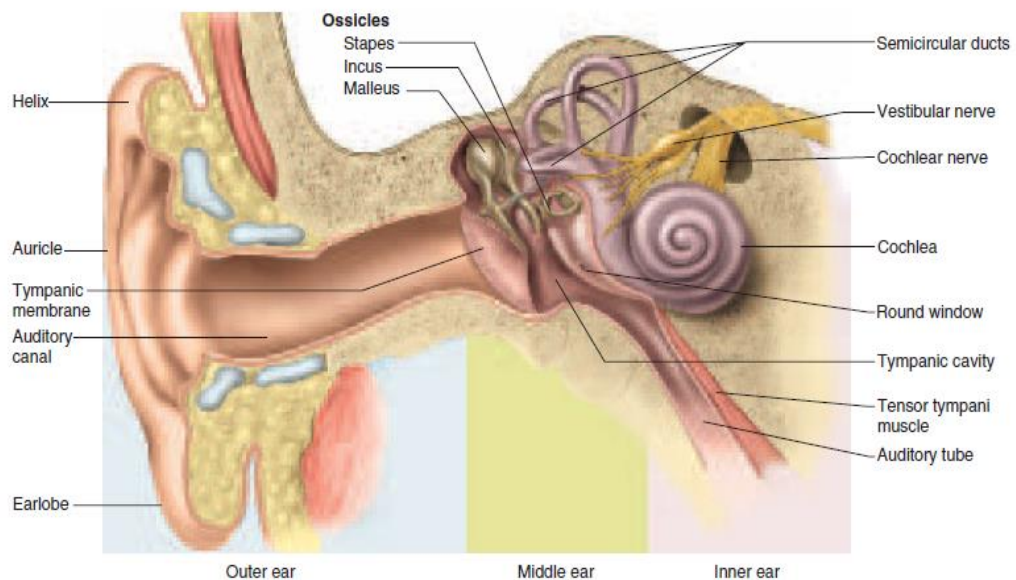


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Anatomi Telinga

Telinga merupakan organ yang memiliki fungsi ganda yaitu fungsi pendengaran dan fungsi keseimbangan tubuh. Telinga dibagi menjadi 3 bagian yaitu telinga luar, telinga tengah, dan telinga dalam.<sup>1</sup>



**Gambar 1.** Anatomi Telinga<sup>1</sup>

##### 2.1.1 Telinga Tengah

Telinga tengah berada di *cavum tympani* pada pars petrosus os temporal. Bagian lateral kavum timpani dibatasi oleh membran timpani. Sebelah posterior *cavum tympani* dibatasi oleh processus mastoideus. Kavum timpani dan nasofaring dihubungkan tuba eustachius. Kavum timpani hanya berukuran 2-3 mm diantara telinga luar dalam telinga dalam. Dalam cavum timpani terdapat tiga tulang pendengaran yaitu malleus, incus, dan stapes. Stapes melekat pada *oval window*,

yang merupakan permulaan dari telinga dalam. Otot-otot pada cavum timpani adalah m.stapedius and m.tensor timpani.<sup>1,12</sup>

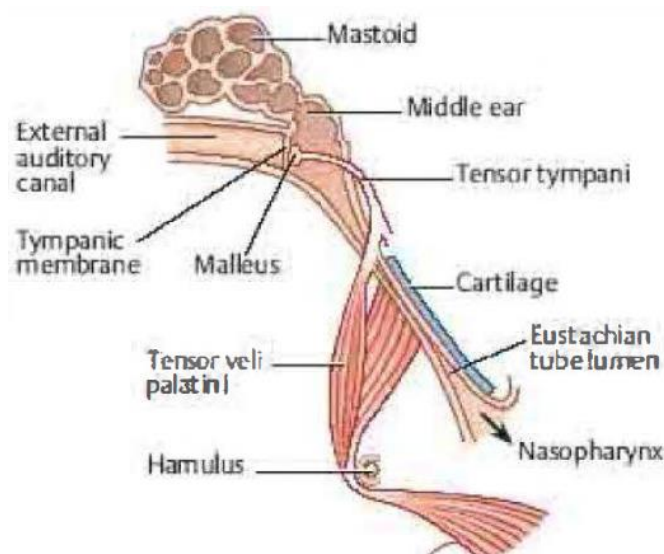
Membran timpani adalah membran tipis yang memisahkan telinga luar dengan telinga tengah. Membran timpani dilapisi kulit pada bagian luar dan mukosa pada bagian dalam. Membran timpani berbentuk konkaf dengan puncaknya adalah umbo. Membran timpani memiliki penebalan cincin fibrocartilago di sekelilingnya, yang melekat di *tympanic sulcus* pada ujung meatus akustikus eksternus. Membran timpani memiliki 2 bagian yaitu pars flaccida, dan pars tensa. Membran timpani mempunyai reflek cahaya yang merupakan refleksi dari cahaya yang berada di kuadran anterior–inferior. Membran timpani dapat bergerak sebagai respon terhadap getaran suara. Pergerakan dari membran timpani ditransmisikan melalui telinga tengah menuju telinga dalam melalui tiga tulang pendengaran. Nervus auriculotemporalis dan ramus auricularis nervus vagus mensarafi permukaan luar dari membran timpani, sedangkan permukaan dalamnya dipersarafi nervus glossofaring.<sup>13,12</sup>

## **2.2 Anatomi dan Fisiologi Tuba Eustachius**

Tuba Eustachius merupakan saluran yang menghubungkan telinga tengah (*cavum tympani*) dengan nasofaring. Tuba eustachius berperan dalam pengaturan tekanan pada telinga tengah dan pergerakan dari membran timpani.<sup>12</sup>

Tuba eustachius terdiri dari 2 bagian yaitu *pars osseus* (sepertiga bagian) pada bagian postero lateral dan *pars cartilagineus* (dua pertiga bagian) pada bagian anteromedial.<sup>14</sup> Tidak ada batas yang jelas antara *pars osseus* dengan *pars cartilagineus* tuba eustachius karena adanya perpanjangan dari *pars cartilagineus*

ke atas *pars osseus*. *Pars cartilagineus* tuba eustachius hampir seluruhnya dikelilingi oleh kartilago tuba dan m. tensor veli palatini yang keduanya menyusun dinding dari tuba eustachius.<sup>15</sup> *Pars osseous* merupakan bagian dari pars petrosus os temporal. *Pars cartilagineus* yang fleksibel tersusun dari kartilago tuba dan jaringan sekitarnya. Fungsi aktif tuba eustachius berada pada *pars cartilaginosa*.<sup>14</sup> *Pars cartilagineus* selalu tertutup dan akan terbuka pada saat menelan dan menguap.<sup>13</sup>



**Gambar 2.** Anatomi Tuba Eustachius<sup>16</sup>

Tuba eustachius memiliki lapisan mukosa yang merupakan lanjutan dari mukosa nasofaring dan mukosa *cavum tympani*. Kelenjar mukosa lebih dominan pada orifisium faringium, sedangkan mukosa dekat *cavum tympani* merupakan campuran dari sel goblet, kolumnar, silindris, serta submukosa yang berisi jaringan limfoid.<sup>17</sup>

