

## PENGARUH TERAPI OKSIGEN HIPERBARIK TERHADAP DERAJAT PEMULIHAN TULI MENDADAK

Dhiya Shafa Arwinto<sup>1</sup>, H. Danny W. Danandjaja<sup>2</sup>, Sihning E. J.  
Tehupuring<sup>3</sup>, Prijanti Eka P.<sup>4</sup>

Departemen Ilmu Telinga, Hidung, Tenggorokan Fakultas  
Kedokteran Universitas Hang Tuah Kota Surabaya Provinsi Jawa  
Timur Indonesia

Korespondensi: Dhiya Shafa Arwinto, Email: dhiyashafr@gmail.com Telp/  
HP 081380391646

Naskah Masuk 03 Februari 2026, Revisi 27 Mei 2026, Layak Terbit 31 Mei 2026

### Abstrak

Tuli mendadak merupakan kondisi kegawatdaruratan pada sistem pendengaran yang ditandai dengan penurunan pendengaran secara tiba-tiba, dan salah satu terapi yang berkembang saat ini adalah terapi oksigen hiperbarik (TOHB) yang bertujuan meningkatkan suplai oksigen ke koklea sehingga diharapkan dapat membantu proses perbaikan fungsi pendengaran. Penelitian ini bertujuan menilai perubahan ambang pendengaran pada pasien tuli mendadak sebelum dan sesudah pemberian TOHB dengan menggunakan rancangan observasional analitik dan pendekatan retrospektif.

Data diperoleh dari rekam medis pasien dengan diagnosis tuli mendadak di RSPAL dr. Ramelan Surabaya periode Januari 2022 hingga Agustus 2025, dengan total 12 pasien dan 18 telinga yang memenuhi kriteria inklusi. Data yang dianalisis meliputi karakteristik pasien, derajat ketulian sebelum dan sesudah TOHB, serta perubahan ambang pendengaran berdasarkan klasifikasi Siegel. Karena data tidak berdistribusi normal berdasarkan uji Shapiro–Wilk, analisis perbedaan nilai pre dan post dilakukan menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah pemberian TOHB, sebagian besar telinga mengalami penurunan ambang pendengaran, dengan 12 telinga (66,7%) mengalami penurunan nilai pure tone average (PTA), 4 telinga (22,2%) tidak mengalami perubahan, dan 2 telinga (11,1%) mengalami peningkatan nilai PTA. Uji Wilcoxon menunjukkan nilai  $p = 0,008$  ( $p < 0,05$ ), yang menandakan adanya perbedaan bermakna antara nilai PTA sebelum dan sesudah TOHB, sehingga dapat disimpulkan bahwa TOHB memiliki efek yang signifikan dalam membantu pemulihan pendengaran pada pasien tuli mendadak.

**Kata kunci :** tuli mendadak; terapi oksigen hiperbarik; ambang pendengaran

### Abstract

*Sudden hearing loss is an otologic emergency characterized by a rapid onset of hearing impairment, and one therapeutic modality that has recently been developed is hyperbaric oxygen therapy (HBOT), which aims to increase oxygen delivery to the cochlea and is expected to support the recovery of auditory function. This study aimed to evaluate changes in hearing thresholds in patients with sudden hearing loss before and after HBOT using a retrospective analytic observational design.*

*Data were obtained from the medical records of patients diagnosed with sudden hearing loss at RSPAL dr. Ramelan Surabaya during the period from January 2022 to August 2025, with a total of 12 patients involving 18 ears meeting the inclusion criteria. The analyzed data included patient characteristics, the severity of hearing loss before and after HBOT, and changes in hearing thresholds based on Siegel's classification. As the data were not normally distributed according to the Shapiro–Wilk test, differences between pre- and post-treatment were analyzed using the Wilcoxon Signed-Rank Test. The results showed that after HBOT, most ears demonstrated improvement in hearing thresholds, with 12 ears (66.7%) showing a decrease in pure-tone average*

(PTA) values, 4 ears (22.2%) showing no change, and 2 ears (11.1%) showing an increase in PTA values. The Wilcoxon Signed-Rank Test yielded a  $p$ -value of 0.008 ( $p < 0.05$ ), indicating a statistically significant difference between pre- and post-HBOT PTA values, suggesting that HBOT has a meaningful effect in supporting hearing recovery in patients with sudden hearing loss.

