type-2 DM with hearing loss where the results of the analysis with the chi square test showed the relevant results between Type-2 DM with auditory hearing with a value ( $p= 0.005$ ) or  $p<0,05$  **Conclusion:** There is a significant relationship between Type-2 DM and hearing loss.

**Keywords:** Type-2 DM, Hearing Loss, Sensorineural Hearing Loss

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.3.1 Tujuan umum .....	5
1.3.2 Tujuan khusus .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Hipotesis.....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Definisi .....	7
2.1.1 Definisi diabetes melitus .....	7
2.1.2 Definisi gangguan pendengaran .....	7
2.2 Klasifikasi .....	8
2.2.1 Klasifikasi diabetes melitus.....	8
2.2.2 Klasifikasi gangguan pendengaran .....	9
2.3 Anatomi Telinga Dalam.....	10

2.4	Fisiologi Pendengaran.....	14
2.5	Epidemiologi.....	17
2.5.1	Epidemiologi diabetes melitus .....	17
2.5.2	Epidemiologi gangguan pendengaran .....	17
2.6	Etiologi dan Faktor Risiko .....	18
2.6.1	Etiologi dan faktor risiko diabetes melitus tipe-2 .....	18
2.6.2	Etiologi dan faktor risiko gangguan pendengaran pada penderita Diabetes melitus tipe-2 .....	20
2.7	Manifestasi Klinik.....	21
2.7.1	Manifestasi klinik diabetes melitus tipe-2.....	21
2.7.2	Manifestasi klinik gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus tipe-2 .....	22
2.8	Patogenesis.....	22
2.8.1	Patogenesis diabetes melitus tipe-2.....	22
2.8.2	Patogenesis gangguan pendengaran akibat diabetes melitus tipe-2...25	
2.9	Diagnosis.....	28
2.9.1	Diagnosis diabetes melitus tipe-2.....	28
2.9.2	Diagnosis gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus Tipe-2 .....	30
2.10	Diagnosis Banding .....	35
2.10.1	Diagnosis banding diabetes melitus tipe-2.....	35
2.10.2	Diagnosis banding gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus tipe-2.....	35
2.11	Penatalaksanaan .....	36
2.11.1	Penatalaksanaan diabetes melitus tipe-2 .....	36
2.11.2	Penatalaksanaan gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus tipe-2.....	39
2.12	Kerangka Teori.....	40
2.13	Kerangka Konsep .....	42

<b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>43</b>
3.1 Definisi Operasional .....	45
3.2 Jenis Penelitian.....	45
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	45
3.4 Populasi dan Sampel .....	45
3.4.1 Populasi .....	45
3.4.2 Sampel.....	46
3.4.3 Besar Sampel .....	47
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	48
3.5.1 Pemeriksaan telinga .....	48
3.5.2 Pemeriksaan pendengaran .....	49
3.5.3 Pemeriksaan penunjang.....	50
3.6 Pengolahan dan Analisis Data.....	52
3.6.1 Pengolahan data .....	52
3.6.2 Analisis data .....	53
3.7 Etika Penelitian .....	53
3.8 Alur Penelitian .....	54
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>56</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	56
4.1.1 Analisis Univariat .....	56
4.1.2 Analisis Bivariat.....	60
4.2 Pembahasan Penelitian.....	60
4.3 Keterbatasan Penelitian.....	67
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>74</b>
<b>ARTIKEL ILMIAH.....</b>	<b>99</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Analisa Data Menggunakan SPSS .....	73
Lampiran 2. Ethical Clearance .....	78
Lampiran 3. Surat Izin Rumah Sakit.....	79
Lampiran 4. Lembar Penjelasan Subjek Penelitian.....	81
Lampiran 5. Lembar Persetujuan Menjadi Responden .....	83
Lampiran 6. Status Penelitian .....	84
Lampiran 7. Data Responden .....	88
Lampiran 8. Curriculum Vitae .....	94
Lampiran 9. Dokumentasi.....	96

## DAFTAR TABEL

2.1 Kriteria diagnostik DM .....	29
2.2 Derajat gangguan pendengaran menurut ISO .....	33
3.1 Definisi operasional .....	43
4.1 Distribusi Frekuensi Penderita DM Tipe-2 dan Kontrol Berdasarkan Jenis Kelamin Usia dan Durasi Penyakit .....	56
4.2 Distribusi Frekuensi Jenis dan Derajat Gangguan Pendengaran Pada Penderita DM Tipe-2 dan Kontrol .....	57
4.3 Distribusi Frekuensi Penderita DM Tipe-2 yang Mengalami Tuli Sensorineural.....	59
4.4 Hubungan Penderita DM Tipe-2 dan Kontrol (Non DM) dengan Gangguan Pendengaran .....	60

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Potongan melintang koklea .....	13
2.2	Struktur organ korti .....	14
2.3	Satu baris di atas sel rambut dalam, satu baris di bawah sel rambut luar ...	14
2.4	Fisiologi pendengaran .....	16
2.5	Patogenesis DM tipe-2 .....	25
2.6	Patogenesis gangguan pendengaran pada DM tipe-2.....	28
2.7	Uji Rinne .....	31
2.8	Uji Weber .....	32
2.9	Alat audiometri.....	36
2.10	Kerangka teori .....	40
2.11	Kerangka konsep.....	42
3.1	Alur penelitian .....	54

## DAFTAR SINGKATAN

DM	: Diabetes Melitus
IDF	: <i>International Diabetes Federation</i>
ADA	: <i>American Diabetes Association</i>
PERKENI	: Perkumpulan Endokrinologi Indonesia
GLUT	: <i>Glucose Transporter</i>
PKC	: <i>Protein Kinase-C Pathway</i>
AGEP	: <i>Advanced Glicosilation End Product</i>
PAHA	: <i>Hexosamine Pathway</i>
AR	: <i>Aldolase Reductase</i>
GDPT	: Glukosa Darah Puasa Terganggu
TGT	: Toleransi Glukosa Terganggu
TTGO	: Tes Toleransi Glukosa Oral
GDM	: <i>Gestational Diabetes Mellitus</i>
KGD	: Kadar Glukosa Darah
WHO	: <i>World Health Organization</i>
RISKESDAS	: Riset Kesehatan Dasar
ASHA	: <i>American Speech Language Hearing Association</i>
SNHL	: <i>Sensory Neural Hearing Loss</i>

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Gaya hidup yang modern banyak berhubungan dengan masalah kesehatan dan hidup yang cenderung kurang sehat. Hal ini dapat mengakibatkan timbulnya berbagai penyakit. Salah satunya yaitu, Diabetes Melitus (DM) yang merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia yang disebabkan oleh gangguan atau defek pada sekresi insulin, kerja insulin, atau bisa keduanya.<sup>1</sup> Hiperglikemia merupakan suatu kondisi dimana terjadinya peningkatan kadar glukosa dalam darah melebihi batas normal.<sup>2</sup> Selain itu, DM juga bisa ditandai oleh gejala seperti polidipsia, poliuria, polifagia, penurunan berat badan, dan lain sebagainya. Berdasarkan etiopatogenesisnya DM dibagi menjadi DM tipe 1, yang disebabkan oleh destruksi sel  $\beta$  pankreas, umumnya menjurus ke defisiensi absolut, dapat terjadi karena autoimun atau idiopatik. Selanjutnya ada DM tipe 2, yang disebabkan oleh resisten insulin, defisiensi insulin relatif, serta defek sekresi insulin disertai resistensi insulin.<sup>1</sup>

Diabetes Melitus merupakan penyakit kronik yang akan disandang seumur hidup. Penyakit ini tidak dapat disembuhkan tapi masih dapat dikontrol.<sup>2</sup> Banyak komplikasi yang dapat terjadi karena penyakit ini, baik secara akut maupun kronik. Komplikasi ini sangat membebani pasien, bahkan sampai dapat menyebabkan kematian pada pasien. Beberapa komplikasi akut yang mungkin dapat terjadi pada pasien DM antara lain adalah ketoasidosis diabetes, dan koma hiperosmolar non ketotik. Sedangkan komplikasi kronik pada pasien DM akan dibagi menjadi komplikasi

mikrovaskular dan makrovaskular. Komplikasi mikrovaskular dapat berupa retinopati diabetes, nefropati, dan neuropati. Komplikasi makrovaskular yang sering terjadi berupa makroangiopati, seperti penyakit pembuluh darah jantung atau otak.<sup>1</sup>

Salah satu dari sekian banyak komplikasi yang disebabkan oleh DM tipe 2 adalah gangguan pendengaran. Hal ini terjadi karena adanya kelainan mikroangiopati terutama yang terjadi di pembuluh kapiler stria vaskularis, selanjutnya dapat terjadi pada arteri auditorius internus, modiolus, pada vasa nervosum ganglion spirale dan demielinisasi nervus auditorius. Hiperglikemia sangat berperan dalam proses ini, hiperglikemia yang berlangsung kronik akan menyebabkan terjadinya proses glikosilasi protein non enzimatis yang terjadi pada jaringan. Mikroangiopati ini nantinya dapat menyebabkan organ corti mengalami atrofi dan berkurangnya sel rambut. Sedangkan neuropati terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang berakibat atrofi ganglion spirale dan demielinisasi serabut saraf ke VIII.<sup>3</sup>

Gangguan pendengaran merupakan hilangnya kemampuan untuk mendengar bunyi dalam cakupan frekuensi yang normal untuk didengar. Gangguan pendengaran ini dapat diklasifikasikan menjadi tuli konduktif, tuli sensorineural, atau campuran. Tuli konduktif biasanya disebabkan oleh adanya obstruksi atau gangguan pada telinga luar dan tengah yang bisa disebabkan oleh adanya impaksi serumen atau otitis media. Sedangkan tuli sensorineural biasanya disebabkan oleh disfungsi pada koklea atau gangguan pada ganglion spiral yang bisa disebabkan

oleh proses degeneratif yang terkait penuaan, paparan kebisingan, mutasi genetik, paparan obat ototoksik, penyakit kronik seperti DM, Hipertensi dan merokok. Akibat dari gangguan pendengaran meliputi penurunan kemampuan berkomunikasi, keterlambatan berbicara, kerugian ekonomi dan pendidikan, isolasi sosial, dan penurunan kualitas hidup.<sup>9</sup>

Menurut *World Health Organization* (WHO) penderita DM pada orang dewasa di dunia pada tahun 2014 ada sekitar 422 juta jiwa, terjadi peningkatan sampai empat kali lipat dibandingkan dengan tahun 1980 yang hanya sebanyak 108 juta orang. Terjadi peningkatan prevalensi dari 4,7% menjadi 8,5% dari tahun 1980 sampai tahun 2014.<sup>4</sup> Sedangkan data dari *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2015 menyebutkan bahwa ada sekitar 415 juta orang dewasa yang mengalami diabetes. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat pada tahun 2040 menjadi 642 juta penderita.<sup>5</sup>

Menurut data Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2013, proporsi penderita DM di Indonesia mengalami peningkatan dua kali lipat dibandingkan tahun 2007. Proporsi penderita DM berdasarkan data dari RISKESDAS tahun 2013 adalah sebesar 6,9%, Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) sebesar 29,9%, dan Glukosa Darah Puasa Terganggu (GDPT) sebesar 36,6%. Jika estimasi penduduk Indonesia usia 15 tahun ke atas pada tahun 2013 adalah 176 juta orang, maka diperkirakan jumlah absolut penderita DM adalah sekitar 12 juta, TGT sekitar 52 juta, dan GDPT sekitar 64 juta. Berdasarkan data IDF tahun 2014 terdapat 9,1 juta penduduk yang terdiagnosis DM di Indonesia dan diperkirakan akan meningkat menjadi 14,1 juta pada tahun 2035. Dengan angka tersebut

Indonesia menduduki peringkat ke-5 di dunia atau naik dua peringkat dibandingkan data IDF tahun 2013 yang menempati peringkat ke-7 di dunia dengan 7,6 juta orang penyandang diabetes.<sup>2</sup> Prevalensi kejadian diabetes yang didiagnosis oleh dokter paling tinggi di Indonesia adalah pada Daerah Istimewa Yogyakarta (2,6%), DKI Jakarta (2,5%), Sulawesi Utara (2,4%), dan Kalimantan Timur (2,3%). Prevalensi DM Tipe 2 hampir 90-95% dari keseluruhan populasi penderita diabetes, umumnya berusia diatas 45 tahun. Berdasarkan data dari RISKESDAS terjadi peningkatan kejadian DM pada perempuan dibandingkan dengan laki-laki, dan terjadi peningkatan prevalensi sesuai dengan bertambahnya umur, namun mulai umur  $\geq 65$  tahun cenderung menurun dan prevalensi kejadian DM cenderung lebih tinggi pada orang yang tinggal di perkotaan dibandingkan dengan di pedesaan.<sup>6</sup>

Menurut WHO pada tahun 2012, di dunia ada sekitar 360 juta orang menderita gangguan pendengaran, yang merupakan 5,3% dari seluruh populasi manusia di dunia. Dimana 328 juta atau sekitar 91% adalah orang dewasa yang terdiri atas 183 juta laki-laki dan 145 juta perempuan, sisanya 9% atau sekitar 32 juta orang adalah anak-anak. Prevalensi gangguan pendengaran meningkat seiring bertambahnya usia.<sup>7</sup> Berdasarkan data dari WHO 180 juta orang yang mengalami gangguan pendengaran berada di Asia Tenggara. Indonesia berada di peringkat ke-4 setelah Sri Lanka, Myanmar, dan India.<sup>8</sup>

Angka kejadian gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 dari berbagai penelitian yang dilaporkan sangat bervariasi. Di Klinik Diabetes Rumah Sakit Gordan Iran prevalensi gangguan pendengaran pada pasien DM sebanyak

16% dan 5% pada orang tidak menderita DM, yang artinya bahwa pasien DM memiliki risiko 3,2 kali lebih besar untuk terjadinya gangguan pendengaran dari pada orang yang tidak menderita DM.<sup>16</sup>

Sedangkan di India dari 110 pasien penderita DM Tipe-2 didapati 48 pasien memiliki tuli sensorineural pada frekuensi tinggi, yaitu pada frekuensi 2000 dan 4000 Hz, 7 pasien menderita tuli yang sangat berat, 16 pasien menderita tuli yang berat, 25 pasien menderita tuli yang sedang.<sup>17</sup> Masih di India ditemukan juga bahwa penderita DM Tipe-2 memiliki tuli sensorineural ketika dievaluasi dengan audiometri nada murni disemua frekuensi dari pada kelompok dengan nilai kadar gula darah yang normal.<sup>18</sup>

Melihat efek dari DM tipe-2 yang dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Bagaimanakah hubungan DM tipe-2 dengan gangguan pendengaran?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Mengetahui hubungan DM tipe-2 dengan terjadinya gangguan pendengaran.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Mengetahui distribusi frekuensi kelompok pasien DM tipe-2 dan kelompok kontrol berdasarkan usia, jenis kelamin, durasi penyakit.
2. Mengetahui distribusi frekuensi jenis dan derajat gangguan pendengaran pada kelompok pasien DM tipe-2 dan kelompok kontrol

3. Mengetahui distribusi frekuensi penderita DM Tipe-2 yang mengalami tuli sensorineural.
4. Mengetahui hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Pengetahuan

Menambah pengetahuan tentang hubungan DM tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

2. Pelayanan Kesehatan

Meningkatkan pelayanan kesehatan terhadap pasien.

3. Pasien

Mengetahui keadaan atau fungsi pendengaran serta kemungkinan adanya gangguan pendengaran yang diakibatkan oleh penyakit DM tipe-2.

4. Peneliti

Menambah pengalaman dan pengetahuan dalam melakukan penelitian terutama masalah gangguan pendengaran yang terjadi pada pasien DM tipe-2.

#### **1.5 Hipotesis**

Ha: Ada hubungan DM tipe-2 dengan terjadinya gangguan pendengaran.

Ho: Tidak ada hubungan DM tipe-2 dengan terjadinya gangguan pendengaran.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi**

##### **2.1.1 Definisi diabetes melitus**

*American Diabetes Association* (ADA), mendefinisikan DM sebagai penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena adanya gangguan pada sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya. Hiperglikemia yang kronik dari diabetes akan menyebabkan kerusakan jangka panjang, disfungsi, serta kegagalan dari beberapa organ, seperti mata, ginjal, saraf, jantung, dan pembuluh darah.<sup>1</sup>

##### **2.1.2 Definisi gangguan pendengaran**

Menurut WHO Gangguan pendengaran adalah hilangnya kemampuan mendengar baik secara sebagian atau keseluruhan, pada satu atau kedua telinga, baik pada derajat yang ringan atau berat, dengan ambang pendengarannya >26 dB pada frekuensi 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz. Sedangkan, ketulian adalah hilangnya kemampuan untuk mendengar secara total pada satu telinga atau keduanya, dengan ambang pendengarannya 81 dB atau lebih pada frekuensi 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz.<sup>10</sup>

## 2.2 Klasifikasi

### 2.2.1 Klasifikasi diabetes melitus

Klasifikasi DM menurut PERKENI tahun 2015 yang sesuai dengan klasifikasi DM menurut ADA terbagi menjadi:<sup>2,1,15</sup>

- a. DM tipe-1 (destruksi sel- $\beta$  pankreas, umumnya menjurus ke defisiensi insulin yang absolut)

DM tipe-1 sering disebut sebagai diabetes tergantung insulin atau onset remaja. Biasanya sering terjadi pada anak-anak dan remaja, tetapi tidak menutup kemungkinan untuk terjadi pada orang dewasa. Kejadiannya hanya sekitar 5-10% dari seluruh kasus diabetes. Sebagian besar penderita DM tipe-1 mempunyai antibodi yang menunjukkan keberadaan proses autoimun, dan sebagian kecil tidak terjadi proses autoimun. 75% kasus DM tipe-1 terjadi sebelum usia 30 tahun. Lebih dari 90% sel- $\beta$  pankreas yang memproduksi insulin mengalami kerusakan. Oleh karena itu hanya sedikit insulin yang diproduksi. Penderita DM tipe-1 biasanya membutuhkan insulin eksogen untuk mengatur jumlah glukosa dalam darah.

- b. DM tipe-2 (mulai dari resistensi insulin yang predominan disertai defisiensi insulin yang relatif menuju ke defek sekresi insulin yang predominan dengan resistensi insulin)

DM tipe-2 disebut juga sebagai diabetes yang tidak tergantung insulin atau onset dewasa. Kejadiannya sekitar 90-95% dari seluruh kasus diabetes. Biasanya tidak terjadi kerusakan pada sel- $\beta$  pankreasnya, yang terjadi hanyalah tubuh manusia yang resisten terhadap efek dari insulin. Insulin yang diproduksi bisa

normal, rendah atau meningkat. Umumnya terjadi pada usia >40 tahun. Sebagian besar penderita DM tipe-2 ini memiliki obesitas. Dimana obesitas dapat menyebabkan sensitivitas insulin menurun.

c. DM tipe lain, yang terdiri dari : defek genetik pada fungsi sel-  $\beta$ , defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati, karena obat atau zat kimia, infeksi, keadaan imunologi yang terjadi, sindrom genetik lain yang dapat menyebabkan terjadinya DM.

d. Diabetes gestasional atau diabetes kehamilan.

Diabetes melitus dan kehamilan (*Gestational Diabetes Mellitus/GDM*) adalah kehamilan normal yang disertai dengan peningkatan *insulin resistance*. Faktor risiko GDM adalah riwayat keluarga DM, kegemukan, dan glikosuria. Kelainan ini meningkatkan morbiditas neonatus, misalnya hipoglikemia, ikterus, polisitemia, dan makrosomia. Ini terjadi karena bayi dari ibu yang mengalami GDM mensekresi insulin lebih banyak sehingga merangsang pertumbuhan bayi yang berlebihan dan menyebabkan terjadinya makrosomia.

### **2.2.2 Klasifikasi gangguan pendengaran**

Gangguan pendengaran dibagi menjadi tiga jenis:<sup>11,9</sup>

a. Tuli konduktif :

Gangguan pendengaran ini terjadi apabila ada gangguan dalam transmisi suara dari liang telinga luar menuju membran timpani dan tulang pendengaran yang ada pada telinga tengah. Penyebabnya karena obstruksi atau gangguan pada telinga luar atau tengah, seperti impaksi serumen, penyakit infeksi pada telinga, malformasi pada telinga luar, liang telinga ataupun telinga tengah sehingga akan

mengganggu transmisi suara. Gangguan pendengaran tipe ini biasanya bisa dikoreksi secara medis ataupun pembedahan.

b. Tuli sensorineural

Gangguan pendengaran karena adanya kerusakan pada telinga dalam, terutama pada koklea, ganglion spiral, dan nervus VIII yang membawa impuls dari telinga dalam ke otak. Kebanyakan tuli sensorineural tidak dapat dikoreksi secara medis ataupun melalui pembedahan. Beberapa penyebabnya antara lain : penggunaan obat ototoksik, pengaruh usia, trauma kepala, mutasi genetik, paparan bising, dan penyakit kronik seperti DM.

c. Tuli campuran

Tuli campuran merupakan tuli kombinasi antara tuli konduktif dengan tuli sensorineural, dengan kata lain adanya kerusakan pada telinga luar atau tengah, dan telinga dalam.