Tuba eustachius normalnya dalam keadaan tertutup dan akan terbuka pada saat menelan, menguap, atau bersin. Perubahan tekanan pada lingkungan seperti pada saat dalam penerbangan, dapat diseimbangkan dengan cara menelan,

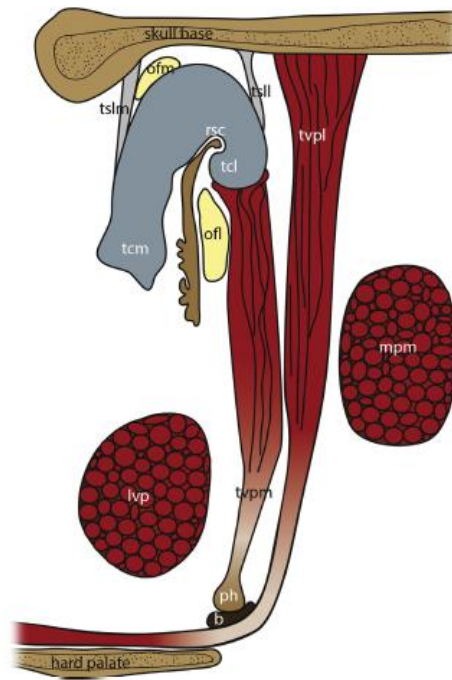
mengunyah, atau melakukan perasat valsava yang akan menyebabkan terbukanya tuba eustachius. Persarafan tuba eustachius berasal dari plexus tympanicus (ramus tympanicus nervus glossofaring).<sup>12,13</sup> Penutupan tuba eustachius terjadi secara pasif karena adanya reproximasi dinding tuba eustachius oleh karena penekanan jaringan sekitar, efek *recoil* jaringan elastis pada dinding tuba eustachius, atau karena kombinasi dari dua mekanisme tersebut.<sup>17</sup>

Otot yang berhubungan dengan fungsi tuba eustachius yaitu m.tensor veli palatini, m.levator veli palatini, m.salfingofaringeus, dan m.tensor tympani. Otot yang berperan utama dalam dilatasi tuba eustachius adalah m. tensor villi palatini dan m.levator veli palatini. M.tensor veli palatini tersusun dari 2 rangkain serabut otot, yaitu *lateral bundle* dan *medial bundle*. *Medial bundle* bersambungan dengan tendon dari m.tensor tympani. *Medial bundle* juga terletak berdekatan dengan dinding membranous lateral dari tuba eustachius dan disebut m.dilator tubae.<sup>17</sup>

M.levator veli palatini muncul dari bagian inferior pars petrosus os temporal. M.levator veli palatini memanjang menuju inferior dan medial kearah tuba eustachius diantara m. salfingofaringeus dan m.tensor veli palatini untuk memasuki aponeurosis dari palatum mole. M.levator veli palatini menyebar dan beranyaman dengan serabut otot m. levator contralateral. M.levator veli palatini diperkirakan membantu dilatasi dari tuba eustachius dengan mengelevasi kartilago kearah medial.<sup>17</sup>

M. salfingofaringeus memanjang dari medial dan inferior dari pars cartilago tuba eustachius dan bergabung dengan bagian dari m.palatopharyngeal kedalam

dinding faring. Otot ini dianggap tidak memiliki peran yang signifikan dalam fungsi tuba eustachius.<sup>18</sup>



Keterangan gambar :

b, bursa; lvp, levator veli palatini muscle; mpm, medial pterygoid muscle; ofl, lateral Ostmann fat pad; ofm, medial Ostmann fat pad; ph, pterygoid hamulus; rsc, Rudinger's safety canal; tcl, tubal cartilage, lateral lamina; tcm, tubal cartilage, medial lamina; tsll, lateral tubal suspensory ligament; tslm, medial tubal suspensory ligament; tvpl, tensor veli palatini muscle, lateral layer; tvpm, tensor veli palatini muscle, medial layer.

**Gambar 3.** Otot pada Tuba Eustachius<sup>14</sup>

Perbedaan anatomi tuba eustachius pada anak-anak dan orang dewasa dipengaruhi oleh elastisitas kartilago tuba eustachius. Pada dewasa lebih elastis dibandingkan pada anak-anak. Lipatan mukosa lumen tuba eustachius pada anak-anak lebih banyak dibandingkan pada orang dewasa yang diperkirakan berperan sebagai “microturbينات” yang berfungsi untuk proteksi dan *clearance*.<sup>19</sup> Fungsi tuba eustachius pada anak-anak tidak sebaik atau masih belum sempurna apabila dibandingkan dengan orang dewasa.<sup>20</sup> Anak-anak memiliki tuba eustachius yang lebih datar dan lebih pendek dibanding pada orang dewasa. Panjang tuba eustachius akan semakin memanjang seiring bertambahnya usia.<sup>21</sup> Sudut antara axis

longitudinal pars kartilago tuba eustachius dan bidang mediosagittal pada rata-rata orang dewasa adalah sekitar  $45^{\circ}$ , sedangkan pada anak-anak berkisar  $10^{\circ}$ .<sup>22</sup>

### 2.3 Fungsi Tuba Eustachius

Tuba Eustachius mempunyai 3 fungsi fisiologis utama yaitu : 1) Penyeimbang tekanan dan ventilasi telinga tengah, 2) *Mucocilliary clearance* untuk drainase sekret, dan 3) Proteksi.<sup>23,24</sup>

Tekanan pada telinga tengah dijaga melalui mekanisme pertukaran udara telinga tengah, dan pembukaan dari tuba eustachius untuk menyeimbangkan tekanan pada telinga tengah agar selalu sama dengan nasofaring dan tekanan udara luar.<sup>24,25</sup> Pada kondisi normal telinga tengah yang sehat, tekanan perlahan akan menurun, dan pembukaan periodik dari tuba eustachius mengembalikan tekanan telinga tengah kembali sama seperti tekanan atmosfer.<sup>26</sup> Pada saat menelan dan menguap tuba eustachius akan terbuka dan udara dapat masuk atau keluar dari cavum timpani. Mekanisme ini akan menyeimbangkan tekanan pada kedua membran timpani sehingga akan membuat membran timpani dapat bergetar dengan bebas. Tekanan yang berlebih pada salah satu telinga akan mengurangi kepekaan pendengaran.<sup>1</sup> Fungsi ventilasi dari tuba eustachius dapat dinilai dengan melakukan perasat valsava dan perasat toynbee.<sup>24</sup>