**Keyword:** sudden hearing loss; hyperbaric oxygen therapy; Hearing threshold level

## PENDAHULUAN

Tuli mendadak merupakan gangguan pendengaran yang dapat ditandai dengan hilangnya pendengaran setidaknya 30 desibel (dB) pada tiga frekuensi audiometri yang berurutan dan terjadi dalam kurun waktu 3 hari (Wulandari and Munilson, 2022). Kasus tuli mendadak ini merupakan bentuk gangguan pendengaran yang dapat dialami oleh individu dari segala usia. Namun insiden tuli mendadak meningkat seiring bertambahnya usia, dengan angka tertinggi ditemukan pada rentang usia 40 hingga 50 tahun. Selain itu, individu pada usia produktif juga memiliki resiko lebih tinggi mengalami tuli mendadak, terutama akibat paparan bising di lingkungan kerja yang dapat menimbulkan kerusakan struktur pendengaran (Sataloff, Li and Roehm, 2025). Penelitian di Klinik Neurotologi RSUD Dr. Saiful Anwar Malang menunjukkan sebesar 27 kasus, tuli mendadak lebih sering terjadi pada usia rata-rata 45 tahun dan kondisi ini tidak menunjukkan perbedaan signifikan berdasarkan jenis kelamin, lokasi geografis, maupun sisi tubuh yang terkena (Sudarmanto, 2022).

Dari 100 pasien yang terdiagnosis tuli mendadak di *Second Xiangya Hospital China*, dengan 65 pasien mengeluhkan tinitus, 41 pasien mengeluhkan vertigo atau

*disequilibrium* dan sebagian mengalami mual/muntah serta rasa penuh di telinga. (He et al., 2024). Pasien umumnya mengeluhkan kehilangan pendengaran pada satu telinga yang disadari saat bangun tidur. Sebagian besar kasus bersifat unilateral, sedangkan kasus bilateral hanya terjadi pada sekitar 1-2% pasien. Gangguan pendengaran dapat muncul secara mendadak lalu berkembang secara bertahap namun stabil, atau mengalami penurunan yang cepat dan progresif. Meskipun gangguan pendengaran bersifat fluktuatif, tetapi mayoritas menunjukkan pola yang menetap (Subramaniam, 2016).

Walaupun telah dilakukan berbagai penelitian secara luas, etiologi tuli mendadak tetap tidak dapat diidentifikasi pada sekitar 90% kasus, sehingga kondisi ini disebut sebagai *idiopathic sudden sensorineural hearing loss* (ISSNHL). Meski demikian, terdapat tiga teori utama yang diduga berperan dalam perkembangan tuli mendadak, yaitu gangguan vaskular, inflamasi kronis akibat penyakit autoimun dan infeksi virus (Yamada et al., 2022). Gangguan vaskular menuju telinga merupakan teori yang paling banyak diterima untuk kasus ini. Koklea berada pada telinga bagian dalam dan disuplai oleh dua arteri kecil yang tidak memiliki jalur pembuluh darah alternatif, sehingga sangat rentan terhadap kerusakan bila terjadi gangguan vaskular (Tripathi and

Deshmukh, 2022). Penyebab lainnya yaitu oleh infeksi virus, dimana virus dapat memasuki telinga bagian dalam melalui berbagai jalur, dengan rute paling umum yaitu melalui vaskular. Infeksi virus yang dapat menjadi penyebab tuli mendadak mencakup beberapa jenis, seperti virus herpes (*simplex*, *varicella* *zoster*), *cytomegalovirus* (CMV), gondongan (*mumps*) dan *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) (Paramita *et al.*, 2022).

Berdasarkan pedoman dari *American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation* (AAO-HNSF), pemberian kortikosteroid adalah terapi utama dalam penanganan tuli mendadak dan dapat diberikan melalui oral, intravena (IV), atau langsung menuju telinga tengah melalui suntikan intratimpani (IT). Beberapa klinisi lebih memilih pemberian steroid melalui metode IT karena memungkinkan steroid bekerja langsung di area yang mengalami kerusakan dengan konsentrasi yang lebih tinggi, sekaligus meminimalkan efek samping sistemik. (Joshua *et al.*, 2022). Selain steroid, AAO-HNS juga menerbitkan pedoman yang merekomendasikan terapi oksigen hiperbarik (TOHB) sebagai terapi tambahan dalam penanganan tuli mendadak (Dewi, Savitri *and* Harjono, 2021).