### **2.3 Anatomi Telinga Dalam**

Telinga dalam terdiri dari dua sistem sensorik yang berbeda yaitu, koklea yang mengandung reseptor untuk mengubah gelombang suara menjadi impuls saraf sehingga kita dapat mendengar dan aparatus vestibularis yang berperan penting bagi sensasi keseimbangan.<sup>13</sup>

Koklea (Gambar 2.1) tertanam pada kavitas bertulang dalam *os temporalis* yang disebut dengan labirin tulang. Di sebagian besar panjangnya koklea dibagi menjadi tiga kompartemen longitudinal yang berisi cairan yaitu, skala media yang dikenal juga sebagai duktus koklearis membentuk kompartemen tengah, kompartemen atas dibentuk oleh skala vestibuli, sedangkan kompartemen bawah

dibentuk oleh skala timpani. Skala vestibuli dan skala media dipisahkan satu sama lainnya oleh membran vestibularis (membran reissner). Sedangkan skala timpani dan skala media dipisahkan satu sama lainnya oleh membran basilaris. Cairan yang terdapat dalam duktus koklearis disebut sebagai endolimfe, cairan ini menyerupai cairan ekstraseluler dengan konsentrasi  $K^+$  144 mEq/L dan konsentrasi  $Na^+$  13 mEq/L. Potensial endokoklear ini diproduksi oleh stria vaskularis yang menempel pada dinding lateral koklea dan menuju pompa  $Na^+/K^+$ . Skala vestibuli dan skala timpani mengandung cairan yang disebut sebagai perilimfe, cairan ini menyerupai cairan ekstraseluler dengan konsentrasi  $Na^+$  139 mEq/L dan  $K^+$  4 mEq/L. Daerah tempat bertemunya cairan dari kompartemen atas dan kompartemen bawah disebut sebagai helikotrema. Skala vestibuli dipisahkan dari rongga telinga tengah oleh tingkap oval, sedangkan skala timpani dipisahkan dari rongga telinga tengah oleh tingkap bundar.<sup>14</sup>

Membran basilaris merupakan membran fibrosa yang memisahkan skala media dan skala timpani. Ukuran membran basilaris sekitar 0,12 mm di bagian basal (nada tinggi) dan mengecil di bagian apeks menjadi 0,15 mm (nada rendah). Membran basilar ini mengandung 20.000 sampai 30.000 serat basilar yang keluar dari pusat penulangan koklea, modiolus, ke arah dinding luar. Pada permukaan membran basilar terdapat organ Corti yang mengandung sel yang sensitif secara elektromekanik, yaitu sel-sel rambut. Sel-sel ini merupakan organ reseptif akhir yang membangkitkan impuls saraf sebagai respon terhadap getaran suara.<sup>14,13</sup>

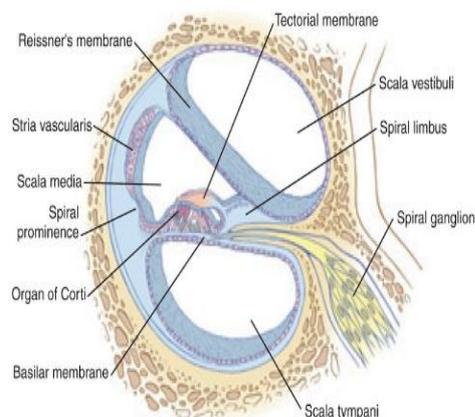
Organ Corti (Gambar 2.2) terletak melekat pada membran basilaris dan lamina osseus spiralis. komponen utama organ korti adalah sel rambut dalam dan sel

rambut luar (Gambar 2.3), sel penunjang (dieters, hensens, claudius) membran tektorium, dan lamina retikular. Sebanyak 16.000 sel rambut di dalam masing-masing koklea tersusun menjadi empat baris sejajar diseluruh panjang membran basilaris, satu baris sel rambut dalam yang berjumlah sekitar 3.500 dan tiga baris sel rambut luar yang berjumlah sekitar 12.000. Dari permukaan masing-masing sel rambut ini akan menonjol sekitar 100 rambut yang dikenal sebagai stereosilia. Suatu tonjolan yang disebut dengan membran tektorium mirip tenda yang menutupi organ Corti di seluruh panjangnya akan berkontak dengan stereosilia untuk menghasilkan sinyal saraf. Basis sel rambut akan bersinaps dengan jaringan akhir saraf koklearis. Serat saraf dari ujung-ujung ini mengarah ke ganglion spiralis Corti, yang terletak dalam modiolus (pusat) koklea. Ganglion spiralis ini akan mengirimkan akson yang jumlahnya sekitar 30.000, ke dalam nervus koklearis dan kemudian ke dalam sistem saraf pusat pada tingkat medula spinalis bagian atas.<sup>14</sup>

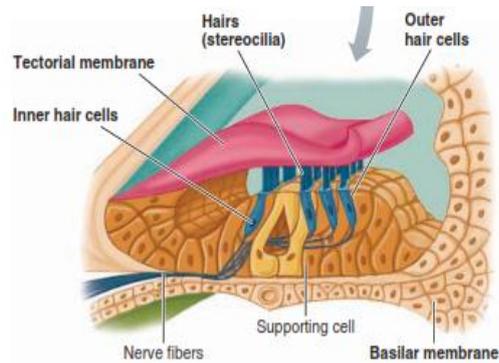
Aparatus vestibularis terdiri dari dua struktur yang disebut dengan kanalis semisirkularis dan organ otolit yang terdiri dari utrikulus dan sakulus. Sama seperti koklea komponen aparatus vestibularis juga mengandung endolimfe dan dikelilingi oleh perilimfe. Serupa halnya dengan organ korti, komponen-komponen vestibularis masing-masingnya juga mengandung sel rambut yang berespon terhadap perubahan mekanis yang dipicu oleh gerakan spesifik endolimfe.<sup>13</sup>

Pembuluh darah arteri untuk telinga dalam berasal dari arteri labirin atau arteri auditiva interna yang merupakan cabang dari arteri serebelum anterior-inferior

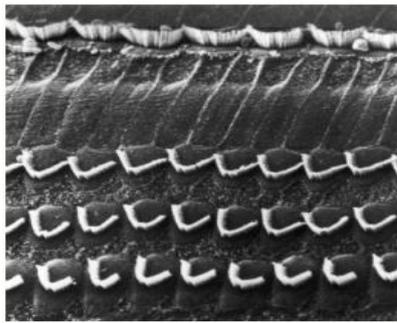
atau secara langsung dari arteri basilaris. Arteri ini masuk ke telinga dalam dari belakang meatus akustikus internus dan bercabang menjadi dua : arteri vestibularis anterior yang memperdarahi utrikulus dan sakulus bagian posterior, yang meluas ke kanalis semisirkularis anterior dan lateral serta, arteri koklearis komunis, yang bercabang menjadi dua yaitu : arteri koklearis posterior dan arteri vestibulokoklear yang bercabang lagi menjadi dua, yaitu bagian koklear dan vestibular. Cabang koklear akan memberikan suplai darah ke bagian inferior duktus koklearis, lalu bergabung dengan ramus koklearis yang berasal dari arteri koklearis posterior, sedangkan cabang vestibular memperdarahi kanalis semisirkularis posterior dan sebagian besar sakulus dan pembuluh darah vena di telinga dalam bersal dari pleksus aquaduktus koklearis dan pleksus aquaduktus vestibularis.<sup>15</sup>



Gambar 2.1. potongan melintang koklea.<sup>14</sup>



Gambar 2.2. struktur organ korti.<sup>13</sup>



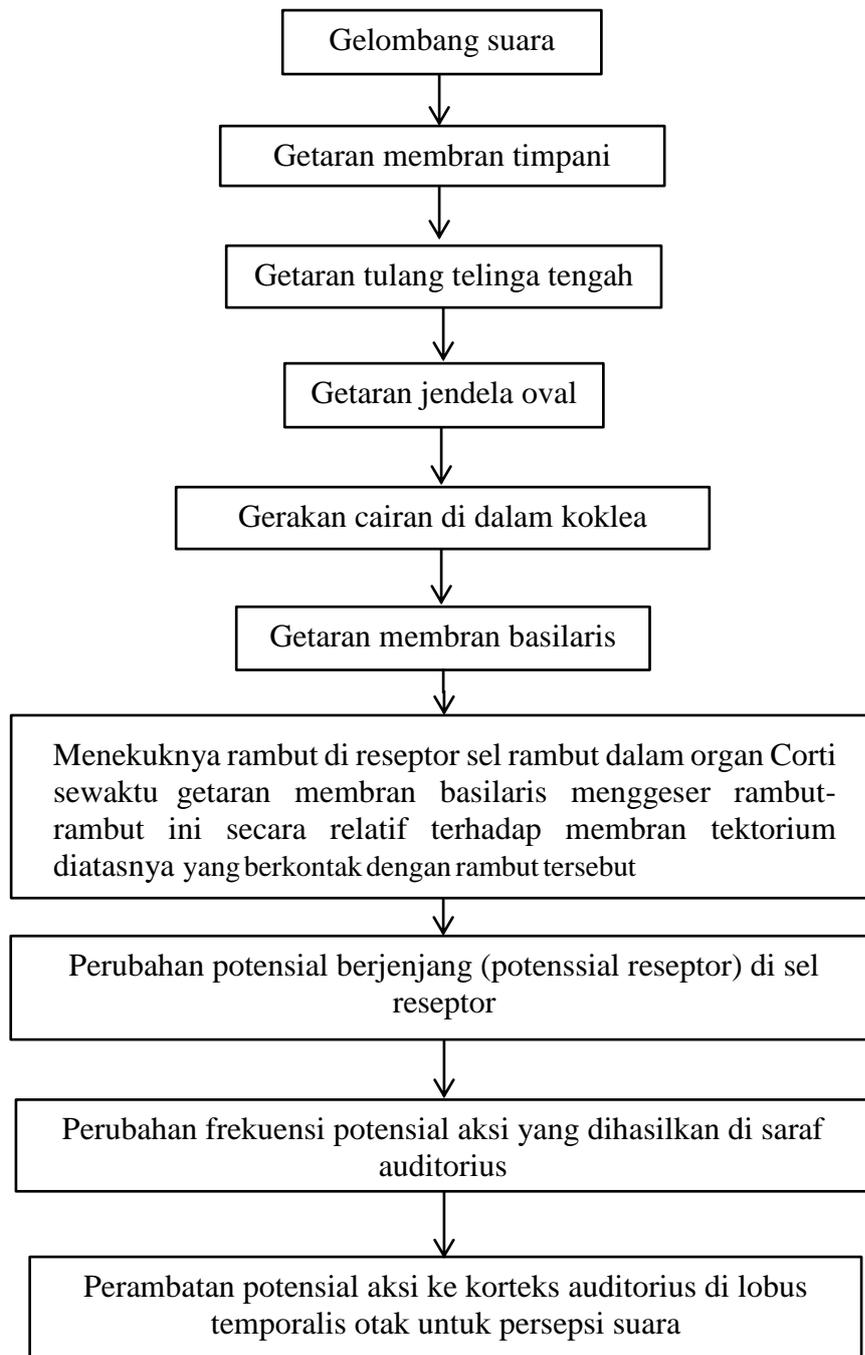
Gambar 2.3. satu baris di atas sel rambut dalam, dan tiga baris di bawah sel rambut luar.<sup>13</sup>

## 2.4 Fisiologi Pendengaran

Proses mendengar diawali dengan ditangkapnya energi bunyi oleh daun telinga dalam bentuk gelombang yang kemudian dialirkan ke membran timpani melalui liang telinga. Membran timpani kemudian bergetar, ketika terkena gelombang suara. Gelombang suara menyebabkan membran timpani yang sangat peka melekuk ke dalam dan keluar seiring dengan frekuensi gelombang suara. Getaran tersebut akan diteruskan ke telinga tengah melalui rangkaian tulang pendengaran atau osikulus yang terdiri dari maleus, inkus, stapes. Rangkain tulang-tulang tersebut juga ikut bergerak dengan frekuensi yang sama, memindahkan frekuensi getaran ini dari membran timpani ke jendela oval. Sistem osikulus memperkuat tekanan yang ditimbulkan oleh gelombang suara di udara melalui dua cara, yang

pertama luas permukaan membran timpani yang jauh lebih besar dibandingkan dengan jendela oval, menyebabkan terjadinya peningkatan tekanan ketika gaya yang bekerja pada membran timpani disalurkan oleh osikulus ke jendela oval, yang kedua melalui efek tuas osikulus yang juga menimbulkan penguatan.<sup>13</sup>

Getaran stapes pada jendela oval menyebabkan perilimfe pada skala vestibuli bergerak. Getaran diteruskan melalui membran vestibuli yang mendorong endolimfe, sehingga akan menimbulkan gerak relatif antara membran basilaris dan membran tektorium. Proses ini merupakan rangsangan mekanik yang dapat menyebabkan defleksi stereosilia sel-sel rambut, sehingga kanal ion akan terbuka dan terjadi pelepasan ion yang bermuatan listrik dari badan sel. Keadaan ini menimbulkan proses depolarisasi sel rambut, sehingga melepaskan neurotransmitter ke dalam sinapsis yang akan menimbulkan potensial aksi pada saraf auditorius, lalu dilanjutkan ke nukleus auditorius menuju korteks pendengaran di lobus temporalis. Pengolahan gelombang suara dari telinga luar hingga pusat pendengaran yang berada di otak, dijelaskan dengan skema (Gambar 2.4).<sup>14,13</sup>



Gambar 2.4. Fisiologi Pendengaran.<sup>13</sup>

## **2.5 Epidemiologi**

### **2.5.1 Epidemiologi diabetes melitus**

Menurut WHO pada tahun 2014 diperkirakan ada sekitar 422 juta orang dewasa terkena diabetes di seluruh dunia. Terjadi peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan tahun 1980 yang hanya sekitar 108 juta orang. Prevalensi global dari diabetes ini meningkat dari 4,7% pada tahun 1980 menjadi 8,5% pada tahun 2014. Diabetes menyebabkan sekitar 1,5 juta kematian pada tahun 2012, hal ini menjadikan diabetes sebagai penyebab kematian nomor delapan di dunia. Berdasarkan data dari IDF diperkirakan ada sekitar 415 juta orang yang menderita diabetes pada usia 20-79 tahun di dunia. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat menjadi 642 juta pada tahun 2040.<sup>4,5</sup>

Berdasarkan data IDF penderita DM di Indonesia pada tahun 2014 adalah sekitar 9,1 juta dengan angka tersebut Indonesia menempati peringkat ke-5 di dunia atau naik dua peringkat dibandingkan data IDF tahun 2013 yang menempati peringkat ke-7 di dunia dengan 7,6 juta penderita DM dan data ini diperkirakan akan meningkat menjadi 14,1 juta pada tahun 2035.<sup>2</sup>

Berdasarkan data RISKESDAS tahun 2013, prevalensi kejadian diabetes yang didiagnosis oleh dokter paling tinggi di Indonesia adalah pada Daerah Istimewa Yogyakarta (2,6%), DKI Jakarta (2,5%), Sulawesi Utara ( 2,4%), dan Kalimantan Timur (2,3%).<sup>6</sup>

### **2.5.2 Epidemiologi gangguan pendengaran**

Berdasarkan data dari WHO tahun 2012 diperkirakan terdapat sekitar 360 juta penduduk di dunia mengalami gangguan pendengaran. Ini merupakan 5,3% dari

seluruh populasi manusia di dunia. 328 juta dari kejadian tersebut terjadi pada orang dewasa, 183 juta terjadi pada laki-laki dan 145 juta terjadi pada perempuan, sisanya 32 juta terjadi pada anak-anak.<sup>8</sup>

Berdasarkan data dari WHO 180 juta orang yang mengalami gangguan pendengaran berada di Asia Tenggara. Indonesia berada di peringkat ke-4 setelah Sri Lanka, Myanmar, dan India.<sup>8,15</sup>

## **2.6 Etiologi dan Faktor Risiko**

### **2.6.1 Etiologi dan faktor risiko diabetes melitus tipe-2**

Diabetes mellitus tipe-2 ini ditandai dengan kelainan sekresi insulin, serta kerja insulin. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi terjadinya DM, yaitu : faktor yang dapat dimodifikasi dan faktor yang tidak dapat dimodifikasi. Faktor yang tidak dapat dimodifikasi terdiri dari : riwayat keluarga, riwayat keluarga berperan penting dalam terjadinya DM. Terutama pada keluarga yang mengidap DM pada turunan pertama (*first degree relative*). Umur, risiko DM meningkat seiring bertambahnya usia. Berdasarkan penelitian usia yang paling banyak terkena DM adalah usia  $\geq 45$  tahun. Dimana dengan bertambahnya usia maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan resistensi insulin. Ras atau etnik, kejadian DM akan meningkat pada orang-orang yang termasuk kelompok etnik risiko tinggi seperti African American, Latino, Native American, Asian American, dan Pasific Islander. Berat lahir, Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) juga berpengaruh terhadap meningkatnya kemungkinan untuk menderita diabetes dikemudian hari. BBLR dikatakan apabila bayi lahir dengan berat badan  $< 2500$

gram, pada BBLR ada kemungkinan untuk terjadinya kerusakan pankreas yang menyebabkan terjadinya diabetes.<sup>19</sup>

Faktor risiko yang dapat dimodifikasi adalah: obesitas dan IMT, berat badan yang berlebih dan obesitas menyebabkan resistensi insulin. Oleh karena itu sel- $\beta$  pankreas akan meningkatkan produksi insulin, dengan berjalannya waktu sel- $\beta$  pankreas akan kelelahan dalam meningkatkan produksi insulin untuk mengkompensasi peningkatan resistensi insulin dan pada akhirnya sekresi insulin akan berkurang dan menyebabkan terjadinya peningkatan glukosa darah. Aktivitas fisik, pada saat tubuh melakukan aktivitas fisik maka sejumlah glukosa akan digunakan sebagai energi. Aktivitas fisik dapat mengakibatkan meningkatnya kadar insulin dalam darah sehingga glukosa dalam darah dapat berkurang. Hipertensi, penderita hipertensi dengan tekanan darah  $>140/90$  mmHg atau sedang dalam dalam terapi obat anti hipertensi, menjadi salah satu faktor risiko yang dapat meningkatkan terjadinya diabetes, hipertensi dapat menyebabkan resistensi insulin sehingga terjadi hiperinsulinemia, kemudian terjadi mekanisme kompensasi tubuh agar glukosa darah normal dan bila tidak teratasi maka akan terjadi TGT yang berakibat kerusakan pada sel- $\beta$  pankreas dan pada akhirnya dapat menimbulkan terjadinya diabetes. Kadar kolesterol, kolesterol HDL  $<35$  mg/dl dan atau trigliserida  $>250$ mg/dl dapat meningkatkan angka kejadian diabetes. Wanita dengan riwayat pernah melahirkan bayi dengan berat badan  $>4000$  gram atau memiliki riwayat Diabetes Mellitus Gestasional (DMG) juga sangat berisiko untuk mengalami diabetes.<sup>19,4,20</sup>

### **2.6.2 Etiologi dan faktor risiko gangguan pendengaran pada penyakit diabetes melitus tipe-2**

Gangguan pendengaran akibat DM dapat terjadi akibat kerusakan sel selular yang di induksi oleh stres oksidatif, disfungsi endotelial, dan hiperglikemianya itu sendiri. Perubahan pada telinga yang terjadi akibat DM ini antara lain, penebalan pada membran basal vaskular dan atrofi pada stria vaskularis hal ini menyebabkan gangguan pada transduksi sel rambut dan generasi potensial dari endokoklear.<sup>21,22</sup> Hal itu dapat disebabkan karena faktor-faktor berikut : faktor usia, insidensi gangguan pendengaran meningkat dengan bertambahnya usia, baik pada kelompok kontrol maupun pada kelompok diabetes, tetapi angka kejadiannya lebih tinggi pada kelompok diabetes.<sup>23</sup>

Gangguan pendengaran sensorineural pada penderita DM tipe-2 banyak terjadi pada usia 46-65 tahun. Penelitian juga menjelaskan bahwa penderita DM yang berusia <50 tahun, lebih sering mengalami gangguan pendengaran jika dibandingkan dengan teman seusianya tanpa diabetes.<sup>24</sup> Durasi penyakit, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mitchell diperlihatkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara lamanya menderita DM dengan gangguan pendengaran. Dari penelitian yang dilakukan oleh sheetal krishnappa diketahui bahwa terdapat sekitar 63% insidensi gangguan pendengaran pada penderita DM dengan durasi penyakit <10 tahun, dan 85% insidensi gangguan pendengaran pada penderita DM dengan durasi penyakit >10 tahun.<sup>23</sup> Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Srinivas dari 14 pasien penderita DM tipe-2 dengan durasi penyakit <5 tahun, 5 orang mengalami gangguan pendengaran sensorineural,

sedangkan penelitian pada 16 pasien penderita DM tipe-2 dengan durasi penyakit 6-10 tahun, 11 orangnya berkembang menjadi gangguan pendengaran sensorineural, dan pada 20 pasien penderita DM tipe-2 dengan durasi penyakit >10 tahun, 17 orangnya berkembang menjadi gangguan pendengaran sensorineural.<sup>24</sup>

Kadar glukosa darah, kadar glukosa darah yang tidak terkontrol juga dapat meningkatkan insidensi kejadian gangguan pendengaran sensorineural. Pasien dengan nilai HbA1c >8% mengalami gangguan pendengaran yang lebih buruk.<sup>23</sup> Begitu juga pada pasien dengan kadar glukosa darah puasa >126mg/dl . Dari penelitian yang dilakukan oleh Srinivas juga diketahui bahwa gangguan pendengaran sensorineural lebih sering terjadi pada pasien dengan kadar glukosa darah post-prandial yang tidak terkontrol atau >200mg/dl.<sup>24</sup> Jenis kelamin, berdasarkan penelitian dari Axelsson dan Fegerberg diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang berarti pada gangguan pendengaran antara kelompok DM tipe-2 dengan kelompok kontrol pada kedua jenis kelamin. Namun ada beberapa penelitian yang menyatakan bahwa gangguan pendengaran pada penderita DM tipe-2 lebih banyak terjadi pada laki-laki. Penelitian yang dilakukan oleh Irwin dan Taylor mengobservasi bahwa perempuan penderita DM tipe-2 memiliki insidensi yang lebih tinggi untuk mengalami gangguan pendengaran dibandingkan dengan laki-laki.<sup>23</sup>

## **2.7 Manifestasi Klinik**

### **2.7.1 Manifestasi klinik diabetes melitus tipe-2**

Beberapa gejala khas yang dapat ditimbulkan oleh DM antara lain : poliuria, poliuria adalah keadaan dimana pengeluaran urin dalam 24 jam meningkat, keadaan ini lebih sering terjadi pada malam hari. Polidipsia, polidipsia merupakan keadaan dimana terjadinya rasa haus yang berlebihan. Polifagia, polifagia adalah suatu keadaan dimana pasien diabetes merasa cepat lapar dan yang terakhir adalah penurunan berat badan. Sedangkan gejala yang tidak khas dapat berupa : mudah merasa lemas, kesemutan, mata kabur, disfungsi ereksi pada pria, dan pruritus vulva pada wanita.<sup>19,20</sup>

### **2.7.2 Manifestasi klinik gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus tipe-2**

Gangguan pendengaran pada penderita DM tipe-2 bersifat progresif, bilateral, dan merupakan jenis sensorineural tipe koklear yang bisa terjadi pada semua frekuensi, baik dari yang rendah, sedang, sampai tinggi, terutama pada frekuensi tinggi yang >3000Hz. Gangguan pendengaran DM tipe-2 mirip dengan presbiakusis yang terjadi pada usia tua, tapi bedanya gangguan pendengaran pada DM tipe-2 lebih berat.<sup>4,15,19</sup> Gangguan pendengaran pada penderita DM tipe-2 dapat berupa penurunan kemampuan pendengaran dan tinitus.<sup>24,15</sup>

## **2.8 Patogenesis**

### **2.8.1 Patogenesis diabetes melitus tipe-2**

DM tipe-2 ditandai dengan kelainan sekresi insulin, serta kerja insulin. Insulin merupakan hormon yang dihasilkan oleh sel- $\beta$  pankreas. Insulin berperan penting

dalam proses metabolisme, dimana insulin ini bertugas sebagai transpor yang akan membantu memasukkan glukosa ke dalam sel, agar dapat digunakan untuk bahan bakar. Insulin bekerja dengan cara mengikatkan dirinya ke reseptor-reseptor permukaan sel tertentu, lalu terjadi reaksi intraselular yang menyebabkan mobilisasi pembawa *Glucose Transporter* (GLUT 4) glukosa dan meningkatkan transpor glukosa menembus membran sel. Pada pasien dengan DM tipe-2 terjadi kelainan pada pengikatan insulin dengan reseptornya, kelainan ini dapat disebabkan oleh berkurangnya jumlah tempat reseptor pada membran sel yang selnya responsif terhadap insulin atau ketidaknormalan reseptor insulin intrinsik. Sehingga akan terjadi penggabungan yang abnormal antara kompleks reseptor insulin dengan sistem transpor glukosa. Ketidaknormalan ini akhirnya akan menyebabkan terjadinya resistensi insulin. Resistensi insulin akan menyebabkan penurunan pada ambilan glukosa dan penggunaan glukosa oleh tubuh dibandingkan orang normal, serta meningkatkan pengeluaran glukosa hati. Adanya gangguan dalam sekresi insulin pada penderita DM Tipe-2, tubuh masih tetap dapat memproduksi insulin, tapi tidak mencukupi. Fungsi kelenjar pankreas pada DM Tipe-2 tidak hanya memproduksi jumlah insulin yang tidak mencukupi, tetapi juga sekresi insulin yang terlambat dalam merespon peningkatan kadar glukosa dalam darah.<sup>20,2</sup>