Pembersihan dari sekresi telinga tengah terjadi melalui peristaltik otot pada tuba eustachius dan melalui mekanisme *mucocilliary escalator*. Tuba Eustachius normalnya melindungi telinga tengah dari inflamasi dan infeksi virus, bakteri, serta gastrooesophageal reflux.<sup>2</sup> Tuba Eustachius pada anak-anak memiliki lipatan yang

lebih banyak dari orang dewasa yang kemungkinan berfungsi sebagai “*microturbينات*” untuk menjalankan fungsi proteksi dan pembersihan.<sup>20</sup>

## **2.4 Gangguan Fungsi Tuba Eustachius**

### **2.4.1 Pengertian dan Etiologi Gangguan Fungsi Tuba Eustachius**

Gangguan fungsi tuba eustachius atau disfungsi tuba eustachius adalah sindrom dari kumpulan gejala dan tanda yang mengarah pada gangguan ventilasi dari tuba eustachius. Gangguan fungsi tuba eustachius juga didefinisikan sebagai ketidakmampuan tuba eustachius untuk menjalankan fungsinya secara adekuat. Penyebab dari gangguan fungsi tuba eustachius adalah adanya obstruksi tuba eustachius yang ditentukan berdasarkan tanda dan gejala terkait disregulasi tekanan pada telinga tengah.<sup>2,24</sup>

Penyebab obstruksi tuba eustachius bisa bermacam-macam, seperti sebab anatomi yaitu palatoskisis, sebab fisiologis yaitu obstruksi yang terjadi pada saat pesawat sedang mendarat karena perubahan tekanan udara luar yang cepat dan tinggi tidak dapat dikoreksi oleh otot-otot pembuka tuba, dan sebab patologis yang merupakan penyebab tersering.<sup>27,28</sup>

Penyebab patologis obstruksi tuba eustachius dibagi menjadi 2, yaitu instrinsik (intraluminal) dan ekstrinsik (ekstraluminal). Penyebab intrinsik tersering adalah peradangan pada mukosa tuba eustachius, baik karena infeksi, alergi, atau paparan bahan iritan. Penyebab ekstrinsik yaitu adanya penekanan pada jaringan perituba, termasuk jaringan perilimfe yang mengalami pembesaran baik akibat radang, neoplasma, atau septum deviasi pada hidung.<sup>27,28</sup>

Disfungsi tuba eustachius merupakan tanda atau gejala awal dari adanya kelainan pada telinga tengah. Gangguan pembukaan tuba eustachius diawali dengan tidak terkoreksinya penurunan oksigen dan tekanan udara pada telinga tengah. Apabila kondisi ini berlanjut, maka akan terjadi gangguan lebih serius seperti otitis media efusi (OME), atau otitis media akut (OMA) apabila penyebab obstruksinya merupakan penyakit infeksi seperti ISPA.<sup>27</sup>

Rinitis Alergi dapat menyebabkan gangguan fungsi tuba eustachius. Sebuah penelitian menyebutkan bahwa gangguan fungsi tuba eustachius banyak terjadi pada penderita rinitis alergi persisten sedang-berat.<sup>29</sup> Rinitis alergi dapat menyebabkan gangguan fungsi tuba eustachius melalui 3 mekanisme. Mekanisme tersebut yaitu sumbatan yang terjadi akibat adanya edema dan kongesti mukosa hidung, gangguan aktivitas mukosilier yang menyebabkan hasil sekresi menutupi ostium dan menyebabkan inflamasi intraluminal, dan obstruksi lumen tuba eustachius akibat hipersekresi kelenjar seromukosa. Selain itu, telah dibuktikan bahwa antigen pada mukosa hidung yang terdapat pada pengidap rhinitis alergi dapat menginduksi pelepasan mediator inflamasi yang mendukung terjadinya obstruksi tuba eustachius.<sup>30</sup>

Derajat rinitis alergi dapat diukur dengan menilai secara subjektif 4 gejala pokok rinitis alergi yaitu hidung gatal, bersin-bersin, pilek bening encer, dan hidung tersumbat yang masing-masing diberikan penilaian 0-3 sesuai dengan berat gejala yang dirasakan. Nilai 0=tidak ada gejala, nilai 1=ringan; terdapat gejala namun tidak mengganggu, nilai 2=sedang; terdapat gejala yang mengganggu namun masih dapat ditoleransi, nilai 3=berat; gejala mengganggu tidur. Dinyatakan rinitis alergi



ringan apabila nilai  $\leq 5$ , dan rinitis alergi sedang-berat apabila nilai 6-12. Berdasarkan lamanya penyakit, Rinitis alergi dibagi menjadi rinitis alergi intermitten apabila penderita mempunyai gejala selama kurang dari 4 hari dalam 1 minggu atau penyakitnya baru berlangsung selama 4 minggu, dan persisten apabila penderita mempunyai gejala selama lebih dari 4 hari dalam 1 minggu dan penyakitnya sudah berlangsung selama lebih dari 4 minggu.<sup>31</sup>

Septum deviasi merupakan kondisi dimana septum hidung yang tidak terletak di tengah. Sebuah penelitian menyebutkan bahwa septum deviasi berat dapat menyebabkan gangguan fungsi tuba eustachius akibat adanya efek obstruksi dan turbulensi udara yang dihasilkan. Terdapat tiga mekanisme yang menjelaskan bagaimana turbulensi aliran udara pada hidung dapat menyebabkan gangguan fungsi tuba eustachius. Pertama, turbulensi aliran udara dapat menyebabkan deposisi dari mikroorganisme dan polusi udara pada tuba eustachius yang akan menyebabkan inflamasi dan obstruksi tuba eustachius. Kedua, kekentalan mukus dan tegangan permukaan dapat meningkat akibat efek perubahan aliran udara yang menyebabkan peningkatan tekanan pembukaan tuba. Ketiga, aliran udara yang berubah dapat merangsangnya mekaniko-reseptor, yang menyebabkan perubahan refleks fungsi tuba eustachius. Septum deviasi berdasarkan berat atau ringannya keluhan dapat digolongkan menjadi 3, yaitu septum deviasi ringan, sedang, dan berat. Septum deviasi ringan yaitu ketika deviasi kurang dari setengah rongga hidung dan belum ada bagian septum yang menyentuh dinding lateral hidung, septum deviasi sedang yaitu ketika deviasi kurang dari setengah rongga hidung namun terdapat sedikit bagian septum yang menyentuh dinding lateral hidung, dan

septum deviasi berat yaitu ketika septum deviasi sebagian besar sudah menyentuh dinding lateral hidung.<sup>32</sup>

Gangguan telinga tengah sering terjadi pada penderita sinusitis karena adanya hubungan anatomi dan fisiologi yang berdekatan antara telinga tengah dengan sinus paranasal. Penyakit hidung dan sinus paranasal dapat mempengaruhi telinga tengah dengan menyebabkan kongesti dan obstruksi tuba eustachius. Discharge yang terinfeksi dari sinus dapat menyebabkan peradangan pada mukosa tuba eustachius dan mengganggu proses *mucociliary clearance*. Hal ini juga bisa menyebabkan perubahan pada telinga tengah dengan mengangkat ambang konduksi suara telinga tengah.<sup>33</sup> Sebuah penelitian menyebutkan bahwa terdapat prevalensi gangguan fungsi tuba eustachius yang cukup tinggi pada anak dengan sinusitis yaitu 69,1% ( $p=0,001$ ).<sup>34</sup>