TOHB merupakan suatu intervensi medis yang memanfaatkan oksigen dengan konsentrasi tinggi

dalam lingkungan bertekanan tinggi (hiperbarik) untuk mempercepat proses penyembuhan serta meningkatkan respons imun tubuh. TOHB dilakukan dengan cara memberikan oksigen murni 100% di dalam *chamber*, dengan tekanan udara lebih dari 1 atmosfer (ATA) hingga 3 ATA dan biasanya berlangsung selama 60 hingga 90 menit (Zahira *et al.*, 2024). TOHB diperkirakan mampu meningkatkan tekanan parsial oksigen pada cairan eksolimpfatik dan memperbaiki mikrosirkulasi pada telinga bagian dalam (koklea) (Hu *et al.*, 2024). Secara fisiologis, mekanisme ini berkontribusi terhadap penurunan derajat iskemia dan respons inflamasi di dalam koklea, sehingga mendukung proses regenerasi bertahap pada membran koklea yang mengalami kerusakan serta memperbaiki fungsi sel-sel sensorik pendengaran. Dengan demikian, terapi ini berperan dalam mengurangi derajat kehilangan pendengaran secara mendadak (Zahira *et al.*, 2024).

TOHB diduga memberikan perbaikan pada kasus tuli mendadak dan telah banyak digunakan dalam penatalaksanaannya, namun efektivitasnya masih menjadi topik perdebatan di kalangan klinisi. Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk mengkaji lebih lanjut apakah ada pengaruh perbaikan derajat pendengaran pada penderita tuli mendadak yang diberikan TOHB, guna memberi kontribusi terhadap pengembangan strategi terapeutik yang lebih efektif berbasis bukti ilmiah.

## METODE

Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan pendekatan retrospektif yang bertujuan untuk mengevaluasi TOHB terhadap derajat pemulihan pendengaran pada pasien dengan tuli mendadak. Penelitian dilakukan dengan mengambil data pasien RSPAL dr. Ramelan Surabaya dengan pengumpulan data dilakukan dalam rentang waktu tertentu sesuai ketersediaan dan kelengkapan rekam medis.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pasien yang terdiagnosis tuli mendadak dan menjalani terapi TOHB dalam periode yang ditentukan. Sampel penelitian diambil dengan metode *total sampling*, yaitu mencakup seluruh pasien dengan diagnosis tuli mendadak yang menjalani TOHB dalam periode penelitian. Variabel independen dalam penelitian ini adalah pemberian TOHB, sedangkan variabel dependen adalah tingkat pemulihan pendengaran yang dinilai berdasarkan perubahan hasil audiometri.

## HASIL

Penelitian ini dilakukan di Jala Puspa RSPAL dr. Ramelan Surabaya, dengan menggunakan data rekam medis pasien dengan diagnosis tuli mendadak yang mencakup hasil pemeriksaan audiometri pre dan post TOHB. Data pada penelitian ini diperoleh dalam rentang waktu Januari 2022 hingga Agustus 2025 dengan melibatkan seluruh pasien yang memenuhi kriteria selama periode tersebut.

**Tabel 1.** Distribusi pasien tuli

mendadak berdasarkan kelompok umur, jenis kelamin, dan keterlibatan telinga.

No Urut	Kelompok umur (thn)	Jumlah telinga	Laki-laki	Pempuan
1	11-20	2	-	1 L-R
2	21-30	5	2	1, 1 L-R
3	31-40	1	1	-
4	41-50	5	1, 1 L-R	1 L-R
5	51-60	4	1 L-R	1 L-R
6	61-70	1	-	1
		18	8	10
			18	

No Urut	Unilateral		Bilateral	
	L	P	L	P
1	-	-	-	2
2	2	1	-	2
3	1	-	-	-
4	1	-	2	2
5	-	-	2	2
6	-	1	-	-
	4	2	4	8
	18			

Berdasarkan tabel distribusi kelompok umur, terdapat total 18 yang dianalisis dalam penelitian ini. Kasus tuli mendadak paling banyak terjadi pada kelompok umur 21–30 tahun dan 41–50 tahun, masing-masing sebanyak 5 kasus (27,8%). Kelompok umur 51–60 tahun mengikuti dengan 4 kasus (22,2%), sementara kelompok umur 11–20 tahun menunjukkan 2 kasus (11,1%). Adapun kelompok umur 31–40 tahun dan 61–70 tahun masing-masing hanya ditemukan 1 kasus (5,6%).

Berdasarkan distribusi jenis kelamin dan keterlibatan telinga, terdapat total 18 telinga yang dianalisis dalam penelitian ini. Pada laki-laki, ditemukan 8 telinga yang mengalami tuli mendadak (44,4%), sementara pada

perempuan terdapat 10 telinga (55,6%).

Jika dilihat berdasarkan tipe keterlibatan, proporsi kasus pada laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan, yaitu 4 (22,2%) kasus pada laki-laki dan 2 (11,1%) kasus pada perempuan. Hal ini menunjukkan bahwa laki-laki memiliki kecenderungan keterlibatan unilateral yang lebih besar pada penelitian ini.