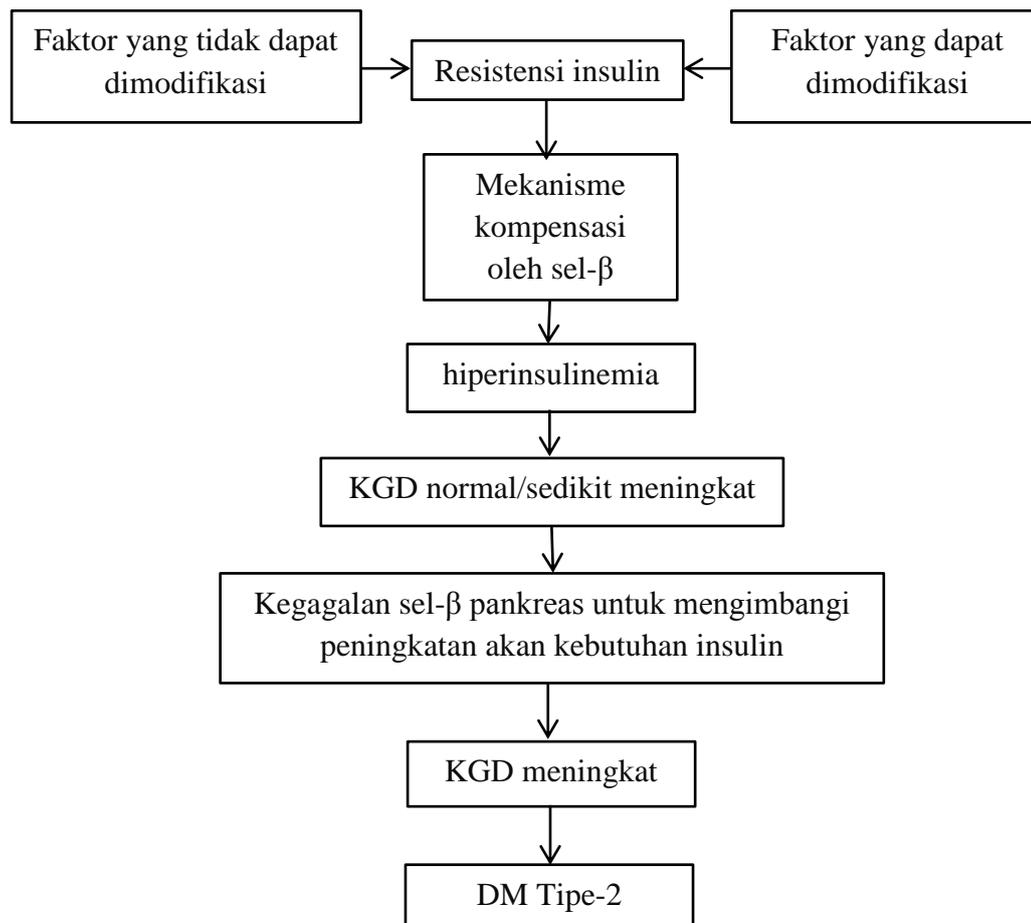
Untuk mengatasi resistensi insulin dan terbentuknya glukosa dalam darah maka sel- $\beta$  pankreas mengkompensasinya dengan meningkatkan sekresi insulin sehingga terjadi hiperinsulinemia. Penderita dengan toleransi glukosa yang terganggu, keadaan ini terjadi akibat sekresi insulin yang berlebihan dan kadar

glukosa akan dipertahankan pada tingkat yang normal atau sedikit meningkat. Jika hal ini berlangsung kronik, dan sel- $\beta$  pankreas tidak mampu mengimbangi peningkatan kebutuhan akan insulin maka kadar glukosa akan meningkat dan terjadi DM Tipe-2.<sup>20,2</sup>

kondisi hiperglikemia yang tidak diintervensi dengan baik dengan pola makan, aktivitas fisik akan mengantarkan pada komplikasi yang lebih buruk. Komplikasi pada DM Tipe-2 dibagi menjadi komplikasi akut dan komplikasi kronik. Komplikasi akut yang mungkin terjadi pada pasien DM antara lain adalah ketoasidosis diabetes, dan koma hiperosmolar non ketotik. Sedangkan komplikasi kronik pada pasien DM akan dibagi menjadi komplikasi mikrovaskular dan komplikasi makrovaskular. Komplikasi mikrovaskular dapat berupa retinopati diabetes, nefropati diabetes, dan neuropati diabetes. Komplikasi makrovaskular yang sering terjadi berupa makroangiopati, seperti penyakit pembuluh darah jantung atau otak.<sup>15,20</sup>

Dampak neurodegeneratif yang merugikan dalam DM Tipe-2, seperti kerusakan oksidatif, yang menyebabkan terjadinya stres oksidatif. Stres oksidatif adalah suatu kondisi yang tidak seimbang antara pembentukan radikal bebas dan antioksidan pada tingkat seluler. Stres oksidatif berpotensi meningkatkan komplikasi vaskular DM dengan empat jalur metabolik : *Protein Kinase-C Pathway* (PKC), *Advanced Glycation End Products Pathway* (AGEP), *Hexosamine Pathway* (PAHA), *Aldolase Reductase* (AR). Stres oksidatif dapat naik karena proses enzimatik dan non-enzimatik oleh hiperglikemia. Ada 3 pencetus stres oksidatif meningkat yaitu glikasi yang labil, oto oksidasi glukosa,

dan aktivasi intrasel jalur poliol. Oto-oksidasi glukosa meningkatkan radikal bebas. Jadi stres oksidatif akan menurunkan kadar nitrit oksida, merusak protein sel dan adhesi leukosit pada endotel meningkat sedang fungsinya sebagai barrier terhambat.<sup>15</sup> Patogenesis DM Tipe-2 dijelaskan pada (Gambar 2.5)



Gambar 2.5. Patogenesis DM Tipe-2.<sup>20,15</sup>

### 2.8.2 Patogenesis gangguan pendengaran akibat diabetes melitus tipe-2

Gangguan pendengaran pada penderita DM tipe-2 ini disebabkan karena komplikasi mikrovaskular yang kronik. Beberapa penelitian menemukan adanya perubahan mikroangiopati pada penderita DM tipe-2, dimana terbentuk presipitat sehingga menyebabkan penebalan pada dinding pembuluh kapiler stria vaskularis,

selanjutnya dapat terjadi pada arteri auditorius internus, modiolus, pada vasa nervosum ganglion spiralis, dan demielinisasi nervus auditorius.<sup>15,22,5</sup>

Hiperglikemia sangat berperan dalam proses kejadian ini, dimana hiperglikemia yang berlangsung kronik dapat memicu terjadinya proses glikosilasi protein non enzimatis, yang berlangsung pada berbagai jaringan tubuh. Beberapa studi klinik memberikan informasi adanya korelasi antara jangka waktu berlangsungnya hiperglikemia dan progresifitas mikroangiopati pada penderita DM. Terkendalnya status glikemia mendekati batas normal dapat menghambat bahkan mungkin mencegah terjadinya mikroangiopati.<sup>22,15</sup>

Glukosa akan terikat pada protein oleh reaksi kimia non enzimatis, proses ini dimulai dengan menempelnya glukosa pada gugus asam amino dan berlanjut dengan serangkaian reaksi biokimia, reaksi selanjutnya akan menghasilkan produk akhir yang dinamakan *advanced glycosilation end product (AGEP)* yang bersifat irreversibel. Reaksi glikosilasi ini terjadi pada *long live* protein, antara lain jaringan kolagen dan membran basalis pembuluh darah. Salah satu bentuk *AGEP* pada penderita DM adalah *2-furoyl-4-(5)-(2-furanyl)-1-H-imidazol* atau FFI yang banyak tertimbun dalam jaringan-jaringan tubuh penderita DM. Dalam reaksi glikosilasi ini juga akan terbentuk radikal bebas sebagai hasil oto-oksidasi glukosa yang berlangsung selama pembentukan *AGEP* yang bersifat *highly reactive oksidant* yang memiliki sifat ototoksik antara lain efek denaturasi dan agregasi.<sup>15,25,3</sup>

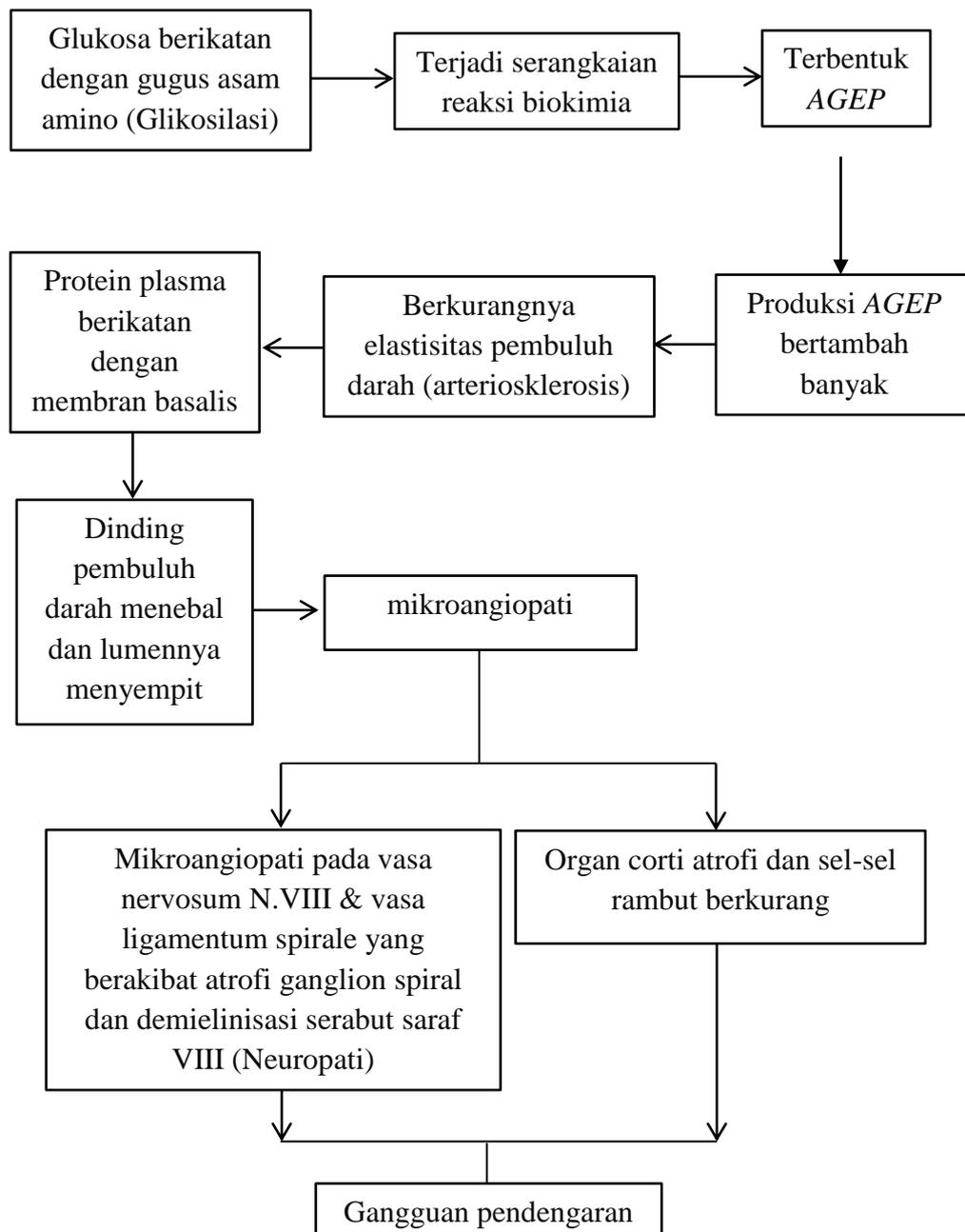
Bertambahnya produksi *AGEP* akan mengurangi elastisitas pembuluh darah, dan mengakibatkan terikatnya protein plasma pada membran basalis, sehingga

dinding pembuluh darah menebal dengan lumen yang semakin sempit. Perubahan patologi pada mikroangiopati yang terjadi akibat hiperglikemia yang kronik pada dasarnya adalah : penebalan membran basalis pembuluh darah kapiler yang mengakibatkan penyempitan pada lumen kapiler, perubahan hemodinamik akibatnya terjadi disfungsi organ yang bersangkutan, perubahan viskositas darah dan fungsi mikrotrombus yang memacu terbentuknya mikrotrombus akibatnya terjadi penyumbatan mikrovasular.<sup>15,25,3</sup>

Akibat mikroangiopati organ Corti akan mengalami atrofi dan berkurangnya sel rambut. Sedangkan neuropati terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang berakibat atrofi ganglion spiralis dan demielinisasi serabut saraf VIII. Sel-sel rambut mengalami atrofi akibat akumulasi bahan-bahan toksik hasil metabolisme pada endolimfe akibat terganggunya absorpsi oleh pembuluh darah sekitar sakus endolimfatikus.<sup>15,25,23</sup>

Gangguan pendengaran umumnya terjadi pada frekuensi tinggi. Hal itu berkaitan dengan berkurangnya cadangan glikogen jaringan pada penderita DM, sedangkan proses transduksi organ korti menggunakan glikogen untuk menghasilkan energi. Hal-hal yang menyebabkan gangguan pendengaran pada frekuensi tinggi dapat dijelaskan sebagai berikut : sel-sel rambut luar mengandung glikogen lebih banyak dari pada sel-sel rambut dalam, dan jumlahnya di bagian basal lebih sedikit dibandingkan dengan bagian apeks. Sel-sel rambut di bagian basal lebih panjang sehingga untuk dapat meneruskan ransangan ke serabut-serabut saraf memerlukan energi lebih besar. Potensial endolimfatik di daerah basal lebih tinggi sehingga memerlukan energi lebih banyak. Skala timpani pada

bagian basal lebih besar sehingga kebutuhan akan sumber energi eksternal (glukosa) dan oksigen lebih besar.<sup>15</sup>



Gambar 2.6. Patogenesis gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2.<sup>15</sup>

## 2.9 Diagnosis

### 2.9.1 Diagnosis diabetes melitus tipe-2

Diagnosis DM tipe-2 dapat ditegakkan dengan pemeriksaan kadar glukosa darah. Pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan adalah pemeriksaan enzimatik dengan menggunakan bahan plasma darah vena. Beberapa gejala yang terjadi pada penderita DM tipe-2 dapat dibagi menjadi gejala khas yang terdiri dari poliuria, polifagia, polidipsi dan penurunan berat badan, sedangkan gejala yang tidak khas terdiri dari kesemutan, disfungsi ereksi, gatal, luka yang sulit sembuh, dan lemas. Apabila ditemukan gejala khas DM ditambah dengan pemeriksaan glukosa darah yang abnormal satu kali saja sudah dapat menegakkan DM. Namun jika tidak ditemukan gejala khas DM, maka perlu dilakukan dua kali pemeriksaan glukosa darah abnormal. Kriteria diagnosis DM tipe-2 (Tabel 2.1) antara lain :  
2,15,20

Tabel 2.1 Kriteria diagnostik DM.<sup>2</sup>

Kriteria diagnosis DM
1. gejala klasik DM + glukosa plasma sewaktu $\geq 200$ mg/dl ( $\geq 11,1$ mmol/L) glukosa plasma sewaktu : pemeriksaan kadar glukosa pada suatu hari tanpa memperhatikan waktu makan terakhir
2. gejala klasik DM + glukosa plasma puasa $\geq 126$ mg/dl ( $\geq$ mmol/L) glukosa plasma puasa : tidak mendapat kalori puasa sedikitnya 8 jam
3. pemeriksaan glukosa plasma $\geq 200$ mg/dl setelah 2 jam setelah Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram
4. pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$ dengan menggunakan metode terstandarisasi oleh <i>National Glycohaemoglobin Standarization Program</i> (NGSP)

Hasil pemeriksaan yang tidak memenuhi kriteria DM atau kriteria normal maka digolongkan menjadi prediabetes yang terdiri dari:<sup>2</sup>

- a. GDPT: hasil pemeriksaan glukosa plasma puasa antara 100-125mg/dl dan pemeriksaan TTGO glukosa plasma 2 jam  $< 140$

- b. TGT: hasil pemeriksaan glukosa plasma 2 jam setelah TTGO antara 140-199mg/dl dan glukosa plasma puasa <100mg/dl
- c. diagnosis prediabetes juga dapat ditegakkan berdasarkan pemeriksaan HbA1c yang menunjukkan angka 5,7%-6,4%

Hasil pemeriksaan glukosa darah 2 jam pasca pembebanan dibagi menjadi 3, yaitu<sup>17</sup> : <140mg/dl : Normal, 140-<200mg/dl : TGT,  $\geq$ 200mg/dl : DM.

### **2.9.2 Diagnosis gangguan pendengaran pada pasien diabetes melitus tipe-2**

Untuk penegakan diagnosis gangguan pendengaran pada pasien DM adalah dengan cara melakukan anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan penunjang. Pada anamnesis dapat ditanyakan mengenai usia, pekerjaan, riwayat penyakit gangguan pendengaran, durasi penyakit, penggunaan obat-obatan yang ototoksik, riwayat tindakan bedah dan medis, dan sebagainya. Pemeriksaan fisik dilakukan pemeriksaan otoskopi, dan uji penala. Pemeriksaan penunjang dapat menggunakan pemeriksaan Audio metri nada murni.<sup>15,3,25</sup>

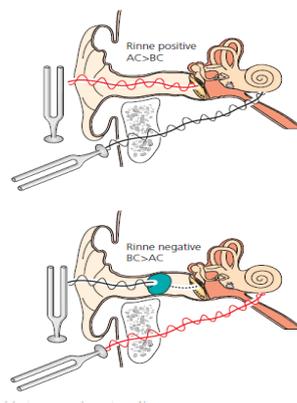
- a. pemeriksaan pendegaran dengan otoskopi

Lihatlah keadaan telinga luar pasien, tarik sedikit telinga untuk melihat liang telinga dan membran timpani. Gunakanlah otoskop untuk melihat lebih jelas, pegang otoskop dengan tangan kanan untuk memeriksa telinga kanan dan sebaliknya pada telinga kiri. Dengan jari kelingking pemeriksa menempel pada pipi pasien sesuai dengan tangan yang memegang otoskop. Liang telinga harus bersih termasuk dari serumen-seruman telinga harus dibersihkan terlebih dahulu untuk pemeriksaan selanjutnya.<sup>26</sup>

- b. pemeriksaan pendengaran dengan uji penala

### Uji Rinne

Pemeriksa memastikan garpu tala frekuensi 512 Hz bergetar serta terdengar di meatus dan di atas prosesus mastoideus. Kaki garputala yang bergetar kemudian ditekan pada tulang mastoid dibelakang telinga pasien sampai tidak terdengar. Letakkan pada meatus eksternal, pasien ditanya apakah masih terdengar. Positif jika tes lebih lama terdengar pada hantar udara di meatus menunjukkan hasil telinga normal atau gangguan pendengaran sensorineural.<sup>26</sup> Uji Rinne diperlihatkan pada (Gambar 2.7)

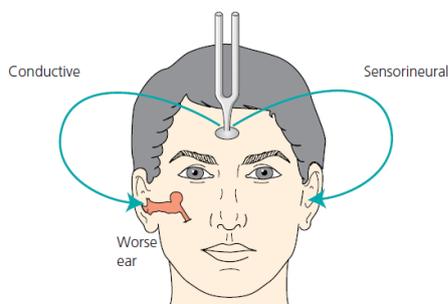


Gambar 2.7. Uji Rinne.<sup>26</sup>

### Uji Weber

Kaki garpu tala yang bergetar diletakkan di dahi pasien dan di tanya telinga mana yang lebih terdengar. Tes sangat berguna untuk pendengaran yang berbeda antara kedua telinga. Pada gangguan pendengaran sensorineural akan terdengar pada telinga yang lebih baik, sebaliknya pada gangguan pendengaran konduktif akan terdengar pada telinga yang terganggu. Jika gangguan pendengaran

campuran maka uji garputala ini tidak bisa dipastikan.<sup>26</sup> Uji Weber diperlihatkan pada (Gambar 2.8.)



Gambar 2.8. Uji Weber.<sup>26</sup>

### Uji Schwabach

Kaki garpu tala yang bergetar diletakkan pada prosesus mastoideus pasien sampai pasien tidak mendengar lagi, lalu diletakkan pada prosesus mastoideus pemeriksa yang memiliki telinga normal. Jika pemeriksa masih dapat mendengar hasilnya Schwabach memendek. Bila pemeriksa tidak dapat mendengar lagi, maka ulangi dari telinga pemeriksa ke telinga pasien. Jika pasien masih dapat mendengar hasilnya ialah Schwabach memanjang.<sup>26</sup>

#### c. pemeriksaan pendengaran dengan audiometri nada murni

Ada pun metode yang dapat dilakukan untuk pemeriksaan pendengaran adalah dengan menggunakan alat audiometri nada murni (Gambar 2.9) untuk menetapkan rentan frekuensi 250-8000 Hz. Temuan dari hasil pemeriksaan audiometri yang perlu diperhatikan adalah hantaran udara normal antara -10 s/d 26 dB. Hantaran tulang berimpit atau hampir berimpit dengan hantaran udara, pada telinga normal atau tuli sensorineural. Hantaran tulang terpisah dari hantaran udara yang lebih rendah disebut tuli konduktif.<sup>27</sup> Penurunan pendengaran sensorineural ditegakkan apabila terdapat penurunan ketajaman pendengaran yang ditandai oleh

meningkatnya nilai ambang nada murni hantaran udara (AC) dan hantaran tulang (BC) dengan beda diantara keduanya tidak lebih dari 10 dB dengan ambang dengar >25 dB.<sup>15</sup>

Dari audiogram dapat dilihat apakah pendengaran normal atau terjadi gangguan pendengaran. Dalam menentukan derajat gangguan pendengaran (Tabel 2.2), yang dihitung hanya ambang dengar hantaran udara saja. Derajat ketulian dihitung dengan menggunakan indeks Fletcher, yaitu :<sup>15,27</sup>

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

Tabel 2.2 Derajat gangguan pendengaran menurut WHO.<sup>26</sup>

Derajat Ketulian	Nilai audiometri ISO (frekuensi 500, 1000, 2000,4000 Hz)
Normal	≤25 dBHL
Tuli ringan	26-40 dBHL
Tuli sedang	41-60 dBHL
Tuli berat	61-80 dBHL
Profound	≥81 dBHL

Untuk mendapatkan hasil pemeriksaan yang baik maka prosedur yang perlu diperhatikan antara lain:<sup>27</sup>

1. Penderita ditempatkan sedemikian rupa sehingga ia tidak melihat gerakan tangan pemeriksa, karena hal ini akan mempengaruhi penderita bahwa nada tes sedang disajikan.
2. Untuk mengurangi interferensi dari suara-suara latar belakang yang berasal dari sekitarnya maka tempat yang terbaik adalah ruangan kedap suara akan tetapi bila tidak ada maka tes dilakukan di ruangan tersembunyi.

3. Instruksi kepada penderita harus jelas misalnya “anda akan diperiksa dan akan mendengar bunyi yang kadang-kadang keras dan kadang-kadang lemah melalui *earphone*. Bila mendengar bunyi itu, tekan tombol dan acungkan tangan. Jika terdengar disebelah kanan acungkan tangan kanan dan jika terdengar pada telinga kiri maka acungkan tangan kiri”.
4. *Earphone* harus diletakkan secara tepat diatas liang telinga luar, warna merah di sebelah kanan dan warna biru di sebelah kiri.
5. Telinga yang diperiksa terlebih dahulu harus yang berfungsi lebih baik. Bila oleh penderita mengatkan kedua telinga sama tulinya, maka yang diperiksakan terlebih dahulu adalah telinga kanan.
6. Penyajian nada tes tidak boleh dengan irama yang konstan dan lamanya interval antara dua bunyi harus selalu diubah-ubah. Tidak boleh memutar tombol (dial) pengatur selama penyaji masih ditekan.
7. Pemeriksaan pertama dimulai pada frekuensi 1000 Hz karena nada ini dapat memberi hasil akurat yang konsisten. Kemudian periksa nada-nada lebih tinggi 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, dan 8000 Hz.

Untuk menentukan nilai ambang tiap-tiap frekuensi dilakukan sebagai berikut:<sup>27</sup>

1. Putar tombol (dial) pada kedudukan 0 dB dan sajikan bunyi selama 1-2 detik. Bila tidak ada respon, intensitas dinaikkan 5 dB, demikian seterusnya sampai ada respon. Jika sudah ada respon, turunkan intensitasnya 5 dB sebagai cross check dan bila tidak mendengar maka

inilah nilai ambang frekuensi tersebut. Telinga kanan akan diberikan kode O dan telinga kiri diberi kode X pada pemeriksaan audiogram.