#### **2.4.2 Jenis Gangguan Fungsi Tuba Eustachius**

Gangguan fungsi tuba eustachius dapat digolongkan menjadi akut dan kronis. Gangguan fungsi tuba eustachius akut hanya terjadi sementara dengan tanda dan gejala kurang dari 3 bulan. Pada gangguan fungsi tuba eustachius kronis tanda dan gejala terjadi lebih dari 3 bulan.<sup>2</sup>

Terdapat 3 subtipe dari gangguan fungsi tuba eustachius, yaitu: 1) *Dilatory Eustachian tube dysfunction*, 2) *Baro-challenge-induced Eustachian tube dysfunction*, yang disebabkan oleh karena perubahan tekanan lingkungan yang ekstrem, dan 3) *Patulous Eustachian tube dysfunction*.<sup>2</sup>

*Dilatory Eustachian tube dysfunction* dibagi menjadi: 1) *functional obstruction*, 2) *dynamic dysfunction* (kegagalan otot tuba eustachius dalam mengompensasi), dan 3) *anatomical obstruction*.<sup>2</sup>

*Acute Dilatory Eustachian tube dysfunction* sering didahului infeksi saluran napas atas, atau biasanya didahului eksaserbasi dari rinitis alergi yang diperkirakan menyebabkan inflamasi pada orifisium atau lumen dari tuba eustachius. Beberapa pasien *acute dilatory eustachian tube dysfunction* memiliki riwayat otitis media.<sup>2</sup>

Penyebab *chronic dilatory eustachian tube dysfunction* belum dapat dipastikan karena kelanjutan dari penyebab yang sama dengan *acute dilatory eustachian tube dysfunction*, atau akibat mekanisme patologis lainnya yang menyebabkan gejala kronis tersebut.<sup>2</sup>

*Patulous Eustachian tube dysfunction* diperkirakan disebabkan oleh abnormal paten tuba eustachius. Hal itu mungkin dipicu oleh penurunan berat badan yang signifikan, namun pada beberapa kasus faktor pemicu masih belum jelas.<sup>2</sup>

### **2.4.3 Patofisiologi Gangguan Fungsi Tuba Eustachius**

Ventilasi untuk pengaturan tekanan sangat penting pada telinga tengah dalam menjalankan fungsi pendengaran. Hal ini dilakukan dengan pertukaran udara melalui tuba eustachius, serta pertukaran udara melalui telinga tengah dan mukosa mastoid. Reduksi ruang telinga tengah membantu mengembalikan tekanan menjadi normal atau mendekati tekanan atmosfer dalam kasus tekanan telinga tengah yang negatif atau lebih rendah dari tekanan atmosfer akibat gangguan fungsi tuba eustachius. Retraksi dari pars flaccida atau pars tensa membran tympani akan mereduksi ruang telinga tengah, yang diharapkan dapat meningkatkan tekanan pada

telinga tengah. Kerusakan pada lapisan kolagen pars tensa, seperti akibat inflamasi atau tekanan negatif telinga tengah yang persisten dapat menyebabkan pars tensa menjadi lebih lemah dibanding pars flaccida. Hal ini menjelaskan mengapa retraksi pars tensa kadang terjadi tanpa adanya retraksi dari pars flaccida.<sup>17</sup>

#### **2.4.4 Tanda dan Gejala Gangguan Fungsi Tuba Eustachius**

*Pars cartilaginous* tuba eustachius tertutup dan akan terbuka pada saat tertentu saja seperti pada saat menelan dan menguap. Apabila tuba eustachius selalu terbuka (paten) maka akan menimbulkan gejala autofoni (mendengar suara sendiri), namun apabila tuba eustachius selalu tertutup dan tidak dapat terbuka (oklusio tuba) maka akan menimbulkan gangguan yang lebih serius karena semua fungsi yang dimiliki tuba eustachius menjadi terganggu.<sup>27,28</sup>

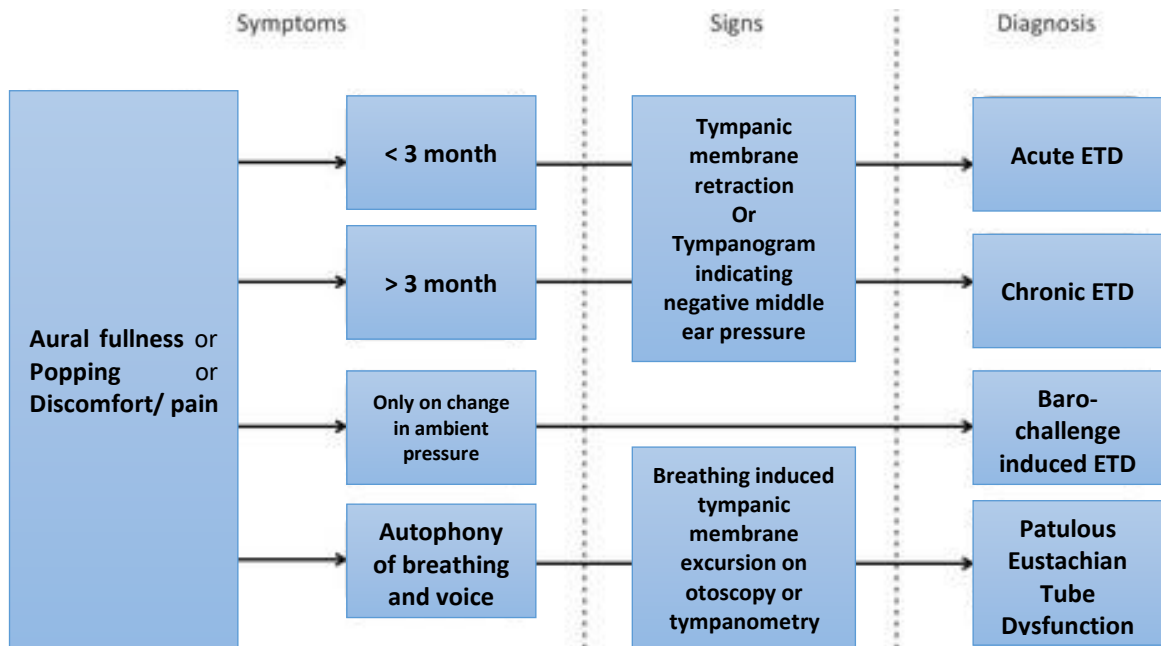
Gejala dan tanda dari disfungsi tuba eustachius tergantung pada jenis dan beratnya gangguan yang terjadi. Pada disfungsi tuba eustachius ringan, gejala dan tanda yang terjadi diakibatkan oleh penurunan tekanan telinga tengah menjadi negatif. Gejala yang terjadi terutama perasaan telinga penuh atau '*aural fullness*', '*popping*', pendengaran sedikit menurun atau rasa tidak nyaman/nyeri. Pasien dapat juga merasakan tekanan, *clogged* atau sensasi berada di bawah air, *crackling*, telinga berdering, *autophony* dan *muffled hearing*.<sup>2</sup>