Sebaliknya, keterlibatan bilateral lebih banyak ditemukan pada perempuan, yaitu 8 kasus (44,4%), dibandingkan laki-laki yang hanya 4 kasus (22,2%). Dengan demikian, perempuan menunjukkan proporsi lebih tinggi dalam mengalami keterlibatan bilateral dibandingkan laki laki.

**Tabel 2.** Data PTA pre dan post TOHB

Kode pasien	PTA Pre (dB)	PTA Post (dB)	Δ Perbaikan (dB)
P01-R	93,75	31,25	62,5
P01-L	71,25	46,25	25
P02-L	73,5	26,25	47,25
P03-R	30	23	7
P04-R	31,25	25	6,25
P04-L	83,75	37,5	46,25
P05-R	73,75	31,25	42,5
P06-R	72,5	61,25	11,25
P06-L	79,5	10,25	69,25
P07-R	59,25	40	19,25
P07-L	47,25	42,25	5
P08-R	47,5	25	22,5
P08-L	83,75	35,75	50
P09-L	72,5	16,25	56,25
P10-R	81,25	76,25	5
P11-R	31,25	28,75	2,5
P11-L	37,25	21,25	16
P12-L	70	65	5

Karena jumlah sampel dalam penelitian ini kurang dari 50 telinga, maka uji normalitas *Shapiro-Wilk* digunakan untuk menilai apakah PTA

pre dan post TOHB berdistribusi normal. Berdasarkan hasil pengujian normalitas pada variabel pre TOHB dan post TOHB, diperoleh nilai  $p < 0,05$  pada kedua kelompok. Hal ini mengindikasikan bahwa baik data sebelum perlakuan maupun setelah perlakuan tidak memenuhi asumsi distribusi normal.

Karena asumsi normalitas tidak terpenuhi, analisis selanjutnya dilakukan menggunakan uji nonparametrik *Wilcoxon Signed-Rank Test* untuk membandingkan nilai pre dan post TOHB. Hasil uji Wilcoxon Signed-Rank Test menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai PTA pre dan post TOHB Hal ini ditunjukkan oleh nilai  $Z = -3.559$  dengan  $p < 0,001$ , yang berarti nilai  $p$  jauh di bawah batas signifikansi 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa TOHB memberikan pengaruh bermakna terhadap penurunan nilai PTA pada pasien, sehingga terapi ini efektif dalam memperbaiki fungsi pendengaran pada kasus tuli mendadak.

### Hubungan antara lateralitas pendengaran dengan perbaikan post TOHB

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara jenis lateralitas pendengaran (unilateral atau bilateral) dengan derajat perbaikan pendengaran post TOHB.

Berdasarkan uji *Fisher's Exact Test* diperoleh nilai  $p = 0,321$  ( $p > 0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara jenis lateralitas pendengaran (unilateral atau bilateral) dengan derajat perbaikan pendengaran post TOHB. Perbaikan pendengaran tidak menunjukkan perbedaan signifikan

antara pasien dengan tuli unilateral dan bilateral.

### **Hubungan antara jenis kelamin dan perbaikan pendengaran post TOHB**

Uji *Fisher's Exact Test* dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara jenis kelamin dengan perbaikan post TOHB.

Berdasarkan uji *Fisher's Exact Test* diperoleh nilai  $p = 0.908$  ( $p > 0,05$ ). Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara jenis kelamin dengan perbaikan pendengaran post TOHB. Dengan demikian, distribusi perbaikan tidak berbeda secara signifikan antara responden laki-laki dan perempuan.

### **Hubungan antara derajat ketulian pre TOHB dengan klasifikasi pemulihan post TOHB**

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara derajat ketulian Pre TOHB dan klasifikasi perbaikan Post TOHB menggunakan uji *Fisher-Freeman-Halton*.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji *Fisher-Freeman-Halton* pada tabel silang antara derajat ketulian pre TOHB dengan klasifikasi perbaikan pendengaran setelah post TOHB, diperoleh nilai  $p = 0,200$  ( $p > 0,05$ ).

Nilai  $p$  tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara derajat ketulian awal dengan tingkat perbaikan pendengaran post TOHB.

Dengan demikian, perbedaan derajat ketulian (*mild, moderate, moderately severe, severe, profound*) tidak berpengaruh secara signifikan

terhadap kemungkinan terjadinya perbaikan pendengaran dalam bentuk *complete, partial, slight*, maupun *no improvement*.