2. Cara yang sama dilakukan untuk frekuensi-frekuensi yang lain.

## **2. 10 Diagnosis Banding**

### **2.10.1 Diagnosis banding diabetes melitus tipe-2**

DM tipe-1 merupakan penyakit autoimun yang ditentukan secara genetik dengan gejala-gejala yang pada akhirnya menuju proses bertahap perusakan imunologik sel-sel yang memproduksi insulin. Pada individu yang peka secara genetik kejadian-kejadian pemicu yang diduga berupa infeksi virus, akan memproduksi autoantibodi terhadap sel- $\beta$  pankreas yang akan mengakibatkan berkurangnya sekresi insulin. Pasien DM tipe-1 biasanya mengalami defisiensi insulin yang absolut sehingga membutuhkan insulin eksogen untuk mengatur kadar glukosa darahnya.<sup>1,2,19</sup>

### **2.10.2 Diagnosis banding gangguan pendengaran pada penderita diabetes melitus tipe-2**

Presbikusis adalah gangguan pendengaran tipe sensorineural dengan frekuensi tinggi, umumnya terjadi pada orang tua antara usia 65 tahun atau lebih, simetris pada telinga kiri dan kanan. Dapat dimulai pada frekuensi 1000Hz atau lebih. Progresifitas penurunan pendengaran dipengaruhi oleh usia dan jenis kelamin, pada laki-laki lebih cepat dibandingkan dengan perempuan.<sup>26</sup>

Penyebabnya karena proses degenerasi yang menyebabkan perubahan struktur koklea dan nervus ke VIII. Terjadi atrofi dan degenerasi pada sel-sel rambut

penunjang pada organ Corti, dan disertai juga oleh perubahan vaskular pada stria vaskularis dan berkurangnya jumlah serta ukuran sel-sel ganglion saraf.<sup>15,26</sup>

Keluhan yang sering disampaikan pasien biasanya, adalah berkurangnya pendengaran secara perlahan dan progresif, simetris pada kedua telinga. Keluhan lainnya dapat berupa telinga berdenging (tinitus pada nada tinggi). Pasien dapat mendengar suara percakapan, tetapi sulit untuk memahaminya, terutama bila diucapkan dengan cepat di tempat yang bising.<sup>15,22,26</sup>



Gambar 2.9. Alat Audiometri<sup>27</sup>

## 2.11 Penatalaksanaan

### 2.11.1 Penatalaksanaan diabetes mellitus tipe-2

Terdiri dari :<sup>2,19</sup>

#### a. edukasi

Eduksi dilakukan pada saat pola gaya hidup dan perilaku sudah terbentuk dengan mapan. Edukasi ini memerlukan partisipasi aktif dari penyandang DM, keluarga, dan masyarakat. Tim kesehatan mendampingi pasien untuk mencapai perubahan perilaku yang diharapkan.

b. Terapi Nutrisi Medis (TNM)

Terapi gizi medis merupakan bagian dari penatalaksanaan DM secara total. Keberhasilan dari TnM itu bergantung pada kerjasama anggota tim (dokter, ahli gizi, petugas kesehatan lain, dan pasien itu sendiri). Prinsip anjuran makan pada penderita DM sama dengan masyarakat lainnya yaitu, makanan yang seimbang yang sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi. Sebaiknya penderita DM ini mendapatkan TGM yang sesuai agar mencapai sasaran terapi.

c. latihan jasmani

Melakukan latihan jasmani secara teratur 3-5 kali dalam seminggu selama 30-45 menit merupakan bagian dari penatalaksanaan DM tipe-2. Latihan jasmani selain dapat menurunkan berat badan juga dapat meningkatkan sensitivitas insulin, sehingga dapat mengatur kadar glukosa darah. Bagi penderita DM yang ingin melakukan olahraga dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan glukosa terlebih dahulu. Apabila kadar glukosa darah  $<100$  mg/dl pasien harus mengkonsumsi karbohidrat terlebih dahulu dan bila  $>250$  mg/dl dianjurkan untuk menunda latihan jasmani. Latihan jasmani yang dianjurkan bersifat aerobik seperti jalan kaki, bersepeda santai, jogging, dan berenang. Latihan jasmani harusnya dilakukan sesuai umur dan kesehatan jasmani.

d. Intervensi farmakologi

Terapi farmakologis diberikan bersama dengan pengaturan makan dan latihan jasmani. Terapi farmakologis terdiri dari obat oral dan bentuk suntikan.

Obat Anti hiperglikemi Oral berdasarkan cara kerjanya dibagi menjadi 5 golongan : 1. pemacu sekresi insulin (Insulin Secretagogue) : Sulfonilurea, obat

ini dapat meningkatkan sekresi insulin oleh sel- $\beta$  pankreas, obat ini merupakan pilihan utama pada penderita DM dengan berat badan kurang atau normal, namun masih bisa diberikan pada penderita DM dengan berat badan lebih. Sulfonilurea tidak dapat digunakan jangka panjang, karna dapat menimbulkan terjadinya hipoglikemia. Glinid, mekanisme kerja glinid sama dengan sulfonilurea, dan terdiri dari dua macam yaitu, repaglinid dan nateglinid. Obat ini dapat mengatasi hiperglikemia post prandial. Efek samping yang mungkin terjadi adalah hipoglikemia.

2. Peningkatan sensitivitas terhadap insulin : Metformin, mempunyai efek utama mengurangi produksi glukosa hati dan memperbaiki ambilan glukosa di jaringan perifer. Efek samping yang mungkin terjadi berupa gangguan saluran pencernaan seperti halnya gejala dispepsia. Tiazolidindion, mempunyai efek menurunkan resistensi insulin dengan meningkatkan jumlah protein pengangkut glukosa, sehingga meningkatkan ambilan glukosa di jaringan perifer. Obat yang masuk dalam golongan ini adalah pioglitazone.

3. Penghambat Absorpsi Glukosa di saluran : Penghambat Alfa Glukosidase, obat ini bekerja dengan memperlambat absorpsi glukosa dalam usus halus, sehingga mempunyai efek menurunkan kadar glukosa darah sesudah makan, contohnya Acarbose.

4. Penghambat DPP-IV (*Dipeptidyl Peptidase-IV*), bekerja dengan menghambat enzim DPP-IV sehingga GLP 1 (*Glucose Like Peptide-1*) tetap dalam konsentrasi yang tinggi dalam bentuk aktif. Contoh, Sitagliptin dan Linagliptin.

5. Penghambat SGLT-2 (*Sodium Glucose Co-transporter 2*), bekerja dengan cara menghambat penyerapan kembali glukosa di tubuli distal ginjal dengan cara menghambat kinerja transporter glukosa SGLT-2.

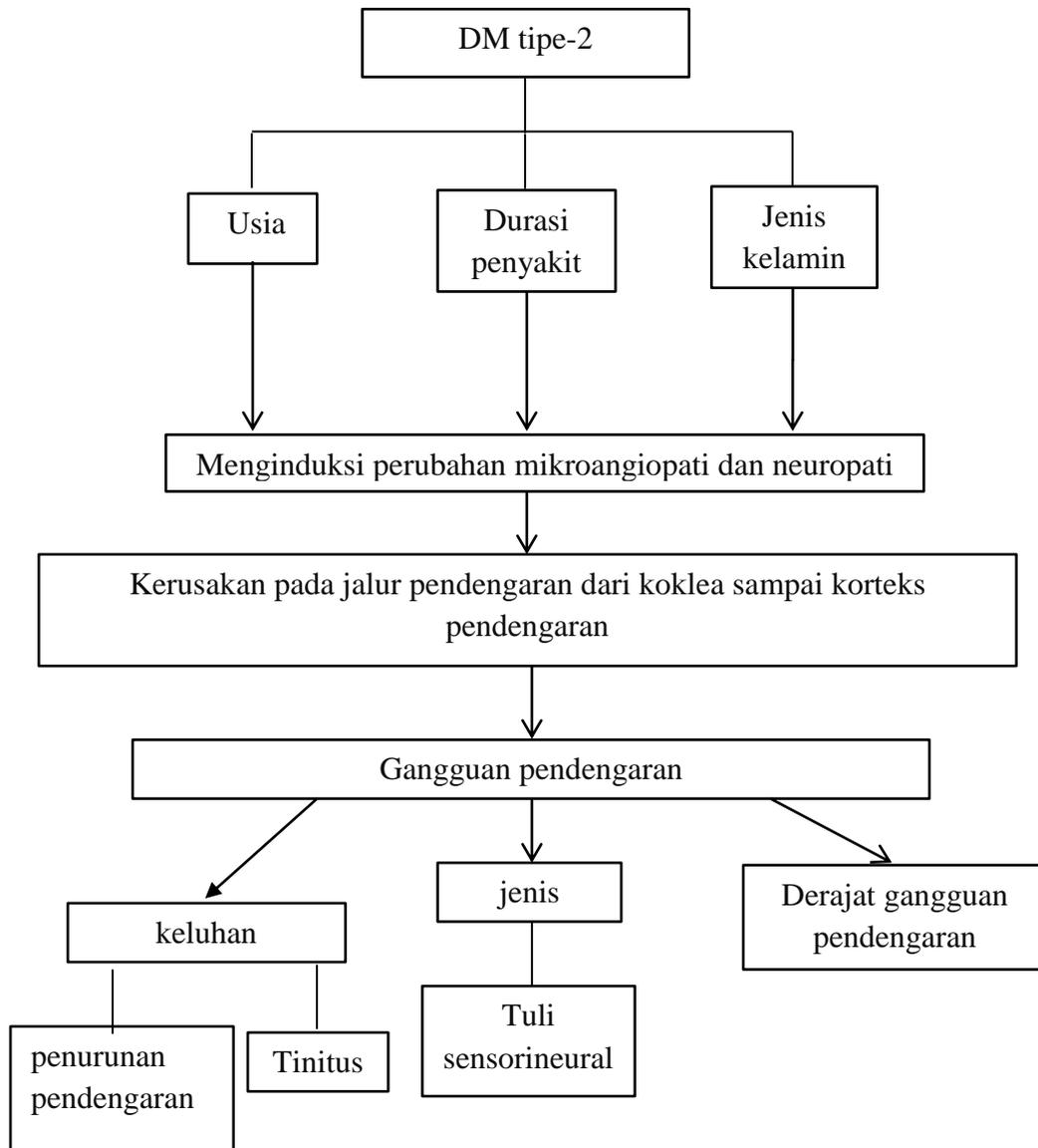
Selanjutnya ada Obat Anti Hiperglikemik Suntik, yang terdiri dari : Insulin, insulin diperlukan pada penurunan berat badan yang cepat, hiperglikemia yang berat disertai ketosis, ketoasidosis diabetes, hiperglikemia hiperosmolar non ketosis, kontraindikasi dan atau alergi terhadap OHO.

### **2.11.2 Penatalaksanaan gangguan pendengaran pada diabetes melitus tipe-2**

Untuk mencegah terjadinya gangguan pendengaran pada penderita DM tipe-2 maka, penderita DM tipe-2 harus megkontrol kadar glukosa darah, karena kadar glukosa darah yang tidak terkontrol akan meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan pendengaran. Dan pada penderita DM tipe-2 yang telah mengalami gangguan pendengaran maka penanganannya adalah dengan memberi bantuan untuk meningkatkan fungsi komunikasi sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup individu tersebut melalui rehabilitasi audiologi.<sup>15,23,26</sup>

Ada bermacam cara yang dapat dipilih oleh penderita untuk mengatasi masalahnya dan meningkatkan kualitas hidupnya antara lain, alat bantu dengar. Pemasangan alat bantu dengar ini akan lebih baik bila dikombinasikan dengan latihan membaca bibir, dan latihan mendengar. Prosedur pelatihan ini dilakukan bersama ahli terapi wicara.<sup>15,22,25</sup>

## 2.12 Kerangka Teori



Gambar 2.10. Kerangka Teori

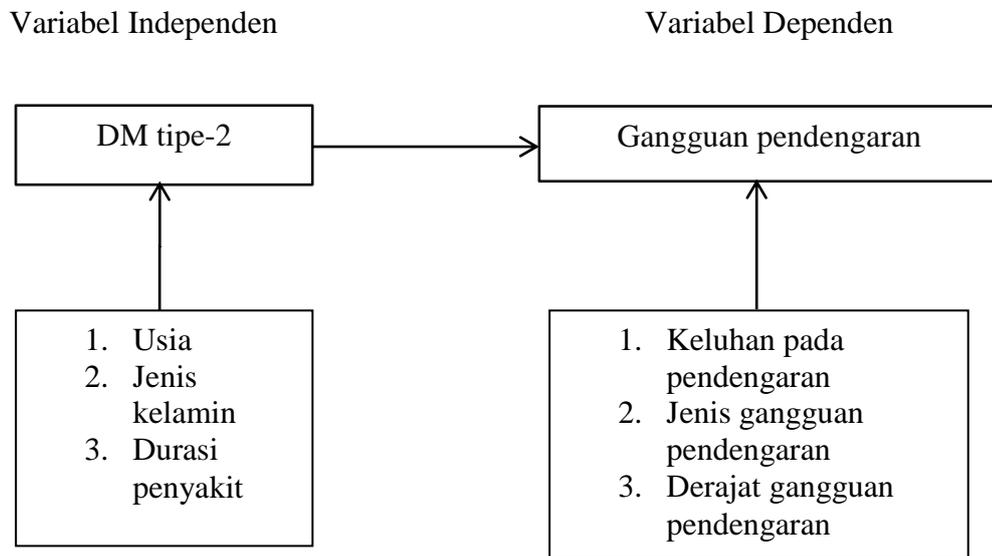
#### Keterangan Gambar 2.10

Pasien yang menderita DM Tipe-2 yang sudah berlangsung  $\geq 10$  tahun, serta terjadi pada usia  $\geq 40$  tahun akan menyebabkan peningkatan terjadinya gangguan pendengaran, melalui mekanisme perubahan pada mikrovaskuler dan neuropati.

Perubahan mikrovaskuler terjadi ketika terikatnya glukosa pada protein oleh reaksi kimia non-enzimatik yang kemudian akan menghasilkan *advanced glycosilation end product* (AGEP), reaksi ini biasanya terjadi pada *long live* protein seperti kolagen dan membran basalis pembuluh darah, proses glikosilasi ini juga akan menghasilkan radikal bebas yang memiliki sifat ototoksik antara lain efek denaturasi dan agregasi. Perubahan mikroangiopati menyebabkan penebalan pada membran basalis pembuluh darah kapiler, perubahan hemodinamik, serta perubahan viskositas darah dan fungsi trombosit. Akibatnya organ korti akan atrofi dan berkurangnya sel rambut. Sedangkan perubahan neuropati terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang mengakibatkan atrofi ganglion spiral dan demielinisasi serabut saraf ke VIII.

Akibat perubahan pada mikroangiopati dan neuropati ini maka terjadi kerusakan jalur pendengaran pada koklea sampai korteks pendengaran. Pada akhirnya hal ini akan menyebabkan gangguan pendengaran jenis tuli sensorineural dengan keluhan penurunan pendengaran atau tinitus pada frekuensi tinggi.

## 2.13 Kerangka Konsep



Gambar 2.11. Kerangka Konsep

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Definisi Operasional

Definisi operasional disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Definisi operasional

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Skala ukur	Hasil Ukur
1	Jenis Gangguan Pendengaran	Gangguan pendengaran adalah hilangnya kemampuan mendengar baik secara sebagian atau keseluruhan, pada satu atau kedua telinga, baik pada derajat yang ringan atau berat, dengan ambang pendengarannya >26 dB pada frekuensi 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz. Sampel dinyatakan mengalami gangguan pendengaran jika salah satu atau kedua telinganya mengalami gangguan pendengaran. <sup>10</sup>	1.Tes Penala 2.Audiometri Nada Murni	Nominal	1.Tuli sensorineural 2.Tuli konduktif 3.Tuli campuran <sup>26</sup>
2	Derajat Gangguan Pendengaran	Tingkatan ketidakmampuan salah satu telinga atau kedua telinga dalam mendengarkan suara secara parsial atau total. <sup>9</sup>	Audiometri Nada Murni	Ordinal	1.≤25 dBHL: Normal 2.26-40 dBHL : tuli ringan 3.41-60 dBHL : tuli sedang 4.61-80

---

					dBHL : tuli berat 5. $\geq 81$ dBHL : Profound <sup>26</sup>
3	DM (Diabetes Melitus)	DM merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia yang disebabkan oleh gangguan atau defek pada sekresi insulin, kerja insulin, atau bisa keduanya. <sup>1</sup>	1. Glukometer 2. Kriteria Diagnosis DM 3. Status penelitian	Nominal	1. Penderita DM Tipe-2 2. Bukan penderita DM Tipe-2
4	Usia	Usia dihitung dalam tahun menurut ulang tahun terakhir	Status penelitian	Interval	1. 30-40 tahun 2. 41-50 tahun 3. 51-60 tahun <sup>37</sup>
5	Jenis kelamin	Jenis kelamin pasien yang tercatat sesuai status penelitian.	Status penelitian	Nominal	1. Laki-laki 2. Perempuan
6	Durasi penyakit	Rentang waktu sejak penderita dinyatakan menderita diabetes melitus hingga penderita dilibatkan dalam penelitian ini	Status penelitian	Interval	1. $< 5$ tahun 2. $\geq 5$ tahun <sup>37</sup>

---

### **3.2 Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian analitik yang dilakukan secara *cross-sectional*, yaitu hanya diobservasi satu kali dan pengukuran subyek dilakukan pada saat pemeriksaan.<sup>28</sup>

### **3.3 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2018 –Desember 2018 di Rumah Sakit (RS) Bhayangkara TK II Medan yang beralamat di Jalan K.H. Wahid Hasyim No.1, Merdeka, Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara. Diagnosis DM ditegakkan oleh dokter spesialis penyakit dalam di Departemen Ilmu Penyakit Dalam. Pemeriksaan telinga, hidung, tenggorok, kepala, dan leher dilakukan di Departemen Telinga, Hidung, Tenggorok, Kepala, dan Leher (T.H.T.K.L) dan pemeriksaan Audiometri nada murni dilakukan di PT. Kasoem Hearing Head Office yang beralamat di Jalan Iskandar Muda No. 20B1, Medan, Sumatera Utara.

### **3.4 Populasi dan Sampel**

#### **3.4.1 Populasi**

Populasi adalah seluruh penderita DM tipe-2, sedangkan populasi terjangkau pada penelitian ini adalah seluruh penderita DM tipe-2 usia 30-60 tahun yang datang berobat jalan ke Departemen Penyakit Dalam di Rumah Sakit (RS) Bhayangkara TK II Medan pada tahun 2018. Diagnosis DM tipe-2 ditegakkan oleh dokter spesialis penyakit dalam.

Populasi kelompok kontrol adalah semua orang yang tidak menderita DM dan tidak memiliki keluhan gangguan pendengaran dan berada di RS Bhayangkara.

### 3.4.2 Sampel

Metode pengambilan sampel menggunakan teknik *non-probability sampling* dengan cara *convenient sampling*.<sup>28</sup>

Adapun kriteria inklusi dan eksklusi sampel yaitu:

a. Kriteria inklusi penderita DM tipe-2:

- 1) Pasien laki-laki maupun perempuan yang berusia 30-60 tahun
- 2) Tidak memiliki riwayat nyeri telinga, gangguan pendengaran yang dibawa sejak lahir, infeksi telinga, trauma kepala atau telinga, trauma akustik, gangguan pendengaran akibat bisung penggunaan obat ototoksik seperti anti TBC, Kina, dan golongan aminoglikosida.
- 3) Bersedia diikutsertakan dalam penelitian dengan menandatangani *informed consent*.
- 4) Tidak memiliki riwayat penyakit sistemik lain yang mempengaruhi fungsi pendengaran seperti : hipertensi, malaria, artritis reumatoid.

b. Kriteria inklusi kelompok kontrol:

- 1) Pasien laki-laki maupun perempuan yang tidak menderita DM berusia 30-60 tahun.
- 2) Tidak memiliki riwayat nyeri telinga, gangguan pendengaran yang dibawa sejak lahir, infeksi telinga, trauma kepala atau telinga, trauma akustik, penggunaan obat ototoksik seperti anti TBC, Kina, dan golongan aminoglikosida.
- 3) Bersedia diikutsertakan dalam penelitian dengan menandatangani *informed consent*.

- 4) Tidak memiliki riwayat penyakit sistemik lain yang mempengaruhi fungsi pendengaran seperti : hipertensi, malaria, artritis reumatoid.

c. Kriteria eksklusi:

- 1) Pada pemeriksaan THT rutin dijumpai kelainan yang mempengaruhi fungsi pendengaran.

### 3.4.3 Besar Sampel

Besar sampel ditentukan dengan menggunakan rumus sampel dua populasi yaitu:

$$n_1 = n_2 = \left[ \frac{Z\alpha\sqrt{2\pi(1-\pi)} + Z\beta\sqrt{\pi_1(1-\pi_1) + \pi_2(1-\pi_2)}}{\pi_1 - \pi_2} \right]^2$$

$$\pi = \frac{\pi_1 - \pi_2}{2}$$

Keterangan:

$Z\alpha = 1,96$  (Batas kepercayaan 95%)

$Z\beta = 0,84$  (Kekuatan uji 80%)

$\pi_1 = 20\%$  (Kejadian gangguan pendengaran pada Non DM)<sup>29</sup>

$\pi_2 = 50\%$  (Kejadian gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2)<sup>29</sup>

$$\pi = \frac{\pi_1 - \pi_2}{2} = \frac{0,2 - 0,5}{2} = \frac{-0,3}{2} = -0,15$$

$$n_1 = n_2 = \left[ \frac{Z\alpha\sqrt{2\pi(1-\pi)} + Z\beta\sqrt{\pi_1(1-\pi_1) + \pi_2(1-\pi_2)}}{\pi_1 - \pi_2} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{1,96\sqrt{2 \cdot 0,15(1-0,15)} + 0,84\sqrt{0,2(1-0,2) + 0,5(1-0,5)}}{0,3} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{1,96\sqrt{0,3(0,85)} + 0,84\sqrt{0,2(0,8) + 0,5(0,5)}}{0,3} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{1,96\sqrt{0,255} + 0,84\sqrt{0,16 + 0,25}}{0,3} \right]^2$$

$$= \left[ \frac{0,98 + 0,53}{0,3} \right]^2 = \left[ \frac{1,51}{0,3} \right]^2 = [5,03]^2 = 25,3 \approx 26$$

Berdasarkan rumus diatas ditentukan jumlah sampel yang diteliti yaitu sebanyak 52 orang, yang terdiri atas 26 orang sebagai kelompok DM Tipe-2 dan 26 orang sebagai kelompok kontrol.

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari anamnesis, pemeriksaan fisik telinga, hidung, dan tenggorok, pemeriksaan dengan garpu tala, dan pemeriksaan dengan audiometri nada murni.

#### 3.5.1 Pemeriksaan telinga

##### a. Alat

- 1) Otoskop (Riester, Jungingen, Jerman)
- 2) Lampu kepala (Riester, Jungingen, Jerman)

##### b. Cara kerja<sup>26</sup>

- 1) Pasien duduk dengan posisi badan condong sedikit ke depan dan kepala lebih tinggi sedikit dari kepala pemeriksa.
- 2) Nyalakan lampu otoskop.
- 3) Pemeriksa memegang otoskop dengan tangan kanan untuk memeriksa telinga kanan pasien, sedangkan tangan kiri memegang telinga kanan pasien, begitu juga sebaliknya untuk pemeriksaan telinga kiri.
- 4) Arahkan dan masukkan otoskop ke liang telinga pasien.
- 5) Agar posisi otoskop stabil, maka jari kelingking tangan pemeriksa yang memegang otoskop ditempelkan ke pipi pasien.

- 6) Nilai apakah telinga normal dan tidak ada serumen.
- 7) Jika terdapat serumen, harus dibersihkan terlebih dahulu untuk pemeriksaan selanjutnya.

### 3.5.2 Pemeriksaan pendengaran

#### a. Alat

- 1) Garpu tala (Renz, Germany)

#### b. Cara Kerja<sup>26</sup>

##### 1) Tes Penala

###### a. Tes Rinne

- 1) Pasien duduk dihadapan pemeriksa.
- 2) Getarkan penala 512 Hz, letakkan tangkainya di *prosesus mastoideus* pasien, setelah tidak terdengar penala dipegang di depan telinga pasien kira-kira 2 1/2 cm.
- 3) Bila masih terdengar dinyatakan Rinne positif (+), bila tidak terdengar dinyatakan Rinne negatif (-).