Pada pemeriksaan menggunakan *otoscope* terlihat adanya retraksi pada membran timpani. Disfungsi tuba eustachius yang lebih berat akan terjadi OME dengan keluhan sama namun lebih berat dan kadang disertai dengan tinnitus. Pada pemeriksaan menggunakan *otoscope* tampak MT keruh, refleksi cahaya tidak tampak, dan MT membesar yang kadang disertai gambaran *air fluid level*.<sup>2,28</sup>

Beberapa pasien dengan *dilatatory eustachian tube dysfunction* yang melakukan valsalva atau *jaw-thrust manoeuvres* dapat menyeimbangkan tekanan negatif pada telinga tengah (*middle ear pressure*). Beberapa pasien lain merasakan perubahan pada pendengaran atau tinnitus.<sup>2</sup>

Pada *baro-challenge-induced Eustachian tube dysfunction*, perasaan penuh pada telinga, *popping* atau rasa tidak nyaman/nyeri yang muncul, atau mendahului beberapa gejala yang berkaitan dengan perubahan pada tekanan lingkungan. Gejala tersebut dapat muncul pada *scuba-diving* atau pada kondisi penurunan ketinggian yang signifikan, namun dapat juga muncul pada kondisi dimana terjadi fluktuasi tekanan pada lingkungan yang tidak terlalu tinggi. Pasien biasanya tidak mengalami gejala tersebut saat pasien kembali pada ketinggian yang normal, meskipun pada *baro-challenge* yang signifikan dapat menyebabkan efusi telinga tengah sementara atau haemotimpanum.<sup>2</sup>

*Patulous Eustachian tube dysfunction* memiliki manifestasi gejala berupa rasa penuh pada telinga (*aural fullness*) dan *autophony*. Manifestasi gejala dapat lebih ringan pada posisi supinasi atau ketika mengalami infeksi saluran napas atas, namun dapat memburuk selama beraktivitas. Biasanya pasien dengan *patulous eustachian tube dysfunction* akan sering mendengus.<sup>2</sup>



**Gambar 4.** Tanda dan Gejala Gangguan Fungsi Tuba Eustachius<sup>2</sup>

## 2.5 Pemeriksaan Fungsi Tuba Eustachius

Diagnosis disfungsi tuba eustachius ditegakkan melalui anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang. Pemeriksaan fungsi tuba eustachius yang umumnya digunakan yaitu pemeriksaan *otoscopy* atau *otomicroscopy*, *tympanometry*, pemeriksaan garputala Rinne dan Weber atau *pure tone audiometry*, serta *nasopharyngoscopy* (untuk melihat pembukaan dari tuba eustachius).<sup>2,28</sup>

Pemeriksaan fisik untuk mendiagnosis *dilatatory eustachian tube dysfunction*, yaitu : *otoscopic* atau *otomicroscopic*. Hasil yang didapatkan menggambarkan retraksi dari membran timpani dan/atau *tympanogram* yang mengindikasikan tekanan negatif dari telinga tengah. Kemampuan pengisian udara telinga tengah pada Valsalva maneuver atau Toynbee maneuver membuktikan beberapa derajat patensi tuba eustachius, tetapi hal ini tidak cukup sensitive atau spesifik untuk mendiagnosis gangguan fungsi tuba eustachius.<sup>2</sup>

Pada *baro-challenge-induced eustachian tube dysfunction*, pemeriksaan otoscopy dan tympanometry mungkin normal pada tekanan atmosfer normal, sehingga diagnosis bergantung pada riwayat pasien. Pada beberapa kasus *baro-challenge-induced eustachian tube dysfunction*, efusi telinga tengah atau haemotympanum dapat tampak jelas.<sup>2</sup> Pada *Patulous Eustachian tube dysfunction*, pemeriksaan otoscopy atau tympanometry dari membran timpani dilakukan bersamaan dengan bernapas.<sup>26</sup>

Tes garpu tala (Tes Rinne, Weber, dan Schwabach) dapat digunakan untuk menggantikan audiometry, walaupun kurang akurat. Pemeriksaan garpu tala didapatkan hasil CHL yaitu tes rinne negatif, tes weber lateralisasi kearah telinga yang sakit, dan tes schwabach memanjang.<sup>24</sup> *Pure tone audiometry* harus mencakup ambang *air and bone conduction*. CHL ringan atau sedang dapat ditemukan pada beberapa pasien dengan gangguan fungsi tuba eustachius.<sup>2</sup>

Pemeriksaan menggunakan *Nasopharyngoscopy* dapat memperlihatkan penyebab dari disfungsi tuba eustachius, seperti inflamasi yang berdekatan dengan orifisium tuba eustachius, neoplasma, jaringan parut atau lesi lainnya. Pemeriksaan radiologi tidak selalu memegang peran penting dalam diagnosis gangguan fungsi tuba eustachius. Kombinasi dari gejala klinis dan hasil pemeriksaan dapat digunakan untuk mendiagnosis dan mengklasifikasikan gangguan fungsi tuba eustachius.<sup>2</sup>