### **PEMBAHASAN**

Tuli mendadak merupakan suatu bentuk gangguan pendengaran sensorineural yang ditandai dengan penurunan ambang dengar sedikitnya 30 desibel pada tiga frekuensi audiometri berurutan dan terjadi secara cepat dalam waktu 3 hari. Kondisi ini menjadi keadaan otologis yang serius karena terjadi tanpa gejala awal yang jelas, sehingga sering kali pasien datang dalam kondisi yang sudah mengalami gangguan fungsi pendengaran yang bermakna. Gangguan pendengaran yang muncul secara tiba-tiba ini memerlukan penatalaksanaan cepat karena peluang perbaikan sangat dipengaruhi oleh waktu pemberian terapi. Dalam penelitian ini, TOHB menjadi salah satu intervensi yang diharapkan dapat meningkatkan derajat pemulihan pendengaran. Pemberian TOHB diyakini mampu meningkatkan oksigenasi jaringan koklea, memperbaiki mikrosirkulasi, serta membantu proses penyembuhan sel-sel sensorik yang rusak akibat hipoksia atau gangguan vaskular. Oleh karena itu, pemahaman mengenai karakteristik klinis tuli mendadak beserta respons pemulihannya terhadap TOHB menjadi penting untuk menilai efektivitas terapi dan menentukan prognosis pasien (Wulandari and Munilson, 2022).

Patogenesis tuli mendadak hingga kini masih belum sepenuhnya dipahami, dan sekitar 90% kasus tetap dikategorikan sebagai idiopatik. Terdapat tiga teori utama yang paling sering dikaitkan dengan mekanisme

terjadinya kondisi ini, yaitu gangguan vaskular, proses autoimun, dan infeksi virus. Gangguan vaskular dinilai sebagai teori yang paling banyak diterima karena koklea hanya disuplai oleh satu arteri terminal tanpa kolateral sehingga sangat rentan mengalami hipoksia bila terjadi hambatan aliran darah. Selain itu, proses autoimun juga dapat berperan melalui respons inflamasi yang menyerang struktur telinga dalam dan menyebabkan kerusakan sel-sel pendengaran. Infeksi virus seperti herpes, *varicella-zoster*, CMV, gondongan, maupun HIV turut dianggap berpotensi menimbulkan neuritis atau kokleitis yang menyebabkan penurunan pendengaran mendadak. Meskipun ketiga teori ini dapat menjelaskan sebagian mekanisme yang mungkin terjadi, bukti yang ada belum cukup kuat untuk menetapkan etiologi pasti pada sebagian besar kasus (Dhingra, Dhingra *and* Dhingra, 2018).

Distribusi usia pada penelitian ini menunjukkan bahwa kasus tuli mendadak paling banyak ditemukan pada kelompok umur 21–30 tahun dan 41–50 tahun, masing-masing sebanyak 5 pasien (27,8%). Temuan ini menunjukkan bahwa insiden tuli mendadak tidak terbatas pada kelompok usia paruh baya, tetapi juga cukup sering terjadi pada individu usia produktif. Kecenderungan tingginya kasus pada kelompok umur 41–50 tahun konsisten dengan temuan (Xie *et al.*, 2020), bahwa puncak prevalensi tuli mendadak terjadi pada kelompok umur tersebut yang dikaitkan dengan meningkatnya faktor risiko vaskular dan metabolik seiring bertambahnya usia, yang berpotensi memengaruhi perfusi koklea dan memicu terjadinya

tuli mendadak. (Hidayat *and* Adam, 2024) juga melaporkan bahwa tuli mendadak pada usia produktif yang masih berada dalam masa kerja aktif lebih sering muncul akibat faktor lingkungan dengan paparan tinggi terhadap kebisingan dan stres.

Dari aspek jenis kelamin terhadap total 18 telinga yang dianalisis menunjukkan proporsi yang sejalan dengan temuan jurnal RSUD dr. Saiful Anwar, di mana perempuan memang cenderung memiliki angka kejadian tuli mendadak sedikit lebih tinggi (Sudarmanto, 2022). Dalam penelitian ini, laki-laki menyumbang 8 telinga (44,4%) dan perempuan 10 telinga (55,6%), menggambarkan perempuan cenderung lebih sering mengalami tuli mendadak karena faktor hormonal, terutama akibat penurunan estrogen yang berpengaruh langsung terhadap fungsi koklea. Estrogen memiliki peran penting dalam menjaga mikrosirkulasi, metabolisme sel rambut koklea, serta perlindungan terhadap stres oksidatif. Ketika kadar estrogen turun seperti saat menstruasi, kehamilan, atau terutama menopause maka telinga bagian dalam menjadi lebih rentan terhadap gangguan perfusi, inflamasi, dan kerusakan sel rambut (Kim *et al.*, 2021). Mekanisme ini logis bila dikaitkan dengan kejadian tuli bilateral, karena gangguan vaskular atau imunologis yang terjadi akibat rendahnya estrogen biasanya bersifat sistemik dan dapat mengenai kedua telinga sekaligus (Kim *et al.*, 2021).