###### b. Tes Weber

- 1) Pasien duduk dihadapan pemeriksa.
- 2) Getarkan penala 512 Hz, diletakkan di garis tengah kepala (di verteks, dahi, pangkal hidung, di tengah-tengah gigi seri atau di dagu).
- 3) Bila bunyi penala terdengar lebih keras pada salah satu telinga disebut Weber lateralisasi ke telinga tersebut.

- 4) Bila tidak dapat dibedakan ke arah telinga mana bunyi terdengar lebih keras disebut Weber tidak ada lateralisasi.

c. Tes Schwabach

- 1) Pasien duduk dihadapan pemeriksa.
- 2) Getarkan penala 512 Hz, diletakkan pada *prosessus mastoideus* pasien sampai tidak terdengar.
- 3) Kemudian dipindahkan pada *prosessus mastoideus* telinga pemeriksa yang pendengarannya normal.
- 4) Bila pemeriksa masih dapat mendengar disebut Schwabach memendek.
- 5) Bila pemeriksa tidak dapat mendengar, lakukan dengan cara sebaliknya yaitu dimulai pada telinga pemeriksa lalu ke telinga pasien.
- 6) Jika pasien masih bisa mendengar disebut Schwabach memanjang.
- 7) Namun jika pasien tidak mendengar dianggap Schwabach sama dengan pemeriksa.

### 3.5.3 Pemeriksaan penunjang

a. Alat

- 1) Audiometri AD-28 Interacoustics Clinical Audiometer (Interacoustics, Assens, Denmark)

b. Cara Kerja<sup>27</sup>

Untuk mendapatkan hasil pemeriksaan yang baik maka prosedur yang perlu diperhatikan antara lain:

- 1) Penderita ditempatkan sedemikian rupa sehingga ia tidak melihat gerakan tangan pemeriksa, karena hal ini akan mempengaruhi penderita bahwa nada tes sedang disajikan.
- 2) Untuk mengurangi interferensi dari suara-suara latar belakang yang berasal dari sekitarnya maka tempat yang terbaik adalah ruangan kedap suara akan tetapi bila tidak ada maka tes dilakukan di ruangan tersembunyi.
- 3) Instruksi kepada penderita harus jelas misalnya “anda akan diperiksa dan akan mendengar bunyi yang kadang-kadang keras dan kadang-kadang lemah melalui *earphone*. Bila mendengar bunyi itu, tekan tombol dan acungkan tangan. Kalau mendengar di sebelah kanan acungkan tangan kanan dan kalau didengar pada telinga kiri maka acungkan tangan kiri”.
- 4) *Earphone* harus diletakkan secara tepat diatas liang telinga luar, warna merah di sebelah kanan dan warna biru di sebelah kiri.
- 5) Telinga yang diperiksa terlebih dahulu harus yang berfungsi lebih baik. Bila oleh penderita mengatakan kedua telinga sama tulinya, maka yang diperiksakan terlebih dahulu adalah telinga kanan.
- 6) Penyajian nada tes tidak boleh dengan irama yang konstan dan lamanya interval antara dua bunyi harus selalu diubah-ubah. Tidak boleh memutar tombol (dial) pengatur selama penyaji masih ditekan.

- 7) Pemeriksaan pertama dimulai pada frekuensi 1000 Hz karena nada ini dapat memberi hasil akurat yang konsisten. Kemudian periksa nada-nada lebih tinggi 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, dan 8000 Hz.

Untuk menentukan nilai ambang tiap-tiap frekuensi dilakukan sebagai berikut:

- 1) Putar tombol (dial) pada kedudukan 0 dB dan sajikan bunyi selama 1-2 detik. Bila tidak ada respon, intensitas dinaikkan 5 dB, demikian seterusnya sampai ada respon. Jika sudah ada respon, turunkan intensitasnya 5 dB sebagai cross check dan bila tidak mendengar maka inilah nilai ambang frekuensi tersebut. Untuk telinga kanan diberikan kode O dan telinga kiri diberi kode X pada audiogram.
- 2) Cara yang sama dilakukan untuk frekuensi-frekuensi yang lain.

### **3.6 Pengolahan dan Analisis Data**

#### **3.6.1 Pengolahan Data**

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. *Editing* (Pemeriksaan), yaitu proses memeriksa data yang telah dikumpulkan apakah telah sesuai dengan tujuan penelitian. Peneliti melakukan pemeriksaan terhadap kelengkapan dan kejelasan jawaban dari responden.
- b. *Coding* (Pengkodean), yaitu kegiatan pengkodean yang dilakukan dengan mengubah data yang berbentuk kalimat atau huruf menjadi data angka atau bilangan.
- c. *Entry* (Memasukkan), yaitu kegiatan memasukkan data yang telah dilakukan pengkodean ke dalam program komputer.

- d. *Cleaning* (Pembersihan), yaitu kegiatan pengecekan kembali data yang telah di entry untuk mengetahui ada tidaknya kesalahan pengkodean ataupun ketidaklengkapan data.
- e. *Saving* (Penyimpanan), yaitu penyimpanan data untuk siap dilakukan analisis data.

### 3.6.2 Analisis Data

Data yang dianalisis dan diinterpretasikan menggunakan *Statistical Product And Service Solutions* (SPSS) versi 22.0 dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Analisis Univariat

Analisis ini digunakan dengan menampilkan data pada dua kelompok (Penderita DM tipe-2 dan Non DM) sesuai dengan variabel yang diteliti. Masing-masing data tersebut disajikan menggunakan statistik deskriptif.

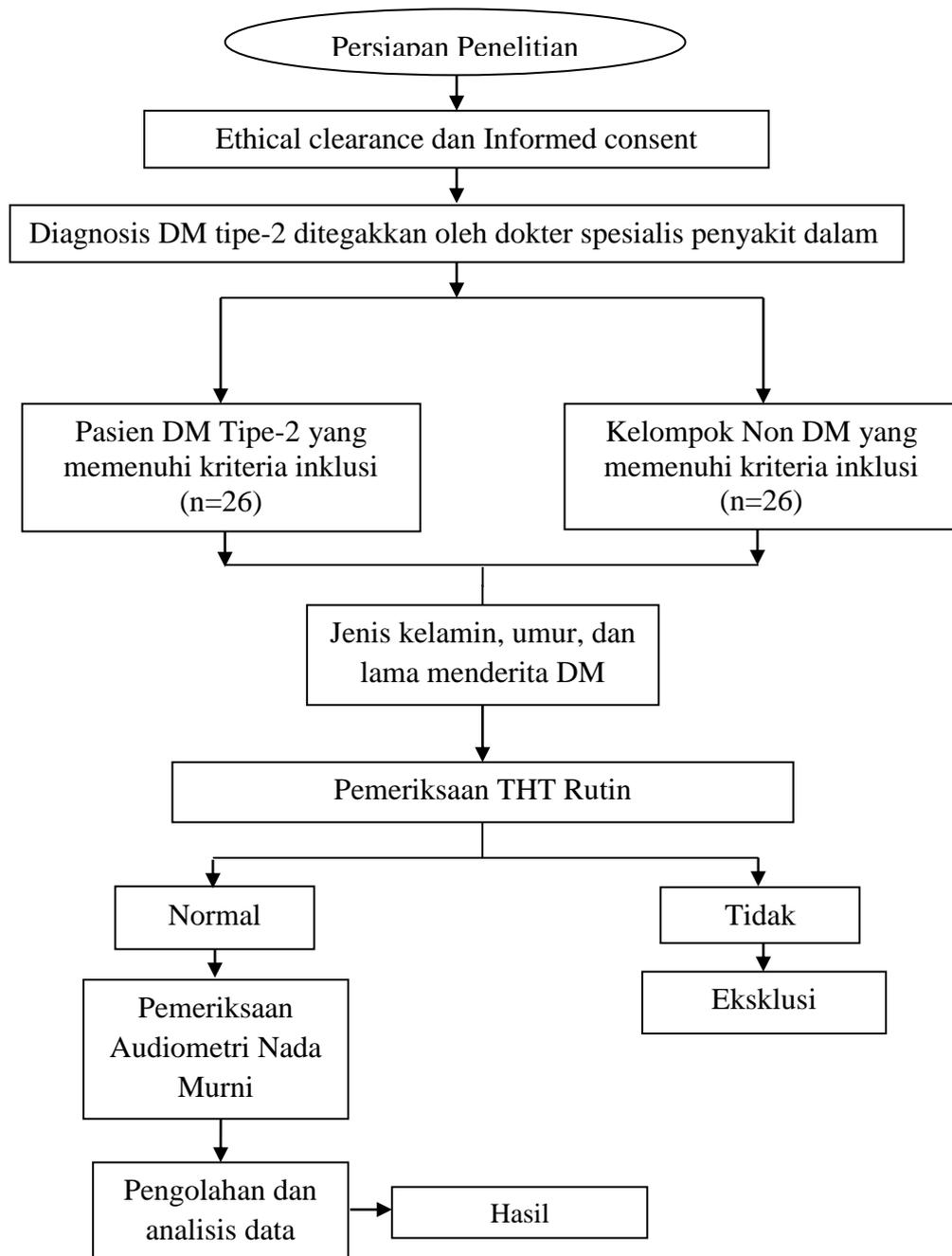
- b. Analisis Bivariat

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan antara DM Tipe-2 dengan terjadinya gangguan pendengaran. Uji statistik normal maka yang digunakan adalah *chi-square* dan jika uji statistik tidak normal maka yang digunakan adalah *fisher's exact*. Nilai bermakna/signifikan apabila nilai  $p < 0,05$ .

### 3.6.3 Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan nomor: 157/KEPK/FKUMSU/2018 dan *informed consent* dari semua subjek penelitian.

### 3.7 Alur Penelitian



Gambar 3.1. Alur Penelitian

### Keterangan Gambar 3.1

Persiapan penelitian, mulai dari pencarian literatur sampai penyajian proposal. Pembuatan *ethical clearance* dan melakukan *informed consent* pada pasien yang datang berobat jalan ke Departemen Ilmu Penyakit Dalam di RS Bhayangkara TK II Medan. Diagnosis DM tipe-2 ditegakkan oleh dokter spesialis penyakit dalam. Kelompok penderita DM Tipe-2 dan kelompok pembanding diwawancarai untuk memperoleh informasi mengenai data (umur, jenis kelamin, dan lama menderita penyakit). Kemudian dilakukan anamnesis dan pemeriksaan THT Rutin terhadap kedua kelompok ini, yang meliputi pemeriksaan THT untuk mencari adanya kelainan yang dapat mempengaruhi fungsi pendengaran, mempunyai riwayat sakit telinga terdahulu, gangguan pendengaran yang dibawa sejak lahir, infeksi telinga, trauma telinga atau kepala, trauma akustik dan penggunaan obat-obat ototoksik yang mempengaruhi fungsi pendengaran, dan menderita penyakit sistemik lainnya, seperti hipertensi, artritis rheumatoid. Jika ditemukan adanya kelainan maka kelompok penderita DM tipe-2/kelompok pembanding tersebut akan dieksklusikan dari penelitian. Sedangkan subjek penelitian dengan hasil pemeriksaan T.H.T.K.L. rutin normal, dilanjutkan dengan pemeriksaan audiologi yang terdiri atas pemeriksaan audiometri nada murni pada kelompok pasien DM Tipe-2 maupun kelompok Non DM. Pemeriksaan tersebut memberikan informasi mengenai jenis dan derajat gangguan pendengaran. Data-data yang dikumpulkan lalu diolah dan dianalisis.

## BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil penelitian

Telah dilakukan penelitian menggunakan status penelitian yang terdiri atas: anamnesis, pemeriksaan KGD, pemeriksaan telinga menggunakan otoskop dan garputala, serta pemeriksaan audiometri nada murni pada bulan September 2018 sampai Desember 2018 di RS Bhayangkara TK II Medan dan di PT. Kasoem Hearing Head Office Medan, Sumatera Utara. Pada penelitian ini didapatkan subjek berjumlah 52 orang, yang terdiri dari pasien DM Tipe-2 sebanyak 26 orang dan orang normal sebanyak 26 orang.

#### 4.1.1 analisis univariat

**Tabel 4.1 Distribusi Frekuensi Penderita DM Tipe-2 dan Kontrol Berdasarkan Jenis Kelamin, Usia dan Durasi Penyakit**

Karakteristik subjek	Subjek			
	DM Tipe-2 (n=26)		Kontrol (n=26)	
	Frekuensi	Presentase (%)	Frekuensi	Presentase (%)
<b>Jenis Kelamin</b>				
Laki-laki	11	42,3	13	50,0
Perempuan	15	57,7	13	50,0
Total	26	100,0	26	100,0
<b>Usia</b>				
30-40 Tahun	2	7,7	8	30,8
41-50 Tahun	10	38,5	8	30,8
51-60 Tahun	14	53,8	10	38,5
Total	26	100,0	26	100,0
<b>Durasi Penyakit</b>				
<5 Tahun	15	57,7	0	0
≥5 Tahun	11	42,3	0	0
Total	26	100,0	0	0

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa dari 26 orang yang menderita DM tipe-2 dijumpai frekuensi tertinggi adalah penderita dengan jenis kelamin perempuan yaitu sebanyak 15 orang (57,7%). Sedangkan 26 sampel kontrol dijumpai bahwa jumlah jenis kelamin laki-laki dan perempuan sama masing-masing 13 orang (50%).

Tabel di atas juga memperlihatkan bahwa frekuensi tertinggi penderita DM tipe-2 adalah pada kelompok usia 51-60 tahun yaitu sebesar 14 orang (53,8%), dan frekuensi yang terendah adalah pada kelompok umur 30-40 tahun sebanyak 2 orang (7,7%). Sedangkan pada kelompok kontrol, frekuensi tertinggi pada kelompok usia 51-60 tahun sebanyak 10 orang (38,5%) dan disusul oleh kelompok umur 30-40 tahun dan 41-50 tahun yang masing-masing berjumlah 8 orang (30,8%).

Tabel ini juga memperlihatkan hasil distribusi frekuensi penderita DM tipe-2 berdasarkan durasi penyakit, dari tabel di atas dapat dilihat bahwa dari 26 orang penderita DM tipe-2, durasi penyakit dengan frekuensi yang paling banyak adalah < 5 tahun sebanyak 15 orang (57,7%).

**Tabel 4.2 Distribusi Frekuensi Jenis dan Derajat Gangguan Pendengaran Pada Penderita DM Tipe-2 dan Kontrol**

Karakteristik subjek	Subjek			
	DM Tipe-2 (n=26)		Kontrol (n=26)	
	Frekuensi	Presentase (%)	Frekuensi	Presentase (%)
<b>Jenis Gangguan Pendengaran</b>				
Tuli Sensorineural	12	46,2	2	7,7
Tuli Konduktif	0	0	0	0
Tuli Campuran	0	0	0	0
<b>Derajat Gangguan Pendengaran</b>				
Normal	14	53,8	24	92,3
Tuli Ringan	6	23,1	2	7,7
Tuli Sedang	5	19,2	0	0
Tuli Berat	1	3,8	0	0
Profound	0	0	0	0

Tabel 4.2 memperlihatkan hasil distribusi frekuensi jenis gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 dan Kontrol, dari tabel tersebut dapat terlihat bahwa pada penderita DM Tipe-2, jenis gangguan pendengaran yang paling banyak adalah tuli sensorineural sebanyak 12 orang (46,2%), sedangkan pada Kontrol jenis gangguan pendengaran yang paling banyak adalah tuli sensorineural sebanyak 2 orang (7,7%). Selain itu tabel di atas juga menyajikan data distribusi frekuensi derajat gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 dan Kontrol, dari tabel di atas dapat terlihat bahwa pada penderita DM Tipe-2 derajat gangguan pendengaran yang paling banyak dialami adalah tuli derajat ringan sebanyak 6 orang (23,1%), disusul dengan tuli derajat sedang sebanyak 5 orang (19,2%), dan yang terakhir tuli derajat berat sebanyak 1 orang (3,8%).

Sedangkan pada Kontrol derajat gangguan pendengaran yang paling banyak dialami adalah tuli derajat ringan sebanyak 2 orang (7,7%).

**Tabel 4.3 Distribusi Frekuensi Penderita DM Tipe-2 yang Mengalami Tuli Sensorineural**

Karakteristik DM Tipe-2	Jenis Gangguan Pendengaran Dengan Tuli Sensorineural	
	Jumlah (n=12)	Persentase (%)
<b>Jenis Kelamin</b>		
Perempuan	7	58,3
Laki-laki	5	41,6
<b>Umur</b>		
30-40 tahun	0	0,0
41-50 tahun	6	50,0
51-60 tahun	6	50,0
<b>Durasi Penyakit</b>		
<5 tahun	4	33,3
≥5 tahun	8	66,6

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat terlihat bahwa penderita DM Tipe-2 yang memiliki gangguan pendengaran sensorineural ada 12 orang, dimana 7 orangnya (58,3%) adalah perempuan dan 5 orang lainnya (41,6%) adalah laki-laki.

Berdasarkan tabel di atas juga dapat diketahui bahwa penderita DM Tipe-2 yang mengalami gangguan pendengaran sensorineural paling banyak pada kelompok usia 41-50 tahun dan 51-60 tahun yang masing-masing sebanyak 6 orang (50,0%) dan yang paling sedikit adalah pada kelompok umur 30-40 tahun yang tidak ditemukan sama sekali kejadian gangguan pendengaran.

Berdasarkan tabel di atas juga dapat diketahui bahwa, penderita DM Tipe-2 yang mengalami gangguan pendengaran sensorineural, yang sudah menderita DM selama <5 tahun adalah sebanyak 4 orang (33,3%), dan yang sudah menderita selama ≥5 tahun adalah sebanyak 8 orang (66,6%).

#### 4.1.2 analisis bivariat

Hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran diperlihatkan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Hubungan Penderita DM Tipe-2 dan Kontrol dengan Gangguan Pendengaran**

Kelompok	Gangguan Pendengaran				Jumlah		<i>p value</i> <sup>a</sup>	OR (95%CI)
	Ya		Tidak		n	%		
	n	%	N	%				
<b>DM Tipe-2</b>	12	46,2	14	53,8	26	100,0	0.005 <sup>b</sup>	10,286
<b>Kontrol</b>	2	7,7	24	92,3	26	100,0		
<b>Jumlah</b>	<b>14</b>		<b>38</b>		<b>52</b>			

Ket = <sup>a</sup> Berdasarkan uji *Chi square*

<sup>b</sup> Bermakna secara statistic  $p < 0,05$

Tabel 4.4 menunjukkan adanya hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran. Dari perhitungan Odds Ratio diperoleh nilai OR sebesar 10,286 atau  $OR > 1$ , hal ini menunjukkan bahwa penderita DM Tipe-2 memiliki risiko 10,286 kali mengalami tuli sensorineural disbanding orang sehat.

#### 4.2 Pembahasan

Berdasarkan Tabel 4.1, penderita DM Tipe-2 lebih banyak terjadi pada perempuan dibandingkan dengan laki-laki. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Feliasari<sup>30</sup> yang menyatakan bahwa jumlah penderita DM Tipe-2

berjenis kelamin perempuan lebih banyak dibandingkan dengan jumlah penderita DM Tipe-2 berjenis kelamin laki-laki yaitu masing-masing 46 orang (55,4%) dan 37 orang (44,6 %). Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian Meidikayanti<sup>31</sup> yang menyatakan bahwa penderita DM Tipe-2 paling banyak terjadi pada jenis kelamin perempuan dibandingkan dengan laki-laki yaitu sebanyak 42 orang (54,0%) dan 8 orang (16,0%).

Penderita DM Tipe-2 lebih banyak terjadi pada perempuan dibandingkan laki-laki disebabkan karena pengaruh hormonal terutama pada hormon estrogen dan progesteron yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan respons insulin di dalam darah. Ketika terjadi menopause respons insulin akan berkurang karena terjadi penurunan jumlah hormon estrogen dan progesteron. Selain itu faktor lain yang berpengaruh adalah *Body Mass Index (BMI)* yang biasanya sering tidak ideal pada perempuan, sehingga akan mengurangi sensitivitas respons insulin, hal inilah yang menjadikan frekuensi penderita DM Tipe-2 pada perempuan lebih tinggi dari pada laki-laki.<sup>31</sup>

Berdasarkan Tabel 4.1 terlihat bahwa pada kelompok kontrol jumlah laki-laki dan perempuan sama. Hal ini juga pernah dilakukan pada penelitian Erdem<sup>33</sup> tahun 2003 yang memiliki jumlah kelompok kontrol yang sama antara laki-laki dan perempuan yaitu masing-masing 11 orang.

Penelitian ini memberikan batasan pada kelompok umur subjek, karena presbiakusis yang merupakan tuli sensorineural yang terjadi pada usia lanjut karena proses degenerasi memiliki kemiripan dengan tuli sensorineural yang terjadi pada penderita DM Tipe-2, dimana gejala yang sama dapat berupa

tuli sensorineural, bilateral, dan progresif. Namun tuli sensorineural pada penderita DM Tipe-2 gejalanya lebih berat dan lebih cepat onsetnya dibandingkan dengan tuli sensorineural pada presbiakusis.<sup>23</sup>

Oleh karena itu, sampel pada penelitian ini diambil mulai dari usia 30 tahun sampai usia 60 tahun, yang dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok usia 30-40 tahun, kelompok usia 41-50 tahun, dan kelompok usia 51-60 tahun. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan kelompok yang terbanyak adalah pada usia 51-60 tahun dan kelompok yang terendah adalah pada kelompok usia 30-40 tahun, hal yang sama juga terlihat pada penelitian yang dilakukan oleh Feliasari<sup>30</sup> dimana jumlah penderita DM Tipe-2 yang paling tinggi pada kelompok usia 45-64 tahun sebanyak 66 orang (79,5%) dan yang terendah pada kelompok usia 20-44 tahun sebanyak 4 orang (4,8%). Pada penelitian yang dilakukan oleh Kurnia<sup>33</sup> juga memperlihatkan bahwa pada kelompok umur  $\geq 45$  tahun memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok umur  $< 45$  tahun untuk mengalami DM Tipe-2.

Tingginya angka kejadian DM Tipe-2 pada usia lanjut disebabkan karena pada usia lebih dari 40 tahun mulai terjadi peningkatan intoleransi glukosa. Adanya proses penuaan menyebabkan berkurangnya kemampuan sel  $\beta$  pancreas dalam memproduksi insulin. Selain itu pada individu yang berusia lebih tua akan terjadi penurunan aktivitas dari *mitokondria* di sel-sel otot. Hal ini berhubungan dengan peningkatan kadar lemak di otot sehingga memicu terjadinya resistensi insulin.<sup>33</sup>

Tabel 4.1 juga memperlihatkan distribusi frekuensi penderita DM Tipe-2 berdasarkan durasi penyakit. Lamanya menderita DM akan menentukan beratnya

komplikasi yang akan dialami. Komplikasi pada DM Tipe-2 dapat berupa komplikasi akut dan komplikasi kronik. Komplikasi akut yang mungkin terjadi pada pasien DM antara lain adalah ketoasidosis diabetes, dan koma hiperosmolar non ketotik. Sedangkan komplikasi kronik pada pasien DM akan dibagi menjadi komplikasi mikrovaskular dan komplikasi makrovaskular. Komplikasi mikrovaskular dapat berupa retinopati diabetes, nefropati diabetes, dan neuropati diabetes. Komplikasi makrovaskular yang sering terjadi berupa makroangiopati, seperti penyakit pembuluh darah jantung atau otak.<sup>15,20</sup>

Pada penelitian ini didapatkan frekuensi terbanyak untuk lamanya menderita DM Tipe-2 adalah pada durasi <5 tahun, dan yang terendah pada durasi  $\geq 5$  tahun, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Natasya,<sup>34</sup> yang menyatakan bahwa frekuensi terbanyak untuk lamanya menderita DM Tipe-2 adalah pada durasi 0-5 tahun sebanyak 27 orang (54,0%), 14 orang (28,0%) pada durasi 6-10 tahun dan yang terendah adalah pada durasi >10 tahun sebanyak 9 orang (18,0%).