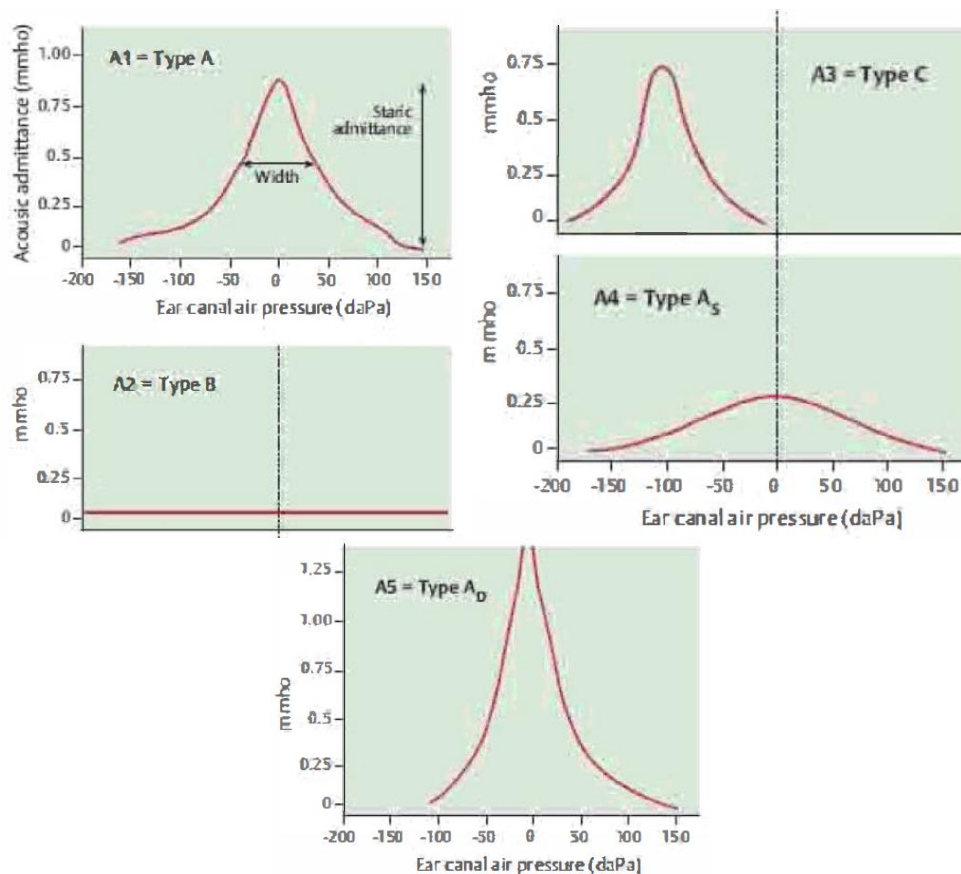
### **2.5.1 Timpanometri**

Timpanometri merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui fungsi dari telinga tengah, mobilitas membran timpani dan tulang-tulang pendengaran.

Prinsip pemeriksaan timpanometri adalah dengan memberikan tekanan pada liang telinga luar. Tekanan yang diberikan berbeda-beda antara +200mmH<sub>2</sub>O sampai -400mmH<sub>2</sub>O. Hasil pengukuran dari timpanometri berupa grafik tympanogram yang menghubungkan *compliance* dari membrane tympani, *middle ear pressure* (MEP) dan *ear canal volume*. Gangguan pada telinga tengah dapat teridentifikasi melalui grafik tympanogram yang menunjukkan penurunan mobilitas membran tympani, perubahan MEP, serta perubahan *ear canal volume*.<sup>16,17</sup>

Terdapat 3 tipe tympanogram yaitu: tipe A, B, dan C. Tympanogram tipe A (Puncak pada 0 daPa) mengindikasikan telinga tengah normal, tidak ada cairan atau kelainan fisiologis yang menghambat masuknya suara dari telinga tengah menuju telinga dalam. Terdapat variasi tympanogram tipe A, yaitu Tipe As (A"shallow") yang menunjukkan fiksasi atau kekakuan tulang-tulang pendengaran (otosklerosis) dan tipe Ad (A"deep") yang dihubungkan dengan terputusnya sistem tulang-tulang pendengaran (*disarticulated ossicular chain*). Tympanogram tipe B membentuk garis datar yang menunjukkan adanya proses patologis pada telinga tengah yang menghambat gerak membran tympani, misal karena adanya cairan atau infeksi telinga tengah. Pada beberapa kasus tympanogram tipe B muncul pada kasus perforasi membran tympani. Perbedaannya terletak pada *ear canal volume* (ECV) yang mana ECV pada perforasi membrane tympani akan lebih besar dari normal. Tympanogram tipe C berbentuk menyerupai tympanogram tipe A, namun kurva tipe C bergeser kearah kiri atau negatif yang menunjukkan adanya tekanan negatif pada telinga tengah akibat gangguan fungsi tuba eustachius.<sup>16,17</sup>





**Gambar 5.** Tipe Timpanogram<sup>16</sup>

*Middle ear pressure* (MEP) adalah tekanan udara pada telinga tengah yang dalam grafik tympanogram ditunjukkan sebagai aksis horizontal kurva. MEP berhubungan dengan fungsi tuba eustachius. MEP diukur dalam satuan millimeter air (mmH<sub>2</sub>O) atau decaPascals (daPa).<sup>16</sup> Nilai normal MEP untuk dewasa adalah -100 sampai dengan +50 daPa. MEP yang lebih kecil dari -100daPa menunjukkan adanya gangguan fungsi tuba eustachius.<sup>17</sup>

Pemeriksaan menggunakan timpanometri pada gangguan fungsi tuba eustachius akan didapatkan penurunan tekanan telinga tengah (MEP). Hasil gambaran timpanogram didapatkan gambaran tipe kurva timpanogram yang abnormal yaitu tipe B dan/atau C.<sup>35</sup>

### 2.5.1.1 Pengukuran Fungsi Tuba Eustachius

Pengukuran fungsi tuba eustachius menggunakan alat timpanometri dengan tambahan induksi perasat toynbee dan perasat valsalva. Puncak dari timpanogram konvensional adalah P1, puncak timpanogram dengan induksi perasat toynbee adalah P2, dan puncak timpanogram dengan induksi perasat valsava adalah P3. Fungsi tuba eustachius dianalisis dengan membandingkan gambaran P1, P2, dan P3. Titik puncak gambaran tympanogram dari pengukuran P1, P2, dan P3 bergeser dengan jelas mengindikasikan fungsi dari tuba eustachius normal (Hasil  $P1-P2 > 10$  daPa atau  $P_{max}-P_{min} > 15$  daPa). Metode ini cukup sederhana, obyektif, dan praktis.<sup>36</sup>

Salah satu fungsi dari tuba eustachius adalah fungsi ventilasi yang berguna untuk menjaga tekanan dalam telinga tengah. Adanya fungsi ventilasi tuba eustachius ini dapat dibuktikan dengan melakukan perasat valsava dan perasat Toynbee.<sup>24</sup>

Perasat valsava dilakukan dengan cara meniupkan udara dengan keras dari hidung sambil menutup hidung dan mulut. Apabila tuba eustachius terbuka maka terasa udara masuk ke dalam rongga telinga tengah. Normalnya perasat valsava akan meningkatkan MEP dan menekan membran timpani ke arah lateral. Perasat ini tidak boleh dilakukan apabila ada infeksi pada jalan nafas atas.<sup>24</sup>

Perasat Toynbee dilakukan dengan cara menelan ludah sambil menutup hidung dan mulut. Apabila tuba eustachius terbuka maka akan terasa membran timpani tertarik ke medial. Perasat ini lebih fisiologis.<sup>24</sup>

## **2.6 Rokok**

Menurut PP No. 19 Tahun 2013, rokok adalah hasil olahan tembakau terbungkus termasuk cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *Nicotiana Tabacum*, *Nicotiana Rustica* dan spesies lainnya atau sintetisnya yang mengandung nikotin dan tar dengan atau tanpa bahan tambahan.