Analisis proporsi menunjukkan bahwa keterlibatan unilateral lebih banyak terjadi pada laki-laki dibandingkan perempuan yaitu sebesar 22,2%, dibandingkan pada perempuan yang hanya 11,1%. Penelitian oleh (Corazzi *et al.*, 2020), menunjukkan

bahwa laki-laki dapat lebih sering mengalami tuli mendadak unilateral karena adanya perbedaan anatomi dan risiko yang lebih tinggi dibandingkan perempuan. Koklea laki-laki sedikit lebih panjang sehingga bagian dalam telinga lebih mudah mengalami gangguan lokal yang menyebabkan ketulian pada satu sisi. Sementara itu, perempuan memiliki perlindungan hormonal dari estrogen yang membantu menjaga fungsi sel rambut dan aliran darah di koklea, sehingga lebih tahan terhadap kerusakan unilateral. Selain faktor biologis, laki-laki juga lebih sering terpapar risiko lingkungan seperti kebisingan kerja yang dapat meningkatkan peluang terjadinya gangguan pendengaran mendadak pada satu telinga (Varshney *et al.*, 2022).

Interval antara munculnya gejala dan dimulainya pengobatan memiliki peranan besar dalam menentukan hasil akhir pada pasien dengan tuli mendadak. Semakin dini terapi diberikan, semakin tinggi kemungkinan terjadinya perbaikan pendengaran. Hal ini diperkuat oleh temuan yang menunjukkan bahwa keterlambatan penanganan lebih dari 7 hari sejak onset merupakan faktor risiko yang berkaitan dengan prognosis yang lebih buruk. Penundaan terapi memungkinkan kerusakan koklea berlangsung lebih lama sehingga menurunkan peluang pemulihan. Oleh sebab itu, pemberian terapi sedini mungkin baik steroid maupun oksigen hiperbarik sangat penting untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan meningkatkan keberhasilan pemulihan pendengaran (Deng, Jiang *and* Wang, 2024).

Prinsip ini juga sejalan dengan

rekomendasi AAO-HNS yang menempatkan kortikosteroid sebagai terapi awal, meskipun bukti ilmiahnya masih bervariasi. Kortikosteroid tetap digunakan secara luas karena pada banyak penelitian menunjukkan hasil perbaikan yang cukup baik, terutama pada pasien dengan derajat gangguan pendengaran sedang. Bila perbaikan belum tercapai setelah terapi awal, injeksi IT dapat menjadi pilihan berikutnya karena mampu memberikan kadar obat yang lebih tinggi langsung ke telinga dalam dengan efek samping sistemik yang minimal (Rauch, Dobie *and* Doyle, 2016).

Selain terapi farmakologis, TOHB menjadi salah satu modalitas tambahan yang semakin banyak digunakan pada pasien dengan tuli mendadak. Dalam penelitian ini, TOHB diberikan dengan tekanan 2,4 ATA sebanyak 10 hingga 20 sesi (LAKESLA). Tekanan 2,4 ATA dipilih karena pada tekanan ini peningkatan tekanan parsial oksigen terlarut dalam plasma mencapai titik optimal untuk memperbaiki hipoksia koklea tanpa meningkatkan risiko barotrauma secara signifikan. Peningkatan oksigen terlarut yang terjadi pada kondisi hiperbarik memungkinkan difusi oksigen berlangsung lebih dalam ke jaringan koklea yang mengalami penurunan aliran darah, sehingga membantu menstabilkan fungsi sel rambut yang masih dapat dipertahankan (Jain, 2017).

Hasil uji *Wilcoxon Signed-Rank Test* pada penelitian ini menunjukkan bahwa TOHB memberikan dampak yang bermakna terhadap perbaikan derajat ketulian. Meskipun derajat gangguan pendengaran tidak selalu berubah secara drastis pada seluruh pasien, sebagian besar kasus

menunjukkan tanda perbaikan pada respons audiometri. Hal ini selaras dengan mekanisme kerja TOHB yang meningkatkan oksigenasi jaringan koklea, memperbaiki mikrosirkulasi, dan mendukung pemulihan sel rambut yang mengalami disfungsi reversibel (Dewi, Savitri *and* Harjono, 2021).