Table 4.2 memperlihatkan distribusi frekuensi jenis gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 dan Non DM. Pada penelitian ini didapatkan bahwa penderita DM Tipe-2 lebih banyak mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Qaiyum<sup>35</sup> yang menyatakan bahwa dari 50 penderita DM Tipe-2 13 orang (26,0%) mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural, dan 37 orang lainnya (74%) normal, dan dari 50 orang kelompok kontrol, 4 orang (8%) mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural dan 46 orang lainnya (92%) normal. Pada penelitian yang dilakukan oleh Mozaffari<sup>29</sup>

juga ditemukan hal yang sama di mana dari 80 penderita DM Tipe-2 yang mengalami tuli sensorineural ada 36 orang (45,0%) dan 44 orang lainnya (55,0%) normal, dan dari 80 orang kelompok kontrol yang mengalami tuli sensorineural hanya 16 orang (20,0%) yang mengalami gangguan pendengaran dan 64 orang (80,0%) normal.

Banyaknya penderita DM Tipe-2 yang mengalami gangguan pendengaran jenis tuli sensorineural dibandingkan dengan kontrol disebabkan karena pada penderita DM Tipe-2 terjadi mikroangiopati pada telinga bagian dalam terutama organ korti yang menimbulkan atrofi dan berkurangnya sel rambut. Serta, neuropati yang terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang berakibat atrofi pada ganglion spiral dan demielinisasi serabut saraf ke VIII. Tuli sensorineural yang dialami oleh penderita DM Tipe-2 biasanya bersifat progresif bilateral.<sup>36</sup>

Tabel 4.2 juga menyajikan distribusi frekuensi derajat gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 dan kontrol. Pada penelitian ini didapatkan derajat gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 yang terbanyak adalah gangguan pendengaran derajat ringan, kemudian disusul dengan derajat sedang, dan yang terendah adalah gangguan pendengaran derajat berat. Begitu juga dengan kelompok kontrol, derajat gangguan pendengaran yang terbanyak adalah gangguan pendengaran derajat ringan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sachdeeva<sup>22</sup> yang menyatakan derajat gangguan pendengaran ditemukan lebih sedikit pada kelompok kontrol yaitu 21% pada derajat ringan dan

7% derajat sedang, dibandingkan dengan kelompok penderita DM Tipe-2 di mana 42% mengalami derajat ringan dan 30% mengalami derajat berat.

Peningkatan ambang dengar dikaitkan dengan kejadian mikroangiopati mikrovaskular pada kapiler stria vaskularis, dimana terjadi penebalan dari pembuluh darah ini dibandingkan dengan keadaan normal. Sebagian besar penderita DM Tipe-2 dengan tuli sensorineural memiliki gangguan pendengaran derajat ringan sampai sedang atau sedang berat. Biasanya sering terjadi pada frekuensi derajat tinggi umumnya pada frekuensi 4KHz dan 8KHz.<sup>24</sup>

Tabel 4.3 menyajikan distribusi penderita DM Tipe-2 yang mengalami tuli sensorineural. Pada penelitian ini dari 12 orang penderita DM Tipe-2 yang mengalami tuli sensorineural, ditemukan bahwa penderita berjenis kelamin perempuan lebih banyak mengalami gangguan dibandingkan dengan laki-laki. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Srinivas,<sup>24</sup> didapatkan bahwa penderita DM Tipe-2 yang berjenis kelamin perempuan mengalami gangguan pendengaran sensorineural lebih tinggi dibandingkan laki-laki sebanyak (71,4%). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Krishnappa<sup>23</sup> juga menyatakan bahwa pada penderita DM Tipe-2 yang berjenis kelamin perempuan memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami gangguan pendengaran dibandingkan dengan laki-laki.

Pada penelitian ini juga diketahui bahwa kelompok usia tertinggi yang mengalami gangguan pendengaran adalah pada kelompok usia 41-50 tahun dan 51-60 tahun dengan jumlah masing-masing sama, dan yang paling rendah adalah pada kelompok usia 30-40 tahun di mana tidak ada yang mengalami gangguan

pendengaran tuli sensorineural. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Srinivas<sup>24</sup> di mana dari 33 sampel yang mengalami gangguan pendengaran tidak satupun yang mengalami gangguan pendengaran pada kelompok umur 31-35 tahun, dan kelompok yang tertinggi ditemukan pada kelompok umur 46-65 sebanyak (78,2%). Penelitian yang dilakukan oleh Shanmugasundaram<sup>37</sup> menyatakan bahwa dengan bertambahnya usia akan meningkatkan kemungkinan mengalami gangguan pendengaran yang lebih berat.

Pada penelitian ini juga diketahui bahwa, dari 12 orang yang mengalami gangguan pendengaran sensorineural, penderita dengan durasi penyakit  $\geq 5$  tahun lebih banyak mengalami gangguan pendengaran dibandingkan dengan penderita durasi penyakit  $< 5$  tahun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Srinivas<sup>24</sup> di mana didapatkan bahwa dari 14 sampel yang memiliki DM Tipe-2 yang  $< 5$  tahun, 5 orang (35,71%) mengalami tuli sensorineural, 16 sampel yang memiliki DM Tipe-2 dengan durasi penyakit lebih dari 6-10 tahun, 11 orang (68,75%) mengalami tuli sensorineural, dan 20 sampel dengan DM Tipe-2 dengan durasi penyakit lebih dari 10 tahun, 17 orangnya mengalami tuli sensorineural. Penelitian yang dilakukan oleh Sachdeva<sup>22</sup> menyatakan bahwa semakin lama menderita DM akan semakin tinggi kemungkinan untuk mengalami gangguan pendengaran. Penelitian yang dilakukan oleh Gotera<sup>38</sup> menyatakan bahwa lamanya menderita DM akan meningkatkan progres dari mikroangiopati sehingga akan meningkatkan kemungkinan untuk mengalami gangguan pendengaran.

Tabel 4.4 menyajikan data hubungan penderita DM Tipe-2 dan Non DM dengan gangguan pendengaran. Pada penelitian ini didapatkan analisis uji statistik *chi-square* antara hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran terdapat hasil yang bermakna antara hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran di mana nilai  $p = 0,005$  angka tersebut menunjukkan angka yang signifikan karena nilai  $p$  lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan  $p < 0,05$ , Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatemeh<sup>36</sup> yang menyatakan ada hubungan yang bermakna antara DM Tipe-2 dan gangguan pendengaran ketika dilakukan pengukuran dengan membandingkan Penderita DM Tipe-2 dengan Non DM dimana pada penelitiannya ditemukan hasil yang signifikan yaitu nilai  $p = 0,001$ . Penelitian ini juga didukung oleh penelitian yang sebelumnya yang dilakukan oleh Mohammad<sup>16</sup> yang menyatakan bahwa penderita DM Tipe-2 memiliki 3,2 kali kemungkinan untuk mengalami gangguan pendengaran dibandingkan dengan Non DM.

Penelitian lain yang juga mendukung hasil penelitian ini adalah, penelitian yang dilakukan oleh Qaiyum<sup>35</sup> yang menyatakan bahwa penderita DM Tipe-2 memiliki gangguan pendengaran sensorineural dari ringan sampai sedang lebih banyak dibandingkan dengan Non DM. Penelitian sebelumnya yang juga mendukung adalah penelitian yang dilakukan oleh Krisnappa<sup>23</sup> yang mengatakan bahwa prevalensi kejadian gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 lebih tinggi dibandingkan dengan Non DM.

Penelitian lain yang juga mendukung hasil penelitian ini adalah, penelitian yang dilakukan oleh Kamal<sup>39</sup> yang menyatakan prevalensi gangguan pendengaran pada

penderita DM Tipe-2 lebih tinggi yaitu 13,1% dibandingkan dengan non DM yang hanya 10,3%.

#### **4.3 Keterbatasan Penelitian**

Penelitian ini hanya melakukan observasi atau pengukuran variabel sebanyak satu kali sehingga sulit untuk menentukan hubungan sebab dan akibat antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran secara pasti.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan jumlah penderita DM Tipe-2 dan kontrol masing-masing 26 orang. Penderita DM Tipe-2 yang paling banyak berjenis kelamin perempuan dan pada kelompok kontrol jumlah laki-laki dan perempuan sama. Penderita DM Tipe-2 paling banyak berusia antara 51-60 tahun. Durasi menderita DM Tipe-2 yang paling banyak adalah <5 tahun.
2. Dari penelitian ini diketahui bahwa penderita DM Tipe-2 lebih banyak mengalami gangguan pendengaran tipe sensorineural dibandingkan kelompok kontrol yaitu sebanyak 12 orang sedangkan kelompok kontrol hanya 2 orang.
3. Pada penelitian ini juga diketahui bahwa derajat gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 atau kelompok kontrol yang paling banyak adalah pada derajat ringan dimana pada penderita DM Tipe-2 ada 6 orang yang mengalami tuli ringan, sedangkan pada kelompok kontrol ada 2 orang yang mengalami tuli ringan.

4. Pada penelitian ini juga diketahui bahwa derajat gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 atau kelompok kontrol yang paling banyak adalah pada derajat ringan dimana pada penderita DM Tipe-2 ada 6 orang yang mengalami tuli ringan, sedangkan pada kelompok kontrol ada 2 orang yang mengalami tuli ringan.
5. Penelitian ini mendapatkan hubungan yang bermakna antara Hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

## 5.2 Saran

1. Diperlukan pengontrolan kadar gula darah pada penderita DM Tipe-2 untuk mencegah terjadinya komplikasi, baik komplikasi terhadap gangguan pendengaran maupun komplikasi pada organ lainnya.
2. Diperlukan juga pemeriksaan berkala fungsi pendengaran pada penderita DM Tipe-2 untuk mencegah terjadinya gangguan pendengaran.
3. Diperlukan edukasi terhadap penderita DM Tipe-2 mengenai masalah terhadap gangguan pendengaran.
4. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menggunakan pendekatan yang lebih tinggi seperti *case control* atau *cohort* untuk menentukan hubungan yang lebih pasti antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

## DAFTAR PUSTAKA

1. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. Jan; 33 suppl 1: 62-69
2. PERKENI. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2015. PB PERKENI; 2015  
Diniz T H, Guida H L. Hearing Loss in Patients with Diabetes Mellitus. *Brazilian Journal otorhinolaryngol*. 2009; 75(4): 573-578
3. World Health Organization. Global Report On Diabetes; 2016.
4. Ogurstova K, Rocha J D, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho N H, *et al*. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2017; 128: 40-50.
5. Depkes RI. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS). Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI; 2013.
6. Depkes RI. Pendengaran Sehat Untuk Hidup Bahagia. 2013. Available from : <http://www.depkes.go.id/article/view/2245/pendengaran-sehat-untuk-hidup-bahagia.html>.
7. Kementerian Kesehatan RI. Rencana Strategis Kemenkes Tanggulangi Gangguan Pendengaran. 2017. Available from : <http://www.depkes.go.id/article/view/17030300004/rencana-strategis-kemenkes-tanggulangi-gangguan-pendengaran.html>.
8. Cunningham Lisa L, Tucci Debara L, M.D, M.B.A. Hearing loss in adults. *NEJM*. 2017; 377: 2465-73.
9. World Health Organization. Facts about deafness. 2017. Available from : <http://www.who.int/pbd/deafness/facts/en/>.
10. ASHA. Type, Degree and Configuration of Hearing Loss. *Audiology Information Series*. 2015. Available from : <http://www.asha.org/uploadedFiles/AIS-Hearing-Loss-Types-Degree-Configuration.pdf>.
11. World Health Organization. Grades of Hearing Impairment. 2017. Available from : [http://www.who.int/pbd/deafness/hearing\\_impairment\\_grades/en/](http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/).
12. Sherwood, Lauralee. *Fisiologi Manusia Dari Sel ke Sistem*. Edisi 6. Jakarta: EGC. 2012. p.230-234
13. Guyton A C, Hall J E. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 12. Elsevier. 2013.
14. Edward Y, Prijadi J. Gangguan Pendengaran Pada Diabetes Melitus. *Fakultas Kedokteran UNAND/RSUP Dr. M. Djamil Padang Bagian Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala Leher* : 1-10.
15. Tazaki M H, Mansouria A R. The Comparison of Hearing Loss Among Diabetic and Non-Diabetic Patients. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2011; 5: 88-90.
16. Pemmiah, & Srinivas. Hearing Loss in Diabetes Mellitus. *International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine and Public Health*. 2011: 725-731.
17. Pancu, P. Auditory Acuity in Type-2 Diabetes Melitus. *International Journal of Diabetes Dev Ctries*. 2008; 28(4) : 114-20.

18. Purnamasari, D. Diagnosis dan klasifikasi Diabetes Melitus. Dalam: Sudoyo A W, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata K M, Setiati S, editors. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid II. Edisi ke-6. Jakarta: Pusat Penerbit Ilmu Penyakit Dalam FKUI: 2325-2329.
19. Polonsky K S. The Past 200 Years in Diabetes. *NEJM*. 2012; 367(14): 1332-1340.
20. Bainbride K, Cheng Y, Cowie C. Potensial Mediators of Diabetes Related Hearing Impairment in the US Population. *Diabetes Care*. 2010; 33(4): 811-816.
21. Sachdeva K, Azim S. Sensorineural Hearing Loss and type II diabetes mellitus. 2018; 4(2): 499-507.
22. Krishnappa S, Naseeruddin K. A clinical study of age related hearing loss among diabetes patients. *Indian Journal of otology*. October 2014; 20: 160-165.
23. Srinivas C V, Shyamal V, Kumar B R Shiva. Clinical Study to evaluate the Association Between Sensorineural Hearing Loss and Diabetes Mellitus in Poorly Controlled Patients whose HbA1c >8. *Indian J otolaryngol Head Neck Surgery*. 2016 April-June; 68(2): 191-195.
24. Hong O S, FAAN, Buss J, Thomas E, ANP-BC, COHN-S. Type 2 Diabetes and Hearing Loss. *NEJM*. 2013; 59(4): 139-146.
25. Soetirto I, Hendarmin H, Bashiruddin J. Gangguan Pendengaran (TULI). Dalam : Soepardi A A, Iskandar N, Bashiruddin J, Restuti Dwi R, editor. Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok. Edisi ke-7. Jakarta : FKUI; 2014 :10-22.
26. American Speech-Language-Hearing Association. Guidelines for Manual Pure-Tone Threshold Audiometri. 2005.
27. Satroasmoro S, Ismael S. Dasar-dasar Metode Penelitian Klinis. Edisi ke-5: Seagung Seto; 2016.
28. Mozzafari A, Tajik A, Arioiei N. Diabetes Melitus and Sensorineural Hearing Loss Among Non-Elderly People. *Eastern Mediyterranean Health Journal*. 2010; 6(9): 947-952.
29. Feliasari A, Toruan LI, Fitriangga A. Profil Penderita Diabetes MELITUS Tipe 2 dengan Terapi Insulin di Poli Rawat Jalan RSUD DR. SOEDARSO Pontianak (skripsi). Pontianak: Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura; 2014.
30. Meidikayanti W, Wahyuni UG. Hubungan Dukungan Keluarga dengan Kualitas Hidup Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Pademawu (skripsi). Surabaya: Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga; 2017.
31. Erdem I, Ozturan O, Miman MC, dkk. Exploration of The Early Auditory Effects of Hyperproliproteinemia and Diabetes Mellitus Using Otoacoustic Emission. *Eur Arch Otorhinolaryngology*. 2003; 260:62-66
32. Trisnawati KS, Setyorogo S. Faktor Risiko Kejadian Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat Tahun 2012. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 2013;5(1)

33. Krismanita ND, Naftali Z, Helmi YR. Hubungan Lamanya Menderita Diabetes Melitus dengan Terjadinya Peningkatan Ambang Pendengaran. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*. 2017;6(2)
34. Qaiyum AH, dkk. A Study on Incidence of Sensorineural Hearing Loss in Patients with Diabetes Melitus. *International Journal of Advanced Research*. 2015;3(2):685-687
35. Tabatabaei F, dkk. The Risk Factors of Hearing Loss in Diabetes Melitus. 2014.
36. Rajamani S, Senniappan S, Radhakrishnan. Prevalence and Factors Influencing Sensorineural Hearing Loss Among Type II Diabetes Mellitus Patients. *International Journal of Advances in Medicine*. 2018;5(3):732-737.
37. Gotera W, Suastika K, Saraswati RM, dkk. Sensorineural Hearing Loss in a Patient with Type 2 Diabetes Mellitus. *International Journal of Science and Research*. 2017;6(10):514-520.
38. Joshi DK, Galagali RJ, Singh KS. A Study on Effects of Diabetes Mellitus on Auditory System. *Rom J Diabetes Nutr Metab Dis*. 2017;24(1):049-055.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Tabel Analisa Data Menggunakan SPSS

#### Frequencies

Statistics			
		DM Tipe-2	Non DM
N	Valid	26	26
	Missing	0	0

DM Tipe-2					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-laki	11	42.3	42.3	42.3
	Perempuan	15	57.7	57.7	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

Non DM					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-laki	13	50.0	50.0	50.0
	Perempuan	13	50.0	50.0	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

#### Frequencies

Statistics			
		DM Tipe-2	Non DM
N	Valid	26	26
	Missing	0	0

DM Tipe-2					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	30-40 Tahun	2	7.7	7.7	7.7
	41-50 Tahun	10	38.5	38.5	46.2
	51-60 Tahun	14	53.8	53.8	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

**Non DM**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	30-40 Tahun	8	30.8	30.8	30.8
	41-50 Tahun	8	30.8	30.8	61.5
	51-60 Tahun	10	38.5	38.5	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

**Frequencies****Statistics**

DM Tipe-2

N	Valid	26
	Missing	0

**DM Tipe-2**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	<5 Tahun	15	57.7	57.7	57.7
	≥5 Tahun	11	42.3	42.3	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

**Frequencies****Statistics**

		DM Tipe-2	Non DM
N	Valid	26	26
	Missing	0	0

**DM Tipe-2**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	14	53.8	53.8	53.8
	Tuli Ringan	6	23.1	23.1	76.9
	Tuli Sedang	5	19.2	19.2	96.2
	Tuli Berat	1	3.8	3.8	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

**Non DM**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	24	92.3	92.3	92.3
	Tuli Ringan	2	7.7	7.7	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

**Frequencies****Statistics**

		DM Tipe-2	Non DM
N	Valid	26	26
	Missing	0	0

**DM Tipe-2**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	14	53.8	53.8	53.8
	Tuli Sensorineural	12	46.2	46.2	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

**Non DM**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Normal	24	92.3	92.3	92.3
	Tuli Sensorineural	2	7.7	7.7	100.0
	Total	26	100.0	100.0	

**Frequencies****Statistics**

Tuli Sensorineural

N	Valid	12
	Missing	0

**Tuli Sensorineural**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Laki-laki	5	41.7	41.7	41.7
	Perempuan	7	58.3	58.3	100.0
Total		12	100.0	100.0	

## Frequencies

### Statistics

Tuli Sensorineural

N	Valid	12
	Missing	0

**Tuli Sensorineural**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	41-50 Tahun	6	50.0	50.0	50.0
	51-60 Tahun	6	50.0	50.0	100.0
Total		12	100.0	100.0	

## Frequencies

### Statistics

Tuli Sensorineural

N	Valid	12
	Missing	0

**Tuli Sensorineural**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	<5 Tahun	4	33.3	33.3	33.3
	≥5 Tahun	8	66.7	66.7	100.0
Total		12	100.0	100.0	

## Crosstabs

### Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Diabetes Melitus * Pendengaran	52	100.0%	0	0.0%	52	100.0%

### Diabetes Melitus \* Pendengaran Crosstabulation

			Pendengaran		Total
			Abnormal	Normal	
Diabetes Melitus	DM Tipe-2	Count	12	14	26
		Expected Count	7.0	19.0	26.0
		% within Diabetes Melitus	46.2%	53.8%	100.0%
	Non DM	Count	2	24	26
		Expected Count	7.0	19.0	26.0
		% within Diabetes Melitus	7.7%	92.3%	100.0%
Total	Count	14	38	52	
	Expected Count	14.0	38.0	52.0	
	% within Diabetes Melitus	26.9%	73.1%	100.0%	

### Symmetric Measures

		Value	Approximate Significance
Nominal by Nominal	Contingency Coefficient	.398	.002
N of Valid Cases		52	

**Risk Estimate**

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Diabetes Melitus (DM Tipe-2 / Non DM)	10.286	2.004	52.794
For cohort Pendengaran = Abnormal	6.000	1.487	24.204
For cohort Pendengaran = Normal	.583	.402	.847
N of Valid Cases	52		

## Lampiran 2. Ethical Clearance



KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN  
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FACULTY OF MEDICINE MUHAMMADIYAH OF NORTH SUMATERA

**KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK**  
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL  
"ETHICAL APPROVAL"  
No : 157 / KEPK/FKUMSU/2018

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :  
*The Research protocol proposed by*

Peneliti Utama : Pujhi Meisya Sonia  
*Principal In Investigator*

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
*Name of the Institution*

Dengan Judul  
*Title*

**" HUBUNGAN DIABETES MELITUS TIPE-2 DENGAN TERJADINYA GANGGUAN PENDENGARAN "**  
**" THE CORRELATION BETWEEN DIABETES MELLITUS TYPE-2 AND HEARING IMPAIRMENT "**

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah  
3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan  
7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

*Declarated to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard*

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 28 September 2018 sampai dengan tanggal 28 September 2019

*The declaration of ethics applies during the periode September 28, 2018 until September 28, 2019*

Medan, 28 September 2018  
Ketua  
  
Dr. dr. Nurfadly, MKT

## Lampiran 3. Surat Izin Rumah Sakit



KEPOLISIAN NEGARA REPUBLIK INDONESIA  
DAERAH SUMATERA UTARA  
RUMAH SAKIT BHAYANGKARA TK-II MEDAN  
Jalan K.H. Wahid Hasyim 1 Medan 20154

Medan, 17 Mei 2018

Nomor : B / 56 / V / 2018 / RS.Bhayangkara  
Klasifikasi : B I A S A  
Lampiran : -  
Perihal : Balasan Permohonan Survey Penelitian

Kepada  
Yth. DEKAN FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH  
SUMATERA UTARA

di  
Medan

1. Rujukan Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Nomor : 696 / II.3-AU/UMSU-08/D/2018 tanggal 4 Mei 2018 perihal Mohon Izin Survey Penelitian.
2. Sehubungan dengan rujukan tersebut diatas, bersama ini kami ijinkan mahasiswa a.n.Puji Meisya Sonia NIM 1508260040 akan melakukan Survey Penelitian dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul "Analisis Faktor Risiko Gangguan Pendengaran pada Penderita Diabetes Melitus Tipe-2", terhitung mulai 17 Mei 2018.
3. Demikian untuk menjadi maklum.

a.n KEPALA RUMAH SAKIT BHAYANGKARA TK II MEDAN  
KASUBSA BINFUNG

  
M. EVI MELVA E. MANURUNG  
KOMPOL NRP 78031187

Tembusan :  
Kabid Dokkes Poldasu



*Unggul, Cerdas dan Terpercaya*

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN**

Jalan Gedung Arca No.53 Medan, 20217 Telp. 061 7350163, 7333162, Fax 061 7363488  
 Website : <http://www.umsu.ac.id> Email [fk.umsu@yahoo.com](mailto:fk.umsu@yahoo.com), [fkumsu@umsu.ac.id](mailto:fkumsu@umsu.ac.id)  
 Bankir : Bank Syariah Mandiri, Bank Bukopin, Bank Mandiri, Bank BNI 1946, Bank Sumut

Nomor : ~~64~~ II.3-AU/UMSU-08/D/2018  
 Lampiran : -  
 Perihal : **Mohon Izin Survey Penelitian**

Medan 18 Sya'ban 1439 H  
 04 Mei 2018 M

Kepada Yth. **Direktur RS Bhayangkara TK II Medan**

di  
 Tempat

*Assalamu'alaikum wrwb*

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

Nama : Pujhi Meisya Sonia  
 NPM : 1508260040  
 Semester : VI ( Enam )  
 Fakultas : Kedokteran  
 Jurusan : Pendidikan Dokter  
 Judul : Analisis Faktor Risiko Gangguan Pendengaran pada Penderita Diabetes Melitus Tipe-2

Demikian kami sampaikan, atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wrwb*



Prof.dr. **H. Gusbakri Rusip, M.Sc,PKK,AIFM**

Tembusan Yth :  
 1. Wakil Dekan I, III FK UMSU  
 2. Pertinggal

#### **Lampiran 4. Lembar penjelasan subjek penelitian Lembar penjelasan subjek penelitian**

##### **Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran**

Bapak/Ibu/Sdr./i yang sangat saya hormati, nama saya Pujhi Meisya Sonia. Mahasiswa Fakultas Kedokteran UMSU. Saat ini saya sedang melakukan penelitian untuk skripsi yang berjudul “**Hubungan Diabetes Melitus Tipe-2 dengan Terjadinya Gangguan Pendengaran**”. Untuk melengkapi penelitian ini, saya harus melakukan wawancara dan pemeriksaan pada Bapak/Ibu/Sdr./i. Sebelumnya, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak/Ibu/Sdr./i atas kesediaannya menjadi responden. Perlu saya jelaskan bahwa penelitian ini akan digunakan semata-mata untuk keperluan penyusunan Skripsi saya dan tidak untuk keperluan lainnya.