### **2.6.1 Merokok**

Merokok adalah kegiatan menghisap asap pembakaran tembakau (yang dibungkus dengan kertas) ke dalam tubuh, lalu dihembuskan keluar dan asap dapat terhirup oleh orang-orang disekitar perokok. Menurut WHO, perokok adalah orang yang merokok setiap hari dalam jangka waktu minimal 6 bulan selama masa hidupnya.<sup>6</sup>

### **2.6.2 Bahaya Merokok**

Menurut WHO rokok merupakan zat aditif yang memiliki kandungan kurang lebih 4000 elemen, dimana 200 elemen di dalamnya berbahaya bagi kesehatan tubuh. Rokok berbahan dasar tembakau yang mengandung bahan psikoaktif yang sangat adiktif yaitu nikotin, Nikotin dapat menyebabkan berbagai gangguan pada kesehatan tubuh.<sup>7,8</sup>

Perilaku merokok sangat merugikan, baik untuk diri sendiri maupun orang lain. Pengaruh bahan-bahan kimia berbahaya pada rokok seperti nikotin, formaldehid, CO, dan tar akan memacu kerja dari susunan saraf pusat dan saraf simpatis yang akan mengakibatkan peningkatan tekanan darah dan detak jantung. Rokok dapat menyebabkan kanker dan berbagai penyakit seperti sindroma metabolic, penyempitan pembuluh darah, hipertensi, jantung, paru-paru, Penyakit

Ginjal Kronis (PGK), dan PPOK.<sup>7</sup> Rokok sangat berbahaya bagi wanita dan ibu hamil karena dapat menyebabkan gangguan sistem reproduksi, kelahiran prematur, BBLR, mortalitas prenatal, bayi lahir cacat, serta gangguan perkembangan.<sup>8</sup>

### 2.6.3 Derajat Merokok

Derajat merokok dapat diukur menggunakan Indeks Brinkman (IB). Derajat merokok dihitung dengan mengkalikan jumlah rata-rata rokok yang dihisap sehari dengan lama merokok dalam tahun. Berdasarkan Indeks Brinkman (IB) perokok dibagi menjadi 3 kategori yaitu perokok ringan dengan indeks kurang dari 200, perokok sedang dengan indeks 200-600, dan perokok berat dengan indeks diatas 600.<sup>37</sup>

### 2.6.4 Efek merokok pada Telinga dan Pendengaran

Merokok terbukti menyebabkan gangguan pendengaran. Pemeriksaan *Puretone Audiometric* (PTA) pada perokok mengindikasikan penurunan sensitifitas pendengaran. *Speech audiometry* juga menunjukkan adanya efek patologis. Pemeriksaan menggunakan : *Distortion-product Otoacoustic Emissions* (DPOAE) mengindikasikan adanya keterlibatan *cochlear outer hair cells*. *Auditory Brainstem Response* (ABR) mengindikasikan adanya kemungkinan keterlibatan *auditory nerve* dan *brainstem*.<sup>10,9</sup>

Pada perokok gangguan pendengaran yang dapat terjadi yaitu *conductive hearing loss* (CHL), *sensorineural hearing loss* (SNHL), atau *mixed hearing loss* (MHL) yang memiliki insidensi lebih tinggi dibanding pada non-perokok.

Prevalensi terbanyak gangguan pendengaran pada perokok adalah *sensorineural hearing loss* (SNHL) dengan kerusakan biasanya pada frekuensi tinggi.<sup>10</sup>

Jumlah rokok yang dihisap perharinya berhubungan dengan gangguan pendengaran yang terjadi. Prevalensi gangguan pendengaran lebih tinggi pada perokok yang menghisap lebih dari 20 batang rokok per hari dibandingkan pada perokok yang menghisap kurang dari 20 batang rokok per hari.<sup>38</sup> Semakin banyak jumlah rokok yang dihisap, paparan zat-zat berbahaya dalam rokok seperti nikotin pada telinga dalam juga akan meningkat dan menimbulkan efek gangguan pendengaran.<sup>39</sup> Lamanya durasi merokok juga meningkatkan kejadian gangguan pendengaran.<sup>40,41</sup>

Merokok dapat mempengaruhi pendengaran melalui efek ototoksik langsung oleh nikotin pada koklea. Perokok secara konstan terpapar carbon monoxide (CO) yang menyebabkan peningkatan level carboxyhaemoglobin pada perokok yang dapat menurunkan oxygen yang dihantarkan ke organ of Corti sehingga dapat berujung pada kerusakan *hair cells* yang sensitive oxygen.<sup>38</sup>

Gangguan pendengaran pada perokok selain disebabkan karena adanya kerusakan koklea, juga dapat disebabkan oleh gangguan pada *antioxidative mechanisms* atau pada vaskularisasi sistem pendengaran. Merokok menurunkan suplai darah akibat vasospasme oleh karena nikotin, atherosclerosis yang mengganggu aliran pembuluh darah dan oklusi trombosis.<sup>40</sup>

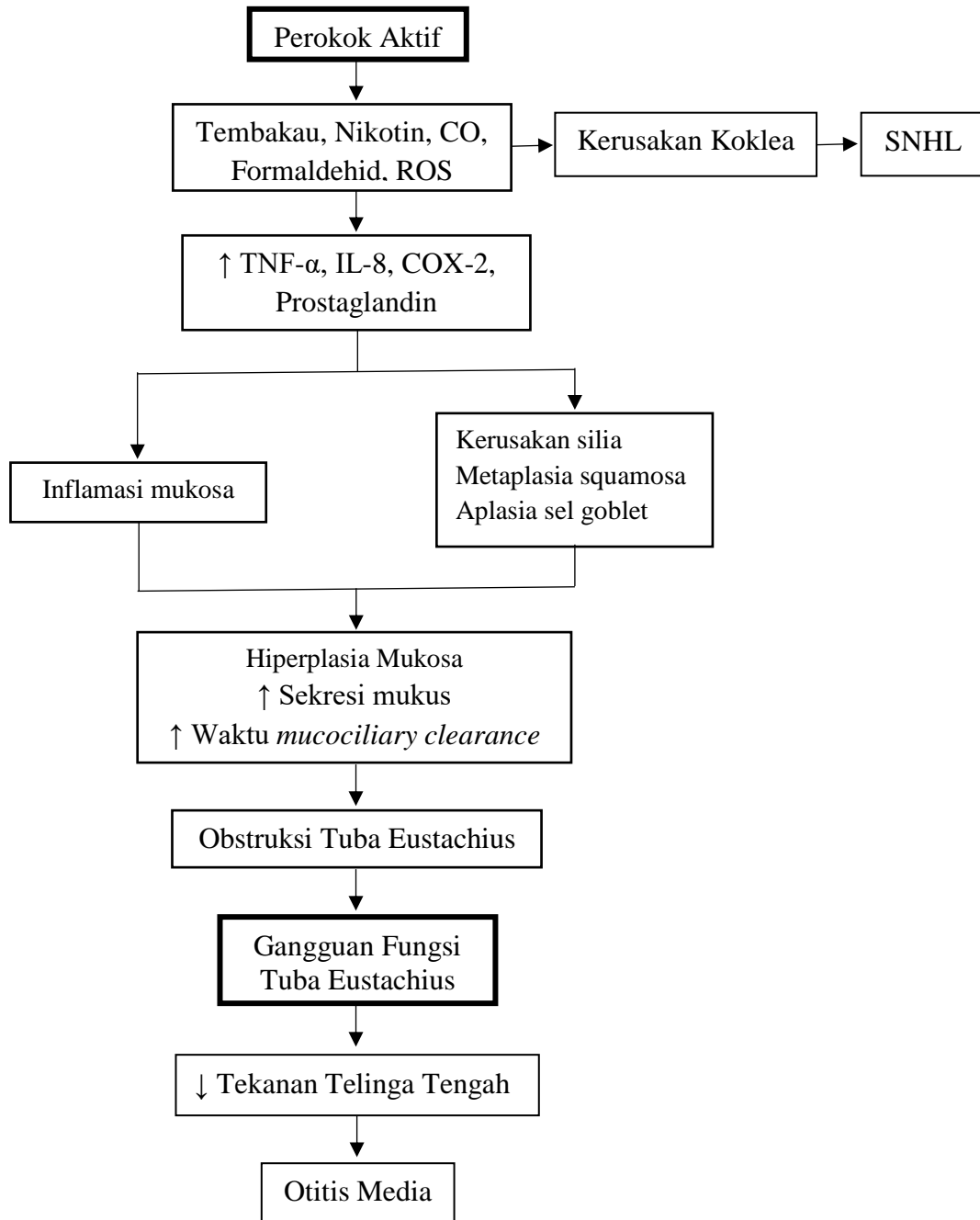
### **2.6.5 Efek Merokok pada Tuba Eustachius**