Walaupun penelitian oleh (Cavallaro *et al.*, 2023) menyebutkan bahwa tuli mendadak bilateral cenderung memiliki prognosis yang kurang baik dibandingkan kasus unilateral, hasil penelitian ini justru memperlihatkan bahwa tingkat perbaikannya serupa. Temuan tersebut kemungkinan besar dipengaruhi oleh cepatnya penatalaksanaan yang diberikan kepada pasien dalam penelitian ini. Pemberian terapi segera setelah onset baik kortikosteroid maupun TOHB dapat menghentikan perkembangan kerusakan koklea lebih awal, sehingga jaringan yang masih berfungsi tidak mengalami cedera permanen. Intervensi dini ini pada akhirnya mampu mengurangi perbedaan hasil klinis yang biasanya tampak antara kasus bilateral dan unilateral dalam literatur. Dengan kata lain, waktu penanganan yang lebih cepat berperan sebagai faktor yang menyetarakan outcome kedua kelompok pasien (Wang *et al.*, 2023).

Selanjutnya, penelitian ini juga menunjukkan bahwa jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap derajat perbaikan pendengaran pada pasien dengan tuli mendadak post TOHB. Temuan ini sejalan dengan studi sebelumnya oleh (Özer *and* Aysel, 2022). yang juga melaporkan bahwa gender bukan merupakan faktor prognostik signifikan pada tuli mendadak. Tingkat pemulihan lebih

dipengaruhi kecepatan penatalaksanaan, sedangkan perbedaan berbasis gender tidak menunjukkan hubungan bermakna terhadap *outcome* klinis. Dengan demikian, baik laki-laki maupun perempuan memiliki peluang pemulihan pendengaran yang relatif setara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat awal ketulian tidak berhubungan dengan perbaikan pendengaran post TOHB. Temuan ini sejalan dengan jurnal oleh (Dewi, Savitri *and* Harjono, 2021) yang menyatakan bahwa derajat ketulian tidak memengaruhi hasil terapi. Meskipun secara teori ketulian yang lebih ringan dianggap memiliki peluang pemulihan lebih baik, respons terhadap TOHB ternyata dipengaruhi banyak faktor lain seperti kondisi koklea dan kombinasi terapi. Karena itu, perbedaan derajat ketulian tidak selalu diikuti perbedaan tingkat perbaikan. Temuan ini menegaskan bahwa derajat ketulian awal bukan indikator utama keberhasilan TOHB, sehingga penilaian prognosis perlu mempertimbangkan faktor lain yang lebih berpengaruh.

## KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditetapkan serta hasil analisis yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa TOHB terbukti memberikan perbaikan yang bermakna terhadap ambang pendengaran pasien tuli mendadak, yang ditunjukkan oleh penurunan nilai pure tone average (PTA) post terapi. Sebagian besar pasien juga mengalami pergeseran derajat ketulian ke kategori yang lebih ringan pasca TOHB, menandakan adanya respons klinis yang positif terhadap terapi. Perbaikan pendengaran ditemukan pada berbagai

kelompok usia tanpa perbedaan yang mencolok, sehingga usia tidak menjadi faktor penentu utama efektivitas TOHB. Selain itu, baik pasien dengan tuli mendadak unilateral maupun bilateral menunjukkan perbaikan setelah terapi, dan tidak ditemukan perbedaan efektivitas yang signifikan antara kedua kelompok tersebut.