Setelah penyakit DM tipe-2 Bapak/Ibu/Sdr./i diperiksa di Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Bapak/Ibu/Sdr./i juga akan mendapatkan pemeriksaan T.H.T.K.L. di Departemen T.H.T.K.L. RS Bhayangkara TK II Medan. Setelah itu, akan dilakukan audiometri nada murni 0,25-8.0 kHz di PT. Kasoem Hearing Head Office yang beralamat di Jalan Iskandar Muda No. 20 B1, Medan, Sumatera Utara.

Untuk keakuratan data dan informasi yang dikumpulkan maka saya sangat berharap agar Bapak/Ibu/Sdr./i bersedia memberikan keterangan yang sejelas-jelasnya sesuai dengan apa yang Bapak/Ibu/Sdr./i ketahui, alami dan rasakan sehubungan dengan judul penelitian saya. Bapak/Ibu/Sdr./i dapat berhenti kapan saja apabila tidak berkenan, namun saya sangat berharap Bapak/Ibu/Sdr./i dapat

mengikuti penelitian ini hingga tuntas. Serta Bapak/Ibu/Sdr./i tidak dikenakan biaya apapun untuk seluruh pemeriksaan.

Mudah-mudahan informasi yang saya sampaikan sudah cukup jelas. Bila demikian saya harapkan Bapak/Ibu/Sdr./i dapat membubuhkan tanda tangan pada bagian bawah lembaran ini sebagai tanda persetujuan sehingga wawancara dan pemeriksaan dapat segera kita mulai.

Hormat Saya,

(Pujhi Meisya Sonia)

**Lampiran 5. Lembar persetujuan menjadi responden  
Lembar Persetujuan Setelah Penjelasan  
(Informed Consent)**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : .....

Umur : .....

Jenis Kelamin : .....

Alamat : .....

Setelah mendapat penjelasan dan memahami dengan penuh kesadaran mengenai penelitian ini, maka dengan ini saya menyatakan bersedia untuk ikut serta. Apabila dikemudian hari saya mengundurkan diri dari penelitian ini, maka saya tidak akan dituntut apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, agar dapat dipergunakan bila diperlukan.

Medan, September 2018

Peserta penelitian

(.....)

## Lampiran 6. Lembar Status Penelitian

### Status Penelitian

No. Penelitian : .....

No. MR : .....

Tanggal : .....

Harap Bapak/Ibu/Sdr./i menjawab pertanyaan di bawah ini. Kami membutuhkan informasi yang dapat membantu kami dalam pemeriksaan pendengaran.

#### **Identitas**

Nama Lengkap : \_\_\_\_\_

Jenis Kelamin : Laki-laki / Perempuan (Pilih salah satu)

Tanggal Lahir/ Usia : \_\_\_\_\_/\_\_\_\_ tahun

Pekerjaan : \_\_\_\_\_

Pendidikan Terakhir : \_\_\_\_\_

Alamat : \_\_\_\_\_

No. Telp/HP : \_\_\_\_\_

Lama Menderita Penyakit : \_\_\_\_\_ tahun

#### **Data berikut diisi oleh petugas**

Tekanan Darah : \_\_\_\_ / \_\_\_\_ mmHg

Nadi : \_\_\_\_ x/i

BB : \_\_\_\_ Kg

TB : \_\_\_\_ cm

**Anamnesis**

1.	Apakah anda pernah berobat ke dokter dengan keluhan pendengaran menurun?	Ya	Tidak
2.	Apakah anda pernah menderita keluar cairan dari telinga?	Ya	Tidak
3.	Apakah ada rasa nyeri pada telinga anda?	Ya	Tidak
4.	Apakah telinga anda berdengung?	Ya	Tidak
5.	Apakah ada rasa penuh pada telinga anda?	Ya	Tidak
6.	Apakah anda menderita ketulian sejak dilahirkan?	Ya	Tidak
7.	Apakah anda pernah mengalami kecelakaan lalu lintas/tamparan di telinga/terbentur dan luka di kepala yang mengakibatkan keluar darah dari telinga?	Ya	Tidak
8.	Apakah anda pernah menderita penyakit seperti darah tinggi, kolesterol tinggi, TBC, radang otak, atau radang selaput otak?	Ya	Tidak
9.	Apakah anda pernah mengkonsumsi obat-obatan yang menurut dokter berpengaruh terhadap pendengaran anda? Seperti obat TBC, Kina, dan obat aminoglikosida?	Ya	Tidak
10.	Apakah anda bekerja ditempat yang terpapar kebisingan?	Ya	Tidak
11.	Apakah Anda mengalami batuk pilek atau flu dalam 3 hari ini?	Ya	Tidak

**Pemeriksaan THT Rutin**

Yang diperiksa	Kanan	Kiri
<b>1. Telinga</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daun Telinga</li> <li>- Liang Telinga</li> <li>- Membran Timpani</li> </ul>		
<b>2. Hidung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kavum Nasi</li> <li>- Septum Nasi</li> <li>- Konka Inferior</li> </ul>		
<b>3. Tenggorok</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tonsil</li> <li>- Faring</li> </ul>		

**Hasil Laboratorium**

Nilai KGD :

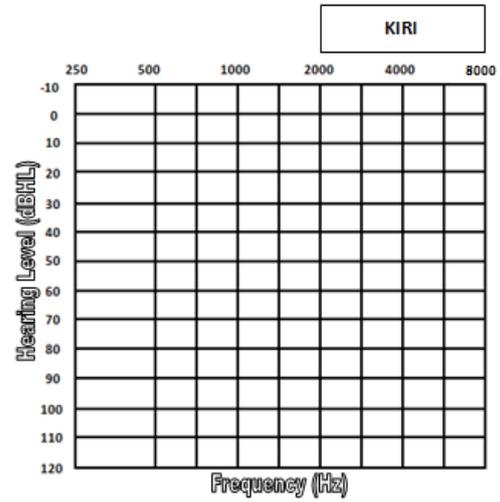
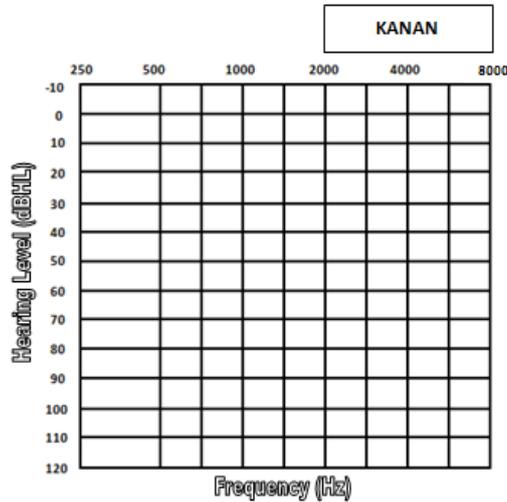
**Hasil Pemeriksaan Garpu Tala**

Telinga Kanan			Telinga Kiri		
Rinne	Weber	Scwhabach	Rinne	Weber	Scwhabach

### Pemeriksaan Audiometri

Nama : \_\_\_\_\_

Umur : \_\_\_\_\_ thn      Tanggal : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



$$\begin{aligned} \text{Ambang dengar (AD)} &= \frac{\text{AD } 500 \text{ Hz} + \text{AD } 1000 \text{ Hz} + \text{AD } 2000 \text{ Hz} + \text{AD } 4000 \text{ Hz}}{4} \\ &= \frac{\text{ Hz} + \text{ Hz} + \text{ Hz} + \text{ Hz}}{4} \\ &= \text{ dB} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ambang dengar (AD)} &= \frac{\text{AD } 500 \text{ Hz} + \text{AD } 1000 \text{ Hz} + \text{AD } 2000 \text{ Hz} + \text{AD } 4000 \text{ Hz}}{4} \\ &= \frac{\text{ Hz} + \text{ Hz} + \text{ Hz} + \text{ Hz}}{4} \\ &= \text{ dB} \end{aligned}$$

### Derajat Gangguan Pendengaran menurut WHO

0 – 25 dB	Normal
26 – 40 dB	Tuli Ringan
41 – 60 dB	Tuli Sedang
61 – 80 dB	Tuli Berat
> 80 dB	Tuli Sangat Berat

### Interpretasi Audiometri

Telinga	Derajat Gangguan Pendengaran
Kanan	Normal / Ringan / Sedang / Berat / Sangat Berat *
Kiri	Normal / Ringan / Sedang / Berat / Sangat Berat *

*\*lingkari salah satu*

## Lampiran 7. Data Responden

## A. Data Responden Penderita DM Tipe-2

No	Inisial	Usia (Thn)	Jenis Kelamin	Durasi Penyakit (Thn)	KGD (mg/dl)	Gangguan Pendengaran				Hasil Pemeriksaan Garpu Tala					
						Telinga Kanan		Telinga Kiri		Telinga Kanan			Telinga Kiri		
						Jenis	Derajat	Jenis	Derajat	Rinne	Webber	Scwhabach	Rinne	Webber	Scwhabach
1	DD	38	L	<5	227	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
2	SG	58	L	≥5	230	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
3	RS	56	P	≥5	235	SNHL	S	N	N	+	LH	SM	+	TT	N
4	SS	51	L	<5	250	SNHL	B	SNHL	B	+	LH	SM	+	TT	SM
5	JR	46	L	≥5	219	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
6	BP	47	L	≥5	243	SNHL	S	SNHL	S	+	LH	SM	+	TT	SM
7	RH	53	P	≥5	220	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
8	IL	40	L	<5	225	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
9	HS	45	L	<5	218	SNHL	R	SNHL	R	+	LH	SM	+	TT	SM
10	RA	45	P	<5	220	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
11	MA	55	P	<5	217	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
12	IS	44	L	≥5	228	SNHL	R	SNHL	R	+	LH	SM	+	TT	SM
13	NA	43	P	≥5	235	SNHL	S	SNHL	S	+	LH	SM	+	TT	SM
14	RY	48	P	<5	222	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
15	AK	54	P	<5	224	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
16	IP	47	P	≥5	240	SNHL	S	SNHL	S	+	LH	SM	+	TT	SM
17	RS	52	P	<5	225	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
18	DD	55	L	<5	223	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
19	LS	51	P	<5	227	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
20	NY	52	P	<5	247	SNHL	S	SNHL	S	+	LH	SM	+	TT	SM
21	SI	55	P	≥5	219	SNHL	R	SNHL	R	+	LH	SM	+	TT	SM
22	VN	56	P	≥5	235	SNHL	S	SNHL	S	+	TT	N	+	TT	N
23	LP	50	L	<5	240	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
24	JS	58	L	≥5	227	SNHL	R	SNHL	R	+	LH	SM	+	TT	SM
25	IP	52	P	<5	225	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
26	MB	50	P	<5	233	SNHL	R	SNHL	R	+	LH	SM	+	TT	SM

Ket: (N)=normal; (R)=ringan; (S)=sedang; (B)=berat; (TN)=tidak normal; (GP)=gangguan pendengaran; (+)=positif; (-)=negatif; (TT)=tidak ada lateralisasi; (TS)=telinga sakit; (LH)=lateralisasi telinga sehat; (LK)=lateralisasi telinga sakit; (SM)=memendek; (SJ)=memanjang; (L)=laki-laki; (P)=perempuan; (SNHL)=tuli sensorineural;

## B. Data Responden Non DM/Kontrol

No	Inisial	Usia (Thn)	Jenis Kelamin	Durasi Penyakit (Thn)	KG D (mg/dl)	Gangguan Pendengaran				Hasil Pemeriksaan Garpu Tala					
						Telinga Kanan		Telinga Kiri		Telinga Kanan			Telinga Kiri		
						Jenis	Derajat	Jenis	Derajat	Rinne	Weber	Scwabach	Rinne	Weber	Scwabach
1	CB	35	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
2	AB	36	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
3	JR	39	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
4	DD	38	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
5	SG	36	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
6	MS	33	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
7	TD	37	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
8	SB	35	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
9	ES	42	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
10	EL	41	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
11	DM	43	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
12	RM	46	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
13	FA	48	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
14	MS	42	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
15	ZH	47	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
16	UR	50	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
17	AW	53	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
18	DS	52	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
19	EP	55	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
20	LR	55	P	-	-	SNHL	R	SNHL	R	+	LH	SM	+	TT	SM
21	AA	51	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
22	TK	54	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
23	JH	53	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
24	YA	56	P	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
25	EB	51	L	-	-	N	N	N	N	+	TT	N	+	TT	N
26	IS	57	P	-	-	SNHL	R	SNHL	R	+	LH	SM	+	TT	SM

Ket: (N)=normal; (R)=ringan; (S)=sedang; (B)=berat; (TN)=tidak normal; (GP)=gangguan pendengaran; (+)=positif; (-)=negatif; (TT)=tidak ada lateralisasi; (TS)=telinga sakit; (LH)=lateralisasi telinga sehat; (LK)=lateralisasi telinga sakit; (SM)=memendek; (SJ)=memanjang; (L)=laki-laki; (P)=perempuan; (SNHL)=tulisensorineural;

No	Inisial	Hasil audiometri nada murni																															
		Telinga kanan														Telinga kiri																	
		250 Hz		500 Hz			1000 Hz			2000 Hz			4000 Hz			8 KHz	AD	250 Hz		500 Hz			1000 Hz			2000 Hz			4000 Hz			8 KHz	AD
		A C	B C	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C		AD	A C	B C	A C	B C	A B G										
1	DD	20	16	20	20	-	16	16	-	16	16	-	10	5	-	20	15,5	18	18	20	20	-	23	20	-	18	18	-	10	10	-	10	17,75
2	SG	23	15	23	20	-	20	18	-	23	20	-	23	18	-	20	22,25	20	20	20	20	-	25	25	-	25	20	-	20	18	-	25	22,5
3	RS	20	20	25	26	-	25	28	-	30	25	-	35	30	-	35	28,75	20	20	18	18	-	25	20	-	18	20	-	23	10	-	20	21
4	SS	55	50	55	53	-	70	60	-	75	60	-	75	70	-	75	68,75	65	50	70	65	-	75	70	-	70	70	-	74	60	-	60	72,25
5	JR	20	20	25	25	-	25	25	-	25	25	-	20	20	-	20	23,75	20	25	20	25	-	20	18	-	23	20	-	20	20	-	20	20,75
6	BP	30	30	30	28	-	35	26	-	45	50	-	60	50	-	60	42,5	45	40	50	35	-	55	50	-	55	50	-	60	55	-	60	55
7	RH	20	20	18	18	-	10	10	-	10	10	-	5	5	-	5	10,75	30	30	20	20	-	20	20	-	20	20	-	15	15	-	0	18,75
8	IL	15	15	25	25	-	30	15	-	20	20	-	18	20	-	20	23,25	25	25	15	15	-	20	20	-	10	10	-	23	20	-	0	17
9	HS	20	20	25	25	-	30	28	-	35	35	-	45	40	-	50	33,75	20	20	20	20	-	25	20	-	30	30	-	35	30	-	50	27,5
10	RA	15	15	15	15	-	25	20	-	20	20	-	20	20	-	25	20	20	25	25	-	20	25	-	18	20	-	25	20	-	20	22	
11	MA	20	18	18	18	-	20	20	-	25	25	-	15	15	-	25	19,5	25	23	20	20	-	25	25	-	20	20	-	25	25	-	20	22,5
12	IS	25	25	30	25	-	30	30	-	35	30	-	50	50	-	55	36,25	25	25	20	25	-	30	30	-	35	30	-	50	50	-	55	33,75
13	NA	40	40	40	35	-	45	40	-	40	40	-	60	65	-	65	46,25	50	50	50	55	-	55	55	-	55	50	-	60	60	-	60	55
14	RY	20	16	20	20	-	16	20	-	16	16	-	10	5	-	20	15,5	18	18	20	20	-	23	20	-	18	18	-	10	10	-	10	17,75
15	AK	20	18	18	18	-	20	20	-	25	25	-	15	15	-	25	19,5	25	23	20	20	-	25	25	-	20	20	-	25	25	-	20	22,5
16	IP	30	35	35	35	-	40	45	-	50	50	-	65	60	-	60	47,5	40	40	45	40	-	45	45	-	50	45	-	50	50	-	55	47,5

17	RS	20	18	18	18	-	20	20	-	25	20	-	20	20	-	20	20,75	20	20	25	25	-	20	20	-	25	20	-	20	20	-	25	22,5
18	DY	20	20	25	25	-	20	25	-	18	18	-	18	18	-	20	20,25	18	18	20	18	-	25	20	-	25	25	-	18	20	-	18	22
19	LS	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	20	25	20	-	20	20	-	18	20	-	20	20	-	18	20,75	
20	NY	30	30	35	35	-	40	35	-	50	45	-	65	65	-	60	47,5	40	35	45	45	-	45	45	-	50	55	-	50	50	-	55	47,5
21	SI	20	20	25	25	-	25	25	-	30	35	-	35	40	-	35	28,75	20	25	25	25	-	30	30	-	30	35	-	35	40	-	35	30
22	VN	30	30	30	35	-	35	40	-	45	40	-	60	65	-	60	42,5	45	40	50	50	-	55	50	-	55	55	-	60	60	-	60	55
23	LP	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	20	25	20	-	20	20	-	18	20	-	20	20	-	18	20,75	
24	JS	20	20	25	25	-	30	28	-	35	35	-	45	40	-	50	33,75	20	20	20	20	-	25	20	-	30	30	-	35	30	-	50	27,5
25	IP	20	16	20	20	-	16	20	-	16	16	-	10	5	-	20	15,5	18	18	20	20	-	23	20	-	18	18	-	10	10	-	10	17,75
26	MB	25	25	30	25	-	30	30	-	35	30	-	50	50	-	55	36,25	25	25	20	25	-	30	30	-	35	30	-	50	50	-	55	33,75

#### A. Data Audiometri Nada Murni Penderita DM Tipe-2

Keterangan: AC = *Air Conduction* (dB), BC = *Bone Conduction* (dB), ABG = *Air-Bone Gap* (dB), AD = *Ambang Dengar* (dB)

No	Inisial	Hasil audiometri nada murni																															
		Telinga kanan														Telinga kiri																	
		250 Hz		500 Hz			1000 Hz			2000 Hz			4000 Hz			8 KHz		250 Hz		500 Hz			1000 Hz			2000 Hz			4000 Hz			8 KHz	
		A C	B C	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	AD	A C	B C	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	B C	A B G	A C	AD
1	NL	15	15	20	15	-	25	25	-	25	20	-	30	30	-	30	25	15	15	25	25	-	25	20	-	20	30	-	20	25	-	20	22,5
2	RG	10	10	20	25	-	25	25	-	25	20	-	20	20	-	20	22,5	10	10	15	15	-	20	25	-	15	20	-	20	20	-	20	17,5
3	LM	20	20	20	20	-	20	25	-	15	15	-	20	20	-	20	18,75	15	15	20	20	-	20	25	-	20	20	-	25	25	-	25	21,25
4	RA	25	25	25	20	-	25	25	-	20	20	-	25	20	-	15	23,75	20	20	25	25	-	20	25	-	20	20	-	25	25	-	20	22,5
5	SM	20	20	20	25	-	25	25	-	20	20	-	20	20	-	10	21,25	20	20	15	15	-	20	20	-	20	18	-	25	25	-	10	20
6	DI	10	10	15	15	-	20	20	-	30	28	-	25	25	-	15	22,5	15	15	15	15	-	20	20	-	25	25	-	20	20	-	20	20
7	KA	15	15	20	20	-	20	20	-	25	25	-	30	30	-	30	23,75	15	15	20	20	-	20	20	-	25	25	-	30	30	-	30	23,75
8	IP	20	16	20	20	-	16	16	-	16	16	-	10	5	-	20	15,5	18	18	20	20	-	23	20	-	18	18	-	10	10	-	10	17,75
9	ES	20	20	18	18	-	10	10	-	10	10	-	5	5	-	5	10,75	30	30	20	20	-	20	20	-	20	20	-	15	15	-	0	18,75
10	EL	20	16	20	20	-	16	20	-	16	16	-	10	5	-	20	15,5	18	18	20	20	-	23	20	-	18	18	-	10	10	-	10	17,75
11	DM	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	20	25	20	-	20	20	-	18	20	-	20	20	-	18	20,75	
12	RM	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	20	25	20	-	20	20	-	18	20	-	20	20	-	18	20,75	
13	FA	20	18	18	18	-	20	20	-	25	25	-	15	15	-	25	19,5	25	23	20	20	-	25	25	-	20	20	-	25	25	-	20	22,5
14	MS	15	15	25	25	-	30	15	-	20	20	-	18	20	-	20	23,25	25	25	15	15	-	20	20	-	10	10	-	23	20	-	0	17
15	ZH	25	25	30	30	-	25	25	-	25	25	-	20	20	-	25	25	25	25	25	-	20	20	-	20	20	-	25	25	-	25	22,5	
16	UR	20	20	20	20	-	20	25	-	15	15	-	20	20	-	20	18,75	15	15	20	20	-	20	25	-	20	20	-	25	25	-	25	21,25
17	AI	20	20	25	25	-	25	25	-	25	25	-	20	20	-	20	23,75	20	25	20	25	-	20	18	-	23	20	-	20	20	-	20	20,75
18	DS	20	20	18	18	-	10	10	-	10	10	-	5	5	-	5	10,75	30	30	20	20	-	20	20	-	20	20	-	15	15	-	0	18,75

19	EP	20	18	18	18	-	20	20	-	25	25	-	15	15	-	25	19,5	25	23	20	20	-	25	25	-	20	20	-	25	25	-	20	22,5
20	LR	25	25	30	25	-	30	30	-	35	30	-	50	50	-	55	36,25	25	25	20	25	-	30	30	-	35	30	-	50	50	-	55	33,75
21	AA	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	20	25	20	-	20	20	-	18	20	-	20	20	-	18	20,75	
22	TK	15	15	20	20	-	15	15	-	15	15	-	20	25	-	20	17,5	15	15	15	15	-	20	20	-	25	25	-	25	25	-	30	21,25
23	JH	20	20	20	20	-	25	25	-	20	20	-	20	20	-	25	21,25	20	20	20	20	-	25	20	-	15	15	-	20	20	-	20	20
24	YA	20	20	20	20	-	20	25	-	15	15	-	20	20	-	20	18,75	15	15	20	20	-	20	25	-	20	20	-	25	25	-	25	21,25
25	EB	15	20	15	20	-	25	25	-	20	25	-	20	25	-	20	20	20	25	20	-	20	20	-	18	20	-	20	20	-	18	20,75	
26	IS	20	20	25	25	-	25	25	-	30	35	-	35	40	-	35	28,75	20	25	25	25	-	30	30	-	30	35	-	35	40	-	35	30

### B. Data Audiometri Nada Murni Non DM

Keterangan: AC = *Air Conduction* (dB), BC = *Bone Conduction* (dB), ABG = *Air-Bone Gap* (dB), AD = *Ambang Dengar* (dB)

**Lampiran 8. Curriculum vitae***CURRICULUM VITAE***I. Data peneliti**

Nama : Pujhi Meisya Sonia

Jenis Kelamin : Perempuan

Tempat/Tanggal lahir : Pariaman/22 Mei 1997

Agama : Islam

Bangsa : Indonesia

Alamat : Jln. Gedung arca No. 50 Medan Area, Sumatera Utara

Orang Tua : Erdison  
Sulastri Husin, S.pd

Email : [pujhimeisyasonia22@gmail.com](mailto:pujhimeisyasonia22@gmail.com)

No.Telp/Hp : 082169008109

**Riwayat pendidikan :**

1. TK Masang : 2002 - 2003
2. SD Negeri 27 Tapian Kandis : 2003 - 2009
3. SMP Negeri 03 Lubuk Basung : 2009 - 2012
4. SMA Negeri 02 Lubuk Basung : 2012 - 2015
5. FK UMSU : 2015 – 2019

## II. Data Pembimbing

Nama : dr. Muhammad Edy Syahputra Nasution,  
M.Ked(ORL-HNS), Sp.T.H.T.K.L.