Efek merokok terhadap telinga tengah dan tuba eustachius dapat dibagi menjadi 3 yaitu efek lokal, efek regional dan efek efek sistemik.<sup>38</sup> Paparan asap

rokok menyebabkan efek regional yaitu inflamasi mukosa pada telinga tengah. Proses inflamasi ini dibuktikan dengan adanya peningkatan Cyclooxygenase (COX-2), IL-8, Tumor Necrosis Factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) dan prostaglandin pada epitel telinga tengah tikus.<sup>42</sup> Studi paparan asap rokok pada tikus selama satu bulan menunjukkan adanya kerusakan silia, metaplasia squamosa, dan aplasia sel goblet yang diikuti hiperplasia pada mukosa tuba eustachius.<sup>43,44</sup> Perokok pasif jangka lama dapat meningkatkan sekresi mucus dalam tuba eustachius, seperti yang dibuktikan dalam penelitian pada tikus selama 6 bulan paparan asap rokok; ketika digabungkan dengan gangguan *mucociliary clearance* dari tuba eustachius, obstruksi dapat terjadi dan menghasilkan gangguan pada telinga tengah dan OME.<sup>43</sup>

Paparan asap rokok dapat menyebabkan pemanjangan waktu *mucociliary clearance* dan ketidakmampuan untuk menyeimbangkan tekanan negatif pada telinga tengah. Efusi telinga tengah biasanya terjadi akibat tekanan negative pada telinga tengah akibat gangguan fungsi tuba eustachius. Timpanometri dapat digunakan untuk mengetahui fungsi dari tuba eustachius. Penelitian terhadap kurang lebih 800 anak 6-7 tahun membuktikan bahwa perokok pasif meningkatkan kejadian tekanan negatif pada telinga tengah dengan pemeriksaan timpanometri dan memiliki frekuensi kejadian OME yang tinggi. Sebuah studi melaporkan bahwa peningkatan jumlah perokok aktif dirumah sebanding dengan peningkatan gambaran Type B pada pengukuran timpanogram pada anak perokok pasif ( $\chi^2 = 4.15, p < 0.05$ ).<sup>45</sup>

## 2.7 Kerangka Patofisiologi

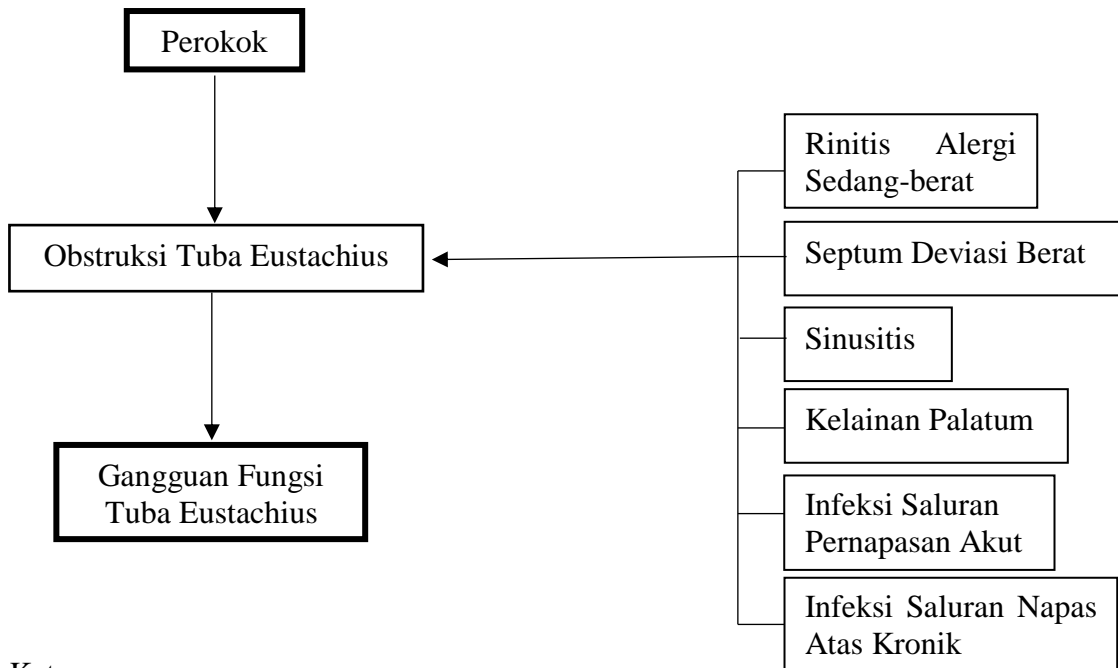


Keterangan :

↑ : Peningkatan

↓ : Penurunan

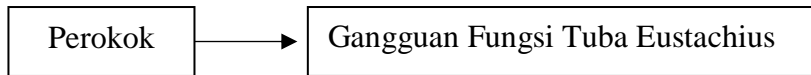
## 2.8 Kerangka Teori



Keterangan :  
↓ : Penurunan



## 2.9 Kerangka Konsep



## 2.10 Hipotesis

### 2.10.1 Hipotesis Mayor

Derajat merokok mempengaruhi fungsi tuba eustachius pada perokok aktif.

### 2.10.2 Hipotesis Minor

Terdapat perbedaan fungsi tuba eustachius pada perokok aktif derajat ringan, dan perokok aktif derajat sedang-berat.