## SARAN

Bagi tenaga medis, TOHB sebaiknya dipertimbangkan sebagai terapi utama yang mendampingi terapi farmakologis standar dalam penatalaksanaan tuli mendadak, guna membantu mencegah progresivitas kerusakan pendengaran. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, menambahkan data terkait jumlah sesi TOHB, serta memperluas variabel penelitian seperti komorbiditas, *onset-to-treatment*, dan pola audiogram dengan desain penelitian yang lebih kuat agar pemahaman mengenai efektivitas TOHB dapat lebih mendalam. Bagi masyarakat luas, diharapkan dapat lebih peka terhadap gejala tuli mendadak dan segera mencari pertolongan medis tanpa menunda, serta menjaga kesehatan secara umum, menghindari paparan bising berlebih, dan menjalani terapi sesuai anjuran untuk mengurangi risiko gangguan pendengaran.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cavallaro, G., Pantaleo, A., Pontillo, V., Barbara, F., Murri, A. and Quaranta, N., 2023. Endothelial Dysfunction and Metabolic Disorders in Patients with Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Medicina (Lithuania)*.
- [2] Corazzi, V., Ciorba, A., Skarzyński, P.H., Skarzyńska, M.B., Bianchini, C., Stomeo, F., Bellini, T., Pelucchi, S. and Hatzopoulos, S., 2020. Gender differences in audio-vestibular disorders. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*, 34.
- [3] Deng, G., Jiang, X. and Wang, M., 2024. Analysis of Prognostic Factors in Patients with Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Ear, Nose and Throat Journal*.
- [4] Dewi, S.C., Savitri, P.M. and Harjono, Y., 2021a. Hubungan Usia, Derajat Ketulian, dan Onset Tuli Mendadak dengan Perbaikan Pendengaran setelah Hyperbaric Oxygen Therapy. *EJKI*, 9(1).
- [5] Dhingra, P., Dhingra, S. and Dhingra, D., 2018. *Diseases of Ear, Nose and Throat & Head and Neck Surgery*.
- [6] He, J., Jin, L., Yao, J., Mahmoudi, A., Pan, Z., Fu, J., Yuan, Q. and Liu, W., 2024. Clinical characteristics of patients diagnosed with bilateral sudden sensorineural hearing loss. *Frontiers in Neurology*, 15.
- [7] Hidayat, A.D. and Adam, A., 2024. Hubungan antara gangguan pendengaran dan paparan kebisingan.
- [8] Hu, Y., Ye, Y., Ji, X. and Wu, J., 2024. The role of hyperbaric oxygen in idiopathic sudden sensorineural hearing loss. *Medical Gas Research*.
- [9] Jain, K.K., 2017. *Textbook of Hyperbaric Medicine*.
- [10] Joshua, T.G., Ayub, A., Wijesinghe, P. and Nunez, D.A., 2022. Hyperbaric Oxygen Therapy for Patients with Sudden Sensorineural Hearing Loss: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Otolaryngology – Head and Neck Surgery*.
- [11] Kim, M.T., Lee, J.H., Carpena, N.T., Lee, M.Y., Chung, P.S. and Jung, J.Y., 2021. Estrogen replacement reduces hearing threshold shifts and cochlear hair cell loss after acoustic overexposure in ovariectomized rats. *Clinical and Experimental Otorhinolaryngology*, 14(1), pp.61–68.
- [12] Özer, E.E. and Aysel, A., 2022. The Role of Hyperbaric Oxygen Therapy in Sudden Sensorineural Hearing Loss in Children. *Turkish Journal of Pediatric Disease*, 16(6), pp.512–518.
- [13] Paramita, L., Widyasari, F., Hifni, A. and Ghanie, A., 2022. Injeksi kortikosteroid intratimpani pada tuli mendadak.
- [14] Rauch, S.D., Dobie, R. and Doyle, K.J., 2016. *Ballenger's Otorhinolaryngology: Head and Neck Surgery*. People's Medical Publishing House.
- [15] Sataloff, R.T., Li, K.L. and Roehm, P.C., 2025. *Hearing Loss: Fifth Edition*.

- [16] Subramaniam, A., 2016. Kriteria diagnosis dan diagnosis banding sudden deafness (SSNHL).
- [17] Sudarmanto, Y., 2022. Profil pasien sudden sensorineural hearing loss di Klinik Neurotologi RSUD Dr. Saiful.
- [18] Tripathi, P. and Deshmukh, P., 2022. Sudden Sensorineural Hearing Loss: A Review. *Cureus*.
- [19] Varshney, S., Kumar, N., Tyagi, A.K., Kumar, A., Yadav, M.K., Malhotra, M., Priya, M. and Bharadwaj, A., 2022. Unilateral Sensorineural Hearing Loss (USNHL): A Retrospective Study of Incidence. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*, 74, pp.207–216.
- [20] Wang, H.H., Chen, Y.T., Chou, S.F., Lee, L.C., Wang, J.H., Lai, Y.H. and Chang, H.T., 2023. Effect of the Timing of Hyperbaric Oxygen Therapy on the Prognosis of Patients with Idiopathic Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Biomedicines*, 11(10).
- [21] Wulandari, Y. and Munilson, J., 2022. Management of Bilateral Sudden Deafness. *Jurnal Otorinolaringologi Kepala dan Leher Indonesia*.
- [22] Xie, W., Dai, Q., Liu, J., Liu, Y., Hellström, S. and Duan, M., 2020. Analysis of Clinical and Laboratory Findings of Idiopathic Sudden Sensorineural Hearing Loss. *Scientific Reports*, 10(1).
- [23] Yamada, S., Kita, J., Shinmura, D., Nakamura, Y., Sahara, S., Misawa, K. and Nakanishi, H., 2022a. Update on Findings about Sudden Sensorineural Hearing Loss and Insight into Its Pathogenesis. *Journal of Clinical Medicine*.
- [24] Zahira, A.A., EP, D.W., Hisnindarsyah, H., Buwana, A.W. and Indrawati, R., 2024. The Influence of Hyperbaric Oxygen Therapy on Cochlear Perception Improvement in Sudden Deafness: Literature Review. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 16(2), pp.529–548.