NIDN : 0104068601

Pangkat/Golongan : Tenaga Pengajar

Jabatan : Ketua Bagian Telinga Hidung Tenggorok Kepala  
Leher

Fakultas : Fakultas Kedokteran

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Bidang Keahlian : Telinga Hidung Tenggorok Kepala Leher

Waktu disediakan : 5 jam/minggu

### Lampiran 9. Dokumentasi



## HUBUNGAN DIABETES MELITUS TIPE-2 DENGAN TERJADINYA GANGGUAN PENDENGARAN

**Pujhi Meisya Sonia, Muhammad Edy Syahputra Nasution**

Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Jln. Gedung Arca No.53, Medan-Sumatera Utara, 2019  
Telp: (061)7350163, Email : [mhd.edysyahputra@umsu.ac.id](mailto:mhd.edysyahputra@umsu.ac.id)

### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia, yang terjadi karena adanya gangguan pada sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Penyakit ini tidak dapat disembuhkan tapi masih dapat dikontrol. Salah satu komplikasi yang dapat disebabkan oleh DM adalah gangguan pendengaran, terutama tuli sensorineural yang disebabkan karena adanya kelainan mikroangiopati terutama pada telinga bagian dalam. Namun hubungan kejadian antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran masih sering menjadi perdebatan, karena belum ada konsesus yang pasti. **Tujuan:** Untuk mengetahui hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan pendekatan *cross-sectional*, dengan data yang diperoleh dari pemeriksaan Kadar Glukosa Darah (KGD), pemeriksaan fisik telinga, hidung, dan tenggorokan, pemeriksaan dengan garpu tala dan pemeriksaan audiometri nada murni yang dilakukan terhadap 52 subjek, yang terdiri dari 26 penderita DM Tipe-2 sebagai kelompok kasus dan 26 orang sehat sebagai kelompok kontrol. Teknik analisis data menggunakan statistik uji *chi square* **Hasil:** Didapatkan hubungan antara DM Tipe-2 dengan Gangguan pendengaran dimana dari hasil analisis dengan uji *chi square* didapatkan hasil yang bermakna antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran dengan nilai ( $p=0,005$ ) atau  $p<0,05$  **Kesimpulan:** Terdapat hubungan yang bermakna antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

**Kata Kunci:** DM Tipe-2, Gangguan Pendengaran, Gangguan Pendengaran Sensorineura

## ABSTRACT

**Introduction:** Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disease characterized by hyperglycemia, which is caused by differences in insulin secretion, insulin action, or related. This disease cannot be cured but can still be controlled. One of the complications that can be caused by DM is hearing loss, especially sensorineural deafness caused by microangiopathic abnormalities, especially in the inner ear. However, the relationship between Type-2 DM and hearing loss is still common, because there are no definite concessions. **Objective:** To determine the relationship between Type-2 DM and hearing hearing. **Method:** This study was an analytical study with cross-sectional study, with data obtained from the examination of Blood Glucose Levels (KGD), physical examination of the ears, nose and throat, examination with tuning needles and audiometry examination. consisting of 26 Type-2 DM patients as a case group and 26 healthy people as a control group. Data analysis techniques using chi square test statistics **Results:** Obtained a relationship between Type-2 DM with hearing loss where the results of the analysis with the chi square test showed the relevant results between Type-2 DM with auditory hearing with a value ( $p= 0.005$ ) or  $p<0,05$  **Conclusion:** There is a significant relationship between Type-2 DM and hearing loss.

**Keywords:** Type-2 DM, Hearing Loss, Sensorineural Hearing Loss

## PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia yang disebabkan oleh gangguan atau defek pada sekresi insulin, kerja insulin, atau bisa keduanya.<sup>1</sup> Berdasarkan data dari *International Diabetes Federation* (IDF) pada tahun 2015 menyebutkan bahwa ada sekitar 415 juta orang dewasa yang mengalami diabetes. Jumlah ini diperkirakan akan meningkat pada tahun 2040 menjadi 642 juta penderita.<sup>2</sup> Banyak komplikasi yang dapat terjadi karena penyakit ini, baik secara akut maupun kronik.<sup>1</sup>

Salah satu komplikasi yang disebabkan oleh DM tipe 2 adalah gangguan pendengaran. yang terjadi karena adanya kelainan mikroangiopati terutama yang terjadi di pembuluh kapiler stria vaskularis, selanjutnya dapat terjadi pada arteri auditorius internus, modiolus, pada vasa nervosum ganglion spirale dan demielinisasi nervus auditorius. Hiperglikemia sangat berperan dalam proses ini, hiperglikemia yang berlangsung kronik akan menyebabkan terjadinya proses glikosilasi protein non enzimatis yang terjadi pada jaringan. Mikroangiopati ini nantinya dapat menyebabkan organ corti mengalami atrofi dan berkurangnya sel rambut. Sedangkan neuropati terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang berakibat atrofi ganglion spirale dan demielinasi serabut saraf ke VIII.<sup>3</sup>

Berdasarkan data dari WHO pada tahun 2012, di dunia ada sekitar 360 juta orang menderita gangguan pendengaran, yang merupakan 5,3% dari seluruh populasi manusia di dunia.<sup>4</sup>

Gangguan pendengaran pada penderita DM tipe-2 bersifat progresif, bilateral, dan merupakan jenis

sensorineural tipe koklear yang bisa terjadi pada semua frekuensi, baik dari yang rendah, sedang, sampai tinggi, terutama pada frekuensi tinggi yang >3000Hz.<sup>5</sup> Akibat dari gangguan pendengaran meliputi penurunan kemampuan berkomunikasi, keterlambatan berbicara, kerugian ekonomi dan pendidikan, isolasi sosial, dan penurunan kualitas hidup.<sup>6</sup>

Hubungan antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran sampai saat ini masih menjadi perdebatan, karena masih belum ada konsensus yang pasti. Beberapa penelitian mengatakan bahwa terdapat hubungan antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran, seperti penelitian yang dilakukan oleh Hamid Abdul Qayim yang menyatakan terjadi peningkatan insidensi gangguan pendengaran pada penderita DM, yang terjadi akibat dari kelainan mikroangiopati.<sup>7</sup>

Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan pendekatan *cross-sectional* yang dilakukan mulai dari bulan April hingga bulan Desember 2018 di RS Bhayangkara TK II Medan dan di PT. Kasoem Hearing Head Office Medan, Sumatera Utara. Besar sampel ditentukan dengan menggunakan teknik *non-probability sampling*.

Besar sampel ditentukan dengan menggunakan rumus sampel dua populasi tidak berpasangan. Berdasarkan rumus tersebut didapatkan jumlah subjek yang diteliti yaitu sebanyak 52 orang, yang terdiri atas 26 orang pasien DM Tipe-2 sebagai kelompok kasus dan 26 orang sehat sebagai kelompok kontrol. Kriteria inklusi terdiri atas: jenis kelamin laki-laki

atau perempuan, usia 30-60 tahun, tidak memiliki riwayat nyeri telinga, gangguan pendengaran yang dibawa sejak lahir, infeksi telinga, trauma kepala atau telinga, trauma akustik, penggunaan obat-obatan ototoksik seperti anti TBC/Kina/golongan aminoglikosida, dan tidak memiliki riwayat penyakit sistemik lainnya, seperti hipertensi, malaria, dan artritis reumatoid. Apabila pada pemeriksaan THT rutin dijumpai kelainan yang mempengaruhi fungsi pendengaran, maka sampel akan dieklusikan.

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari anamnesis, pemeriksaan fisik telinga, hidung, dan tenggorok, pemeriksaan dengan garpu tala, dan pemeriksaan dengan audiometri nada murni. Penelitian ini sudah mendapatkan persetujuan dari komisi etik penelitian kesehatan dari institusi kami dengan nomor: 157/KEPK/FKUMSU/2018 dan informed consent dari semua subjek penelitian.

Data yang dianalisis dan diinterpretasikan menggunakan *Statistical Product And Service Solutions* (SPSS) versi 22.0 di mana jenis gangguan pendengaran, derajat gangguan pendengaran dan karakteristik kedua kelompok yang terdiri dari usia, jenis kelamin dan durasi penyakit disajikan dalam bentuk statistik deskriptif. Uji *chi-square* digunakan untuk melihat hubungan antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran. Dinyatakan bermakna secara statistik jika didapatkan nilai- $p < 0,05$ .

## HASIL PENELITIAN

Karakteristik subjek penelitian disajikan pada Tabel berikut.

**Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian**

Karakteristik subjek	Subjek			
	DM Tipe-2 (n=26)		Kontrol (n=26)	
	Frekuensi (%)	Prevalensi (%)	Frekuensi (%)	Prevalensi (%)
<b>Jenis Kelamin</b>				
Laki-laki	11	42,3	13	50,0
Perempuan	15	57,7	13	50,0
Total	26	100,0	26	100,0
<b>Usia</b>				
30-40 Tahun	2	7,7	8	30,8
41-50 Tahun	10	38,5	8	30,8
51-60 Tahun	14	53,8	10	38,5
Total	26	100,0	26	100,0
<b>Durasi Penyakit</b>				
<5 Tahun	15	57,7	0	0
≥5 Tahun	11	42,3	0	0
Total	26	100,0	0	0

Tabel 1. Menunjukkan karakteristik klinik subjek.

**Tabel 2. Karakteristik Gangguan Pendengaran pada Subjek Penelitian**

Karakteristik subjek	Subjek			
	DM Tipe-2 (n=26)		Kontrol (n=26)	
	Frekuensi	Prevalensi (%)	Frekuensi	Prevalensi (%)
<b>Jenis Gangguan Pendengaran</b>				
Tuli	12	46,2	2	7,7
Sensorineural				
Tuli	0	0	0	0
Konduktif				
Tuli	0	0	0	0
Campuran				
Total	26	100,0	26	100,0
<b>Derajat Gangguan Pendengaran</b>				
Normal	14	53,8	24	92,3
Ringan	6	23,1	2	7,7
Sedang	5	19,2	0	0
Berat	1	3,8	0	0
Total	26	100,0	26	100,0

Tabel 2. memperlihatkan karakteristik gangguan pendengaran pada subjek penelitian.

**Tabel 3. Karakteristik Penderita DM Tipe-2 yang Mengalami Tuli Sensorineural**

Karakteristik DM Tipe-2	Jenis Gangguan Pendengaran Dengan Tuli Sensorineural	
	Jumlah (n=12)	Persentase (%)
<b>Jenis Kelamin</b>		
Perempuan	7	58,3
Laki-laki	5	41,6
<b>Umur</b>		
30-40 tahun	0	0,0
41-50 tahun	6	50,0
51-60 tahun	6	50,0
<b>Durasi Penyakit</b>		
<5 tahun	4	33,3
≥5 tahun	8	66,6

Tabel 3. Karakteristik penderita DM Tipe-2 yang mengalami tuli sensorineural.

**Tabel 4. Hubungan Penderita DM Tipe-2 dan Kontrol dengan Gangguan Pendengaran**

Kelompok	Gangguan Pendengaran				Jumlah	p value <sup>a</sup>	OR (95%CI)
	Ya		Tidak				
	n	%	N	%	n	%	
DM Tipe-2	12	46,2	14	53,8	26	100,0	0,005 <sup>b</sup> 10,286
Kontrol	2	7,7	24	92,3	26	100,0	

Ket = <sup>a</sup> Berdasarkan uji *Chi square*  
<sup>b</sup> Bermakna secara statistik

Tabel 4. menunjukkan adanya hubungan yang bermakna ( $p < 0,05$ ) antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran. Dari perhitungan Odds Ratio diperoleh nilai OR sebesar 10,286 atau  $OR > 1$ , hal ini menunjukkan bahwa penderita DM Tipe-2 memiliki risiko 10,286 kali mengalami tuli sensorineural disbanding orang sehat.

## PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hasil yang bermakna antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran seperti yang terlihat pada Tabel 3. dimana didapatkan hasil yang signifikan yaitu nilai  $p = 0,002$ . Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatemeh T. dkk yang menyatakan ada hubungan yang bermakna antara DM Tipe-2 dan gangguan pendengaran ketika dilakukan pengukuran dengan membandingkan penderita DM Tipe-2 dengan Non DM dimana pada penelitiannya ditemukan hasil yang signifikan yaitu nilai  $p = 0,001$ .<sup>8</sup> Penelitian ini juga didukung oleh penelitian yang sebelumnya dilakukan oleh Taziki Mohammad yang menyatakan bahwa penderita DM Tipe-2 memiliki 3,2 kali kemungkinan untuk mengalami gangguan pendengaran dibandingkan dengan Non DM.<sup>9</sup>

Penelitian lain yang juga mendukung hasil penelitian ini adalah, penelitian yang dilakukan oleh Hamid A.Q yang menyatakan bahwa penderita DM Tipe-2 memiliki gangguan pendengaran sensorineural dari ringan sampai sedang lebih banyak dibandingkan dengan Non DM.<sup>7</sup> Penelitian sebelumnya yang juga mendukung adalah penelitian yang dilakukan oleh S. Krisnappa yang mengatakan bahwa prevalensi kejadian gangguan pendengaran pada penderita

DM Tipe-2 lebih tinggi dibandingkan dengan Non DM.<sup>10</sup>

Temuan mengenai jenis kelamin penderita DM Tipe-2 dan kontrol pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Astrid Feliasari dan penelitian Wulan Meidikayanti yang menyatakan bahwa penderita DM Tipe-2 yang berjenis kelamin perempuan lebih banyak dibandingkan laki-laki.<sup>11,12</sup> Hal ini disebabkan karena terjadinya penurunan hormon esterogen terutama saat menopause. Hormon esterogen dan progesteron memiliki kemampuan untuk meningkatkan respons insulin di dalam darah. Selain itu faktor lain yang berpengaruh adalah *Body Mass Index (BMI)* yang sering tidak ideal pada perempuan, sehingga dapat menyebabkan penurunan sensitivitas respons insulin.<sup>12</sup>

Untuk usia penderita DM Tipe-2 dan kontrol, hasil pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Astrid Feliasari dimana penderita DM Tipe-2 yang paling banyak berada pada kelompok usia 45-64 tahun.<sup>11</sup> Pada penelitian yang dilakukan oleh Shara Kurnia juga memperlihatkan bahwa pada kelompok umur  $\geq 45$  tahun memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami DM Tipe-2.<sup>13</sup>

Tingginya angka kejadian DM Tipe-2 pada usia lanjut disebabkan karena pada usia lebih dari 40 tahun mulai terjadi peningkatan intoleransi glukosa. Adanya proses penuaan menyebabkan berkurangnya kemampuan sel  $\beta$  pancreas dalam memproduksi insulin.<sup>13</sup>

Lamanya menderita DM akan menentukan beratnya komplikasi yang akan dialami.<sup>5,14</sup> Berdasarkan durasi penyakit, hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Diva Natasya yang menyatakan bahwa frekuensi terbanyak untuk lamanya

menderita DM Tipe-2 adalah pada durasi 0-5.<sup>15</sup>

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa penderita DM Tipe-2 lebih banyak mengalami gangguan pendengaran sensorineural dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal yang sama ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Hamid Abdul Qaiyum yang memperlihatkan bahwa penderita DM Tipe-2 lebih banyak mengalami gangguan pendengaran sensorineural dibandingkan dengan kelompok kontrol.<sup>7</sup> Pada penelitian yang dilakukan oleh M. Mozaffari didapatkan hal yang sama, dimana penderita DM Tipe-2 lebih banyak mengalami gangguan pendengaran tuli sensorineural dibandingkan dengan kelompok kontrol.<sup>16</sup>

Banyaknya penderita DM Tipe-2 yang mengalami gangguan pendengaran jenis tuli sensorineural dibandingkan dengan kontrol disebabkan karena terjadinya mikroangiopati pada telinga bagian dalam terutama organ korti yang menimbulkan atrofi dan berkurangnya sel rambut. Serta, neuropati yang terjadi akibat mikroangiopati pada vasa nervosum nervus VIII dan vasa ligamentum spirale yang berakibat atrofi pada ganglion spiral dan demielinisasi serabut saraf ke VIII. Tuli sensorineural yang dialami oleh penderita DM Tipe-2 biasanya bersifat progresif bilateral.<sup>8</sup>

Berdasarkan penelitian ini derajat gangguan pendengaran pada penderita DM Tipe-2 yang terbanyak adalah gangguan pendengaran derajat ringan begitu juga dengan kelompok kontrol. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kavita Sachdeeva yang menyatakan derajat gangguan pendengaran ditemukan lebih sedikit pada kelompok kontrol yaitu 21% pada derajat ringan dan 7% derajat sedang,

dibandingkan dengan kelompok penderita DM Tipe-2 di mana 42% mengalami derajat ringan dan 30% mengalami derajat berat.<sup>17</sup>

Peningkatan ambang dengar dikaitkan dengan kejadian mikroangiopati mikrovaskular pada kapiler stria vaskularis, dimana terjadi penebalan dari pembuluh darah ini dibandingkan dengan keadaan normal. Sebagian besar penderita DM Tipe-2 dengan tuli sensorineural memiliki gangguan pendengaran derajat ringan sampai sedang atau sedang berat. Biasanya sering terjadi pada frekuensi derajat tinggi umumnya pada frekuensi 4KHz dan 8KHz.<sup>18</sup>

Berdasarkan Tabel 3. Dari 12 orang penderita DM Tipe-2 yang mengalami tuli sensorineural, yang paling banyak adalah berjenis kelamin perempuan. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh C.V. Srinivas dimana didapatkan penderita DM Tipe-2 yang berjenis kelamin perempuan mengalami gangguan pendengaran sensorineural lebih banyak dibandingkan laki-laki.<sup>18</sup> Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sheetal Krishnappa juga menyatakan bahwa pada penderita DM Tipe-2 yang berjenis kelamin perempuan memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami gangguan pendengaran dibandingkan dengan laki-laki.<sup>10</sup>

Kelompok usia tertinggi yang mengalami gangguan pendengaran pada penelitian ini adalah kelompok usia 41-50 tahun dan 51-60 tahun. Hal yang sama juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh C.V Srinivas dimana kelompok tertinggi yang mengalami tuli sensorineural adalah pada kelompok usia 46-65.<sup>18</sup>

Berdasarkan penelitian ini, dari 12 orang yang mengalami gangguan

pendengaran sensorineural, penderita dengan durasi penyakit  $\geq 5$  tahun lebih banyak mengalami gangguan pendengaran. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh C.V di mana didapatkan bahwa penderita DM Tipe-2 yang sudah menderita DM selama 6-10 tahun lebih banyak mengalami gangguan tuli sensorineural dibandingkan dengan penderita DM yang  $< 5$  tahun.<sup>18</sup> Penelitian yang dilakukan oleh Kavita Sachdeva menyatakan bahwa semakin lama menderita DM akan semakin tinggi kemungkinan untuk mengalami gangguan pendengaran.<sup>17</sup>

Penelitian ini memiliki banyak kelemahan dikarenakan adanya keterbatasan pada penulis. Kelemahan tersebut diantaranya adalah, sampel yang digunakan dalam penelitian ini hanya dilakukan di Rumah sakit Bhayangkara TK II Medan, sehingga hasil yang didapat mungkin akan menimbulkan perbedaan apabila dilakukan pada rumah sakit lain. Kelemahan lainnya, penelitian ini hanya dilakukan pada jumlah sampel yang sedikit, sehingga apabila dilakukan pada jumlah sampel yang lebih banyak mungkin akan memperlihatkan hasil yang berbeda pula.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini juga didapatkan hubungan yang bermakna antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

Diperlukan pengontrolan kadar gula darah pada penderita DM Tipe-2 untuk mencegah terjadinya komplikasi, baik komplikasi terhadap gangguan pendengaran maupun komplikasi pada organ lainnya. Diperlukan juga pemeriksaan berkala fungsi pendengaran pada penderita DM Tipe-2 untuk mencegah terjadinya gangguan yang lebih berat. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menggunakan

pendekatan yang lebih baik seperti *case control* atau *cohort* untuk menentukan hubungan yang lebih pasti antara DM Tipe-2 dengan gangguan pendengaran.

## REFERENSI

1. American Diabetes Association. Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. Jan; 33 suppl 1: 62-69
2. Ogurstova K, Rocha J D, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho N H, *et al*. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2017; 128: 40-50.
3. Diniz T H, Guida H L. Hearing Loss in Patients with Diabetes Mellitus. *Brazilian Journal otorhinolaryngol*. 2009; 75(4): 573-578
4. Kementrian Kesehatan RI. Rencana Strategis Kemenkes Tanggulasi Gangguan Pendengaran. 2017. Available from : <http://www.depkes.go.id/article/view/17030300004/rencana-strategis-kemenkes-tanggulasi-gangguan-pendengaran.html>
5. Edward Y, Prijadi J. Gangguan Pendengaran Pada Diabetes Melitus. Fakultas Kedokteran UNAND/ RSUP Dr. M. Djamil Padang Bagian Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala Leher : 1-10
6. Cunningham Lisa L, Tucci Debara L, M.D, M.B.A. Hearing loss in adults. *NEJM*. 2017; 377: 2465-73.
7. Qaiyum AH, dkk. A Study on Incidence of Sensorineural Hearing Loss in Patients with

- Diabetes Melitus. *International Journal of Advanced Research*. 2015;3(2):685-687
8. Tabatabaei F, dkk. The Risk Factors of Hearing Loss in Diabetes Melitus. 2014.
  9. Tazaki M H, Mansouria A R. The Comparison of Hearing Loss Among Diabetic and Non-Diabetic Patients. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2011; 5: 88-90.
  10. Krishnappa S, Naseeruddin K. A clinical study of age related hearing loss among diabetes patients. *Indian Journal of otology*. October 2014; 20: 160-165.
  11. Feliasari A, Toruan LI, Fitriangga A. Profil Penderita Diabetes MELITUS Tipe 2 dengan Terapi Insulin di Poli Rawat Jalan RSUD DR. SOEDARSO Pontianak (skripsi). Pontianak: Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura; 2014.
  12. Meidikayanti W, Wahyuni UG. Hubungan Dukungan Keluarga dengan Kualitas Hidup Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Pademawu (skripsi). Surabaya: Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga; 2017.
  13. Trisnawati KS, Setyorogo S. Faktor Risiko Kejadian Diabetes Melitus Tipe 2 di Puskesmas Kecamatan Cengkareng Jakarta Barat Tahun 2012. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. 2013;5(1)
  14. Polonsky K S. The Past 200 Years in Diabetes. *NEJM*. 2012; 367(14): 1332-1340.
  15. Krismanita ND, Naftali Z, Helmi YR. Hubungan Lamanya Menderita Diabetes Melitus dengan Terjadinya Peningkatan Ambang Pendengaran. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*. 2017;6(2)
  16. Mozzafari A, Tajik A, Arioedi N. Diabetes Melitus and Sensorineural Hearing Loss Among Non-Elderly People. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 2010; 6(9): 947-952.
  17. Sachdeva K, Azim S. Sensorineural Hearing Loss and type II diabetes mellitus. 2018; 4(2): 499-507.
  18. Srinivas C V, Shyamal V, Kumar B R Shiva. Clinical Study to evaluate the Association Between Sensorineural Hearing Loss and Diabetes Mellitus in Poorly Controlled Patients whose HbA1c >8. *Indian J otolaryngol Head Neck Surgery*. 2016 April-June; 68(2): 191-